

За правильное решение каждой задачи дается 10 баллов. Примерное распределение баллов для приведенных ниже вариантов решений дано в тексте. Окончательная сумма баллов, выставляемая за задачу, может также зависеть от степени оригинальности решения, подробности описания решения, аккуратности оформления и др.

Задачи заочного тура олимпиады по физике для 7-го класса

10 ноября, 2010 г.-31 января 2011 г.

Возможные решения

1) В стародавние времена три улитки поспорили, кто из них быстрее ползает. Первая сказала, что она всего за 10 секунд проползает целый вершок, вторая сказала, что она затратит на 1 фут всего минуту, а третья вспомнила, что когда-то в молодости проползла полторы сажени за 12 минут. У какой из улиток была самая большая скорость?

Решение: Приведенные в условии единицы длины при переводе в метрическую систему дают (примерно) - 1 вершок = 4.45 см, фут = 30.5 см, 1 сажень = 213 см. (+3 балла)

Таким образом, средние скорости улиток, вычисляемые как расстояние, деленное на время, составили: для первой – 0.45 см/сек, второй – 0.51 см/сек, третьей – 0.44 см/сек, (за каждую правильно вычисленную скорость +2 балла) т.е. вторая улитка – самая быстрая. (правильный ответ- +1 балл)

2) Летним днем высокогорный ледник тает, и образовавшаяся вода стекает ручьем вниз по ущелью. Площадь ледника равна 1 км², а толщина льда уменьшается из-за таяния на 1 мм/час. Какова характерная скорость воды в ручье в месте, где его ширина равна 2 м, а средняя глубина – 25 см? Плотность льда считать равной 900 кг/м³, воды - 1000 кг/м³.

Решение: За один час объем растаявшего льда составляет $10^3 \times 10^3 \times 10^{-3} = 10^3$ м³ (+1 балл) а масса – $m = 9 \times 10^5$ кг (+1 балл). Масса воды, протекшей по руслу с площадью сечения $S = 2 \times 0.25 = 0.5$ м² за $t = 1$ час, такая же (+2 балла), а объем воды составит $V = 900$ м³ (+1 балл). Таким образом, характерная скорость воды равна ($t = 1$ ч): $u = (V/S)/t = 1.8$ км/ч = 0.5 м/с. (5 баллов)

3) На разных чашках рычажных весов стоят два одинаковых кувшина с одинаковым количеством воды. Школьник положил в левый кувшин камень, и левая чашка весов опустилась вниз. Затем школьник снова уравновесил весы. Для этого он долил в правый кувшин 100 мл воды и поставил на одну из чашек гирию с массой 200 г. После уравнивания весов уровни воды в обоих кувшинах опять сравнялись. Чему равняется плотность камня, который положили в левый кувшин? Считать, что вода из кувшинов не выливалась.

Решение: Сначала заметим, что масса долитой воды меньше, чем масса добавленной гири, поэтому гиря была поставлена на правую чашу весов (+2). Значит, масса камня составила 300 г (+2), а объем вытесненной жидкости 100 мл (+2). Следовательно, плотность камня равняется $3 \text{ г/см}^3 = 3 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ (+4). При решении считалось, что камень был полностью погружен в воду, поэтому приведенное значение является максимально возможной плотностью камня для условий данной задачи.

4) Моторная лодка отправилась из деревни А в деревню Б вверх по течению. На середине пути мотор лодки сломался, и его удалось запустить только тогда, когда лодку снесло течением обратно до Б. Из-за поломки средняя скорость поездки из А в Б в этот раз уменьшилась вдвое по сравнению с обычным значением. Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения реки? Считать, что скорость течения везде одинакова.

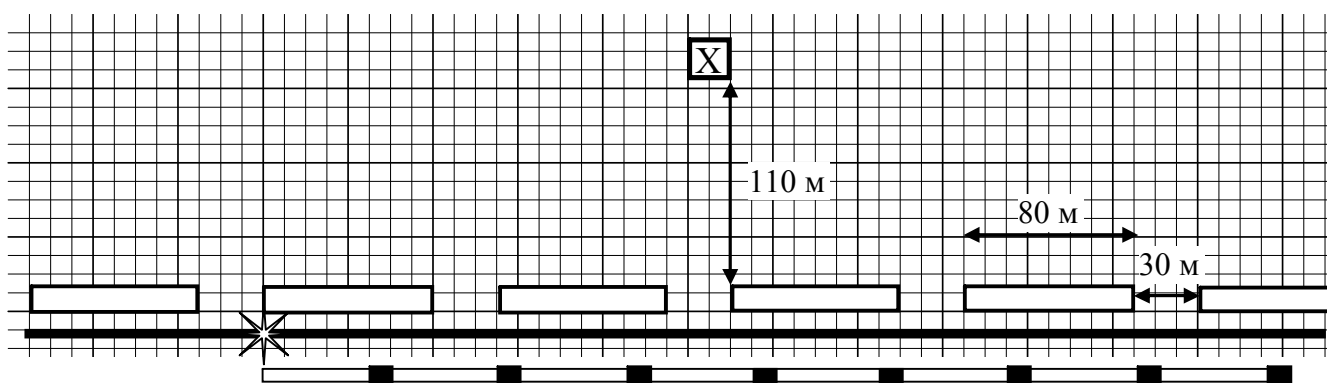
Решение: Условие того, что средняя скорость поездки из А в Б уменьшилась вдвое означает, что полное время движения увеличилось в 2 раза (+1) и стало равным $2t$ (+1). Из этого количества на часть пути от А в Б с починенным мотором ушло время t (+1), а на первую часть пути до середины пути ушло $t/2$ (+2). Значит, течением реки лодку сносило также в течение $t/2$ (+2). Отсюда следует, что скорость лодки относительно берега при движении вверх по течению равна скорости течения реки, т.е. скорость движения лодки относительно воды больше скорости течения реки в два раза (+3 балла).

5) Водитель «Волги» ехал со скоростью 50 км/ч, и мимо него проехала иномарка со скоростью 150 км/час относительно «Волги». Через 6 секунд вслед за иномаркой мимо «Волги» проскочил джип со скоростью 200 км/час относительно «Волги». Вскоре после этого водитель откуда-то сзади услышал звук столкновения встреченных им машин. На каком расстоянии от ДТП находилась в этот момент «Волга», если скорости всех автомобилей сохранялись неизменными? Считать, что скорость звука много больше скорости автомобилей.

Решение: Обозначим скорость «Волги» относительно дороги как $V_1=50$ км/ч, скорость иномарки $V_2=100$ км/ч (+1 балл), а скорость джипа $V_3=150$ км/ч (+1 балл). Пусть столкновение произошло через время t_1 после встречи «Волги» и джипа. Тогда искомое расстояние X можно было бы выразить как $X=(V_1+V_3)t_1$ (+2 балла). На том же самом расстоянии находится в этот же момент столкновения и иномарка, поэтому также верно равенство $X=(V_1+V_2)(t_1+t_2)$, где $t_2=6$ сек $=1/600$ ч (+3 балла). Подставив время $t_1=X/(V_1+V_3)$ во второе уравнение, получим $X=t_2(V_1+V_2)(V_1+V_3)/(V_3-V_2)=1$ км. (+3 балла)

Можно предложить и более компактные решения, например, с использованием схематического рисунка.

б) Вдоль прямой неширокой дороги стоят одинаковые дома, как показано на схеме. Длина каждого дома 80 м, а расстояние между домами – 30 м. По дороге со скоростью 72 км/ч едет патрульная машина с сигнальным маячком. Маячок 2.5 секунды светится красным светом, затем в течение 0.5 сек – синим, потом опять 2.5 сек красным и т.д. Положение машины в момент очередного включения красного света указано на схеме. Сколько раз после этого можно будет увидеть синий маячок из домика, обозначенного знаком X в стороне от дороги? Поясните решение. Клетки на схеме соответствуют квадратам $10 \times 10 \text{ м}^2$.



Решение: За 2.5 сек, пока включен красный маячок, машина проезжает 50 м, что в масштабе схемы соответствует 5 клеткам. Промежуток пути, на котором горит синий маячок, соответствует 1 клетке. Изображая на схеме эти промежутки, получаем, что синий маячок не будет виден из дома X ни разу. (На схеме для удобства построения положения машины отмечены не на дороге, а рядом).

Правильное определение положений машины, соответствующих тому или иному цвету маячка - +5 баллов. Построение или вычисление, позволяющие дать ответ на вопрос задачи - + 5 баллов.

7) Определите толщину бумаги, используя в качестве измерительного инструмента только школьную линейку. Кратко опишите способ измерений. Сравните толщины бумаги разного сорта. Получаются ли одни и те же результаты при проведении измерений с одной и той же бумагой? Если нет, то почему?

Решение: Основная идея решения задачи – использование большого количества листов бумаги, сложенных вместе (+3 балла). Точность измерений будет тем выше, чем больше толщина стопки (+2 балла). Удобно использовать такую бумагу, где листы уже пронумерованы, например, толстую книгу. Толщина сжатой пальцами стопки страниц «Толкового словаря русского языка» (Ожегов С.И. и Шведова Н.Ю. 2-е изд., -М.: АЗЪ, 1995. – 928 с.) от 3-ей до 803-ей страницы, т.е. всего 400 листов, составила 32 мм, т.е. толщина одного листа составила 0.08 мм=80 микрон. В случае «Физической энциклопедии» (5 том, изд. 1998г.) средняя толщина листа 83 микрона, «Советского энциклопедического словаря» (3-е изд., 1984 г) - 60 микрон, что в данном случае объясняется более высоким качеством бумаги. (Получение численных значений +2 балла)

Если стопка бумаги толще 20 мм, то точность измерений во многом определяется тем, насколько плотно сжаты листы бумаги, если меньше 5, то – ценой деления линейки. (Обсуждение факторов, влияющих на точность измерений +3 балла)

Задачи заочного тура олимпиады по физике для 8-го класса

Возможные решения

1) В стародавние времена встретились три голубя, из Франции, России и Англии, и поспорили: кто из них быстрее летает? Французский голубь похвалился, что он пролетает два лье почти ровно за 10 минут. На это голубь из России возразил, что за это время уж точно 8 с четвертью верст сделает, а английский сказал, что его максимальная скорость только чуть-чуть не дотягивает до 29 морских миль в час. Можно ли по этим данным определить, у кого из них скорость была наибольшей?

Решение: Приведенные в условии единицы длины при переводе в метрическую систему дают (примерно) - 1 лье (сухопутный) = 4.5 км, 1 верста = 1.067 км, 1 морская миля=1.85 км. Считаем, что вся информация правдивая. Тогда скорость голубя из Франции составляет почти ровно, (т.е. скорее всего, чуть меньше) чем 54 км/ч, из России – как минимум 53 км/ч, а из Англии – «чуть-чуть не дотягивает» до 53.7 км/ч. Рассчитать величину погрешности оценок голубей по приведенным данным нельзя, но можно ее грубо оценить, используя детали разговора. Например, фразу «8 с четвертью верст» можно понимать так, что если бы было хотя бы еще на четверть версты больше, то голубь сказал бы «8 с половиной верст», т.е. голубь оценивает свою скорость от 53 км/ч до 54.4 км/ч. Фразу «чуть-чуть не дотягивает до 29 морских миль» можно понимать так, что истинное расстояние ближе к 29 милям, чем к 28. Если погрешность в определении расстояния составляет около 0.5 мили, то ошибка в скорости составит примерно 1 км/ч.

Таким образом, приведенной информации недостаточно для выбора самого быстрого голубя, поскольку разница в расчетных значениях скорости голубей меньше предполагаемых ошибок.

(Правильный пересчет расстояний в метрическую систему мер +3 балла, расчет скоростей +3 балла, оценка погрешностей +3 балла, правильный вывод +1 балл)

2) На одной и той же реке находятся деревни А, В и С, считая вниз по течению. В деревне В река расширяется и скорость реки уменьшается вдвое. По этой причине, если лодка на максимальной скорости плывет из С в В 1 час, то поездка из В в А на той же лодке требует минимум 2 часа. На сколько быстро можно доплыть на той же самой лодке из А в С? Деревни находятся на одинаковых расстояниях друг от друга, если считать вдоль реки.

Решение: обозначим скорость реки от В до С как V_1 , скорость лодки относительно воды V_2 , расстояние от А до В (или от В до С) как L . Тогда искомое время $t = L/(V_1 + V_2) + L/(2V_1 + V_2)$.

Из условия задачи нам известно, что $L/(V_2 - V_1) = t_1 = 1$ ч, $L/(V_2 - 2 \cdot V_1) = t_2 = 2$ ч. Отсюда мы найдем, что $V_2 = 3 \cdot V_1$ и что $L/V_1 = t_2$. Следовательно, $t = 0.25 \cdot L/V_1 + 0.2 \cdot L/V_1 = 0.9$ ч.

(Запись уравнений на основе данных задачи для различных участков +4 балла, запись уравнения для искомого времени (+3) балла, решение +2 балла, ответ +1 балл)

3) Школьники побывали на олимпиаде в г. Новосибирске и возвращались домой в г. Барнаул на автобусе. Водитель поддерживал скорость 70 км/ч до тех пор, пока не пошел сильный дождь. Из-за дождя скорость автобуса снизилась до 50 км/ч. Когда дождь кончился, автобус поехал с прежней скоростью. Когда до Барнаула оставалось 40 км, водитель увеличил скорость до 80 км/ч и прибыл в Барнаул в точно запланированное время. Сколько времени шел дождь? Чему равна средняя скорость автобуса? Считайте, что автобус в пути не останавливался.

Решение: Из условия задачи следует, что автобус прибыл точно по расписанию, т.е. весь путь занял то же самое время, что водитель планировал затратить, двигаясь со скоростью 70 км/ч (+1). Значит, средняя скорость равна этому значению (+1). Если дождь шел время t , то водитель отстал от прежнего графика на расстояние $\Delta V t$, где $\Delta V = 70 - 50 = 20$ км/ч – это величина изменения скорости движения во время дождя (+2). Это расстояние ему надо было наверстать на участке более быстрого движения, который длился 0.5 часа по времени (+2). Все это время водитель ехал со скоростью, большей средней на 10 км/ч, т.е. на этом участке он наверстал 5 км (+1). Таким образом, дождь шел в течение ? часа, т.е. 15 минут (+2 балла). Ответ: +1 балл

4) Довольно часто в технике применяются т.н. эмульсии, смеси двух (или более) жидкостей, которые полностью не смешиваются, но могут некоторое время существовать как взвесь очень мелких капелек одной жидкости в другой. Предположим, что в сосуд залили 1.6 кг подобной эмульсии и оставили в покое. Эмульсия расслоилась на воду и более плотную неизвестную жидкость. За долгое время стояния половина воды испарилась, и после взбалтывания сосуда получился только 1 литр эмульсии.

Какова плотность неизвестной жидкости, если

а) получился литр эмульсии с плотностью на 10 % больше, чем у воды.

б*) получилась эмульсия с плотностью на 5 % больше, чем была вначале, и известно, что вода составляла меньшую по объему часть эмульсии.

Считать плотность воды равной 1 кг/л.

Решение:

а) Обозначим плотность воды ρ_1 , ее первоначальный объем V_1 , плотность неизвестной жидкости ρ_2 , ее объем V_2 . Пусть масса воды в первоначальном составе была равна $m_1 = \rho_1 \cdot V_1$, а масса неизвестной жидкости $m_2 = \rho_2 \cdot V_2$. В этих обозначениях в получившейся эмульсии масса воды составляет $m_1/2$, объем воды $V_1/2$.

Тогда верны уравнения

$$V_1/2 + V_2 = 1;$$

$$m_1 + m_2 = \rho_1 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot V_2 = 1.6;$$

$$\frac{\rho_1 \cdot V_1/2 + \rho_2 \cdot V_2}{V_2 + V_1/2} = 1.1 \cdot \rho_1 \quad (+2)$$

(объем измеряем в литрах, массу – в килограммах).

При преобразованиях, в частности,

получаем $V_2 = (0.1 \cdot \rho_1) / (\rho_2 - \rho_1)$; $V_1 = 2 \cdot (\rho_2 - 1.1 \cdot \rho_1) / (\rho_2 - \rho_1)$. Ответ: $\rho_2 = 2$ кг/л. (+2)

б) Незначительное, на первый взгляд, изменение условия приводит к тому, что решение становится заметно более сложным. Используем те же обозначения, что и в варианте а). Тогда первые два уравнения $V_1/2 + V_2 = 1$; $\rho_1 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot V_2 = 1.6$ по-прежнему, верны. Третье уравнение имеет вид

$$\frac{m_1/2 + m_2}{V_2 + V_1/2} = 1.05 \cdot \frac{m_1 + m_2}{V_2 + V_1} \quad (+2)$$

Удобно переписать его так, чтобы сначала найти объем испарившейся воды, т.е. величину $V_1/2$:

$$\begin{aligned} \frac{(m_1 + m_2) - m_1/2}{V_2 + V_1/2} &= 1.05 \cdot \frac{m_1 + m_2}{(V_2 + V_1/2) + V_2/2} \quad (+2) \\ \frac{1.6 - 1 \cdot (V_1/2)}{1} &= 1.05 \cdot \frac{1.6}{1 + V_2/2} \end{aligned}$$

Переписывая для краткости в виде ($x = V_1/2$), получаем квадратное уравнение

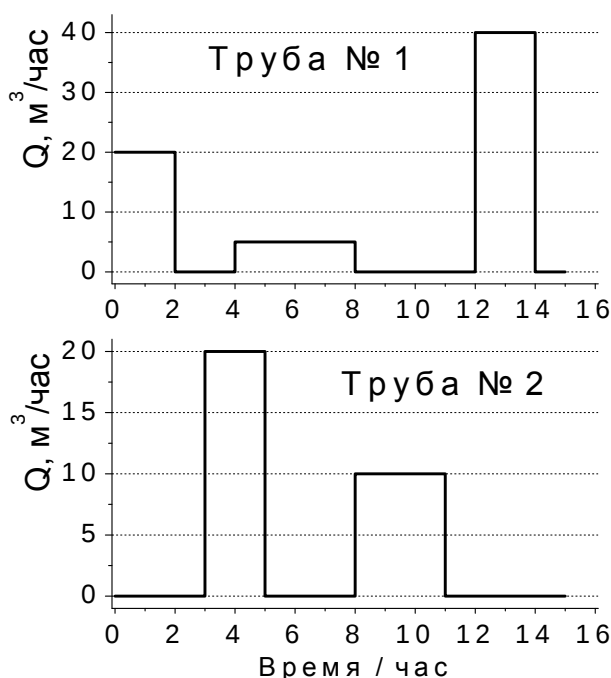
$$(1.6 - x)(1 + x) = 1.68 \quad \text{или}$$

$$x^2 - 0.6x + 0.08 = 0$$

Решая его, получим два корня $x = 0.2$ и $x = 0.4$. Легко проверить, что второй корень не отвечает условию, что вода составляла меньшую по объему часть в исходной эмульсии. Таким образом, вначале было 0.4 л воды и 0.8 л неизвестной жидкости, а плотность жидкости $\rho_2 = 1.5$ кг/л. (+2)

5) В цистерну с жидкостью проведены две трубы. Через трубу №1 жидкость вытекает из цистерны, а по трубе №2 втекает в нее. Имеются графики зависимости объемного расхода жидкости Q через трубы в зависимости от времени, считая от начала работы. Известно, что через 16 часов работы цистерна была пустая. Сколько жидкости было в ней в начале рабочего дня?

(Примечание: То, что объемный расход равен $1 \text{ м}^3/\text{час}$ означает, что за 1 час через трубу протек 1 кубометр жидкости. В решении задачи необходимо описать способ расчета, если указан только ответ, задача не считается решенной)



Решение:

Объем жидкости, протекшей через трубу за определенный промежуток времени, может быть вычислен как площадь под графиком зависимости объемного расхода от времени (в соответствующих единицах) (+3 балла). График №1 показывает, что всего из цистерны вытекло $2 \times 20 + 4 \times 5 + 2 \times 40 = 140 \text{ м}^3$ жидкости (+3 балла), а втекло $2 \times 20 + 3 \times 10 = 70 \text{ м}^3$ (+3 балла). Таким образом, в начале дня в цистерне было 70 м^3 жидкости. (+1 балл)

6) В зоомагазине, в аквариуме живут две одинаковых черепашки. В этом же аквариуме плавает плотик, погруженный на $2/5$ своего объема. Когда на плотик забирается одна черепашка, он погружается на $2/3$ своего объема. Могут ли обе черепашки полностью вылезти из воды на плотик одновременно, если на плоту достаточно места? Если да, то какая часть плотика будет при этом погружена в воду?

Решение:

Обозначим массу одной черепашки m , плотность воды ρ , весь объем плота V . По условию, увеличение выталкивающей силы, действующей на плот, после того как на него забралась первая черепашка, составило $\rho g(2/3 \cdot V - 2/5 \cdot V) = 4/15 \cdot \rho g V$ (+3 балла). Ровно столько весит одна черепашка mg (+2). Если вторая черепашка тоже заберется на плотик, то в равновесии выталкивающая сила снова должна увеличиться на $mg = 4/15 \cdot \rho g V$ (+3). Тогда объем погруженной части составил бы $2/3 + 4/15 = 14/15 < 1$ (+1). Значит, обе черепашки смогли бы выбраться из воды на плот. (+1)

7) В данной задаче предлагается провести эксперимент с использованием подручных материалов (пластиковая бутылка, скотч, иголки, гвозди и т.п.), который можно проводить дома или в школе. **Решением задачи является описание результатов этого эксперимента.** Если, на Ваш взгляд, для большей ясности описания требуется приведение каких-либо формул, описывающих изучаемое явление, то их можно привести.

В описании должно быть ясно изложено, что и каким образом делалось и измерялось, а также то, какие наблюдения и качественные выводы удалось сделать при проведении эксперимента. Разумеется, неразборчивый почерк и грамматические ошибки будут сильно затруднять проверку. Оцениваться будут, прежде всего, наблюдательность и физическая ясность описания. Желательно, чтобы объем описания не превышал 2-3 страницы.

Цель работы: изучение вытекания воды через небольшие отверстия в стенке сосуда.

Пояснения: Составителям задачи удалось заметить следующие особенности вытекания воды из бутылки с небольшими отверстиями: Из нижнего отверстия вода вытекает только тогда, когда в объем бутылки над водой может попадать воздух – либо через открытое горлышко, либо через верхнее открытое отверстие (+2 балла). При открытой крышке вода может выливаться из обоих отверстий (+1). Если крышка закрыта, а оба отверстия открыты, то воздух внутрь бутылки попадает небольшими пузырьками (+1), а вода вытекает немного пульсирующей (+1) струей из нижнего отверстия (+1). Как только уровень воды становится ниже верхнего отверстия, течение струи становится ровным (+1). При понижении уровня воды скорость истечения уменьшается (+1). Также удалось заметить, что при затыкании верхнего отверстия пальцем скорость вытекающей из нижнего отверстия струи падает не сразу. Быстрее всего это происходит, когда уровень воды либо максимально высокий (быстро падает давление в малом объеме воздуха в бутылке), либо очень низкий (перепад давления, который должен быть компенсирован, очень мал). В промежуточной ситуации вода вытекает еще несколько секунд после затыкания верхнего отверстия пальцем (+2).