

ЗАДАНИЯ
для проведения II муниципального (районного) этапа
Всероссийской олимпиады школьников по физике 2012-2013
7 класс

Задача 1

Персонажам романа Ж.Верна «Вокруг света за 80 дней» Филеасу Фоггу и Паспорту часть пути от Бомбея до Калькутты пришлось проделать на поезде, а оставшуюся часть на слоне. Расстояние от Бомбея до Калькутты составляет 1665км. На поезде они ехали 1,5 суток и столько же времени на слоне. Расстояние, которое проделали путешественники на слоне, составляет 80км. Найти среднюю скорость поезда и среднюю скорость путешественников на всем пути.

Задача 2

Скорость катера относительно воды $v = 7$ м/с, скорость течения $u = 3$ м/с. Когда катер двигался против течения, с него сбросили в воду поплавок. Затем катер прошел против течения 4,2 км, повернулся и догнал поплавок. Сколько времени двигался катер?

Задача 3

При одинаковых объемах кусок железа имеет массу на 12,75 кг большую, чем кусок алюминия. Определить массу кусков железа и алюминия.

Плотность алюминия $\rho_{Al} = 2700 \frac{кг}{м^3}$, плотность железа $\rho_{ж} = 7800 \frac{кг}{м^3}$

Задача 4:

Стеклянный аквариум заполнен водой наполовину. Форма аквариума представляет куб без верхней грани. Какова масса аквариума с водой, если толщина его стенок равна h , а длина ребра внутренней стороны аквариума равна l .

Плотность стекла равна, плотность воды равна 1000 кг/м^3

ЗАДАНИЯ
для проведения II муниципального (районного) этапа
Всероссийской олимпиады школьников по физике 2012-2013
8 класс

Задача 1

Венеция соединена с материковой частью Италии мостом длиной 4 км 70 м. Велосипедист преодолевает это расстояние за время, которое равно 6 мин 47 с. Определите, на сколько минут позже должен въехать на мост автомобиль, чтобы догнать велосипедиста в конце моста, если скорость автомобиля больше на 4,2 м/с скорости велосипедиста.

Задача 2

Чтобы измерить массу линейки, на один из ее концов положили груз массой 30г и начали этот конец выдвигать за край стола. Линейка находилась в равновесии до тех пор, пока ее не выдвинули на четверть длины. Чему равна масса линейки? На сколько можно было бы выдвинуть линейку, если бы масса груза была 15г?

Задача 3

Медный шар весит в воздухе 14.7 Н, в воде – 9.8 Н. Сплошной шар или полый?

Плотность меди $\rho_m = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность воды $\rho_v = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Задача 4

В фарфоровую чашку массой $m_{\text{ф}} = 100$ г, находящуюся при комнатной температуре $T_{\text{к}} = +20$ °С, наливают $m_1 = 150$ г горячего кофе при температуре $T_1 = +90$ °С. Затем достают из холодильника брикет мороженого, имеющий температуру $T_2 = -12$ °С, и серебряной ложкой (масса ложки $m_{\text{лож}} = 15$ г) кладут понемногу мороженое в кофе, каждый раз размешивая его. Так поступают до тех пор, пока не установится температура $T_3 = +45$ °С, когда кофе приятно пить. Оцените, сколько граммов мороженого надо положить для этого в кофе? Потерями тепла пренебречь. Считать известными удельные теплоёмкости воды $C_{\text{в}} = 4,2$ кДж/(г · °С), льда $C_{\text{л}} = 2,1$ кДж/(г · °С), серебра $C_{\text{с}} = 0,23$ кДж/(г · °С), фарфора $C_{\text{ф}} = 0,8$ кДж/(г · °С) и удельную теплоту плавления льда $\lambda = 340$ Дж/г

Олимпиадные задания и решения для учащихся 7 класса

Задача 1

Персонажам романа Ж.Верна «Вокруг света за 80 дней» Филеасу Фоггу и Паспорту часть пути от Бомбея до Калькутты пришлось проделать на поезде, а оставшуюся часть на слоне. Расстояние от Бомбея до Калькутты составляет 1665км. На поезде они ехали 1,5 суток и столько же времени на слоне. Расстояние, которое проделали путешественники на слоне, составляет 80км. Найти среднюю скорость поезда и среднюю скорость путешественников на всем пути.

<p>Дано</p> $D_{\text{общ}} = 1665\text{км}$ $D_{\text{слон}} = 81\text{ км}$ $T_{\text{поезд}} = T_{\text{слон}} = 36\text{ часов}$	<p>Решение:</p> <p>1) Определим расстояние, проделанное путешественниками на поезде: $D_{\text{поезд}} = D_{\text{общее}} - D_{\text{слон}}$</p> $D_{\text{поезд}} = 1665 - 81 = 1584\text{ км}$
<p>Найти:</p> $V_{\text{ср. поезд}} - ?$ $V_{\text{общ. среднее}} - ?$	<p>2) Найдем среднюю скорость поезда: $V_{\text{ср. поезд}} = \frac{D_{\text{поезд}}}{T_{\text{поезд}}}$</p> $V_{\text{ср. поезд}} = \frac{1584}{36} \approx 44\text{ км/ч}$
	<p>3) Найдем среднюю скорость на всем пути $V_{\text{общ. среднее}} = \frac{D_{\text{общ}}}{T_{\text{общ}}}$</p> $V_{\text{общ. среднее}} = \frac{1665}{36 \cdot 2} \approx 23.125\text{ км/ч}$

Задача 2

Скорость катера относительно воды $v = 7$ м/с, скорость течения $u = 3$ м/с. Когда катер двигался против течения, с него сбросили в воду поплавок. Затем катер прошел против течения 4,2 км, повернулся и догнал поплавок. Сколько времени двигался катер?

Дано: $v = 7$ м/с $u = 3$ м/с $l = 4.2$ м	<p><i>Первое решение.</i> Свяжем систему отсчета с берегом. Двигаясь против течения со скоростью $v - u$, катер прошел расстояние l. По течению он двигался со скоростью $v + u$, но прошел большее расстояние, а именно $l + ut$, где ut — перемещение поплавка относительно берега. Время движения найдем из уравнения</p> $t = \frac{l}{v - u} + \frac{l + ut}{v + u},$
Найти: t -?	<p>откуда следует:</p> $t = \frac{2l}{v - u} = \frac{2 \cdot 4.2}{7 - 3} = 2.1$ <p><i>Второе решение.</i> Свяжем систему отсчета с водой. В этой системе отсчета катер движется со скоростью v, поплавок покоится. Время движения катера $t = 2l'/v$, где l' — расстояние, пройденное катером относительно воды в одном направлении. Очевидно, что</p> $\frac{l}{v - u} = \frac{l'}{v} = \frac{t}{2}.$ <p>Ответ: $t = 2.1$</p>

Задача 3

При одинаковых объемах кусок железа имеет массу на 12,75 кг большую, чем кусок алюминия. Определить массу кусков железа и алюминия.

Плотность алюминия $\rho_{Al} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность железа $\rho_{ж} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Дано: $\rho_{Al} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\rho_{ж} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\Delta m = 12.75$ кг	Решение: 1) Обозначим V неизвестный объем, тогда массы алюминия и железа соответственно равны: $m_a = \rho_a V$ $m_{ж} = \rho_{ж} V = \rho_a V + \Delta m$ 2) Отсюда $(\rho_{ж} - \rho_a)V = \Delta m$, тогда неизвестный объем $V = \frac{\Delta m}{(\rho_{ж} - \rho_a)}$, а масса железа $m_{ж} = \rho_{ж} \cdot \frac{\Delta m}{(\rho_{ж} - \rho_a)}$. $m_{ж} = 7800 \cdot \frac{12.75}{(7800 - 2700)} \approx 19.5$ кг
---	--

Задача 4:

Стеклянный аквариум заполнен водой наполовину. Форма аквариума представляет куб без верхней грани. Какова масса аквариума с водой, если толщина его стенок равна h , а длина ребра внутренней стороны аквариума равна l .

Плотность стекла равна, плотность воды равна 1000 кг/м^3

<p>Дано:</p> $h = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $l = 0.5 \text{ м}$ $\rho_{\text{стекла}} = 2500 \text{ кг/м}^3$ $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$	<p>Решение:</p> <p>1) общая масса аквариума с водой равна: $M = \rho_{\text{стекла}} \cdot V_{\text{стекла}} + \rho_{\text{воды}} \cdot V_{\text{воды}}$</p> <p>2) по условию $V_{\text{воды}} = \frac{V_{\text{аквариума}}}{2}$, а объем аквариума рассчитаем, используя длину ребра внутренней стороны $V_{\text{аквариума}} = l^3$</p> <p>3) Объем стекла складывается из объема боковых стенок и объема дна аквариума $V_{\text{стекла}} = 4V_{\text{бок.стенки}} + V_{\text{дна}}$</p> $V_{\text{бок.стенки}} = l^2 h \quad V_{\text{дна}} = (l + 2h)^2 h$ <p>4) Тогда общая масса аквариума с водой равна:</p> $M = 4h \rho_{\text{стекла}} (l^2 + (l + 2h)^2) + \rho_{\text{воды}} \frac{l^3}{2}$ $M = 4 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 2500 (0.5^2 + (0.5 + 2 \cdot 2 \cdot 10^{-2})^2) + 1000 \frac{0.5^3}{2} = 170.82 \text{ кг.}$ <p>Ответ: масса аквариума с водой составляет 170,82 кг</p>
<p>Найти: M-?</p>	

Олимпиадные задания и решения для учащихся 8 класса

Задача 1

Венеция соединена с материковой частью Италии мостом длиной 4 км 70 м. Велосипедист преодолевает это расстояние за время, которое равно 6 мин 47 с. Определите, на сколько минут позже должен въехать на мост автомобиль, чтобы догнать велосипедиста в конце моста, если скорость автомобиля больше на 4,2 м/с скорости велосипедиста.

<p>Дано: $l = 4 \text{ км } 70 \text{ м} = 4070 \text{ м}$ $t_{\text{вело}} = 6 \text{ мин } 47 \text{ с} = 407 \text{ с}$ $\Delta u = 4.2 \text{ м/с}$</p>	<p>Решение: Чтобы догнать велосипедиста в конце моста, автомобиль должен въехать на мост с разницей по времени $\Delta t = t_{\text{вело}} - t_{\text{авто}}$. Найдем время, которое требуется автомобилю, чтобы преодолеть расстояние, равное длине моста. Длина моста составляет $l = u_{\text{вело}} \cdot t_{\text{вело}} = u_{\text{авто}} \cdot t_{\text{авто}}$.</p>
<p>Найти: $\Delta t - ?$</p>	<p>Отсюда найдем скорость велосипедиста: $u_{\text{вело}} = \frac{l}{t_{\text{вело}}}$ И время, которое требуется автомобилю $t_{\text{авто}} = \frac{l}{u_{\text{авто}}}$ Скорость автомобиля равна: $u_{\text{авто}} = u_{\text{вело}} + \Delta u = \frac{l}{t_{\text{вело}}} + \Delta u$, тогда время $t_{\text{авто}} = \frac{l}{\frac{l}{t_{\text{вело}}} + \Delta u} = \frac{l \cdot t_{\text{вело}}}{l + \Delta u \cdot t_{\text{вело}}}$, $t_{\text{авто}} = \frac{4070 \cdot 407}{4070 + 4.2 \cdot 407} \approx 286.6 \text{ с} \approx 4.8 \text{ мин}$ Отсюда $\Delta t = 407 - 286.6 = 120.4 \text{ с} \approx 2 \text{ мин}$ Ответ: Автомобиль должен въехать на мост на 2 минуты позже велосипедиста.</p>

Задача 2

Чтобы измерить массу линейки, на один из ее концов положили груз массой 30 г и начали этот конец выдвигать за край стола. Линейка находилась в равновесии до тех пор, пока ее не выдвинули на четверть длины. Чему равна масса линейки? На сколько можно было бы выдвинуть линейку, если бы масса груза была 15 г?

<p>Дано: $m1_{\text{груз}} = 30 \text{ г.}$ $m2_{\text{груз}} = 15 \text{ г.}$ $L_{\text{лево}} = \frac{3}{4} L$ $L_{\text{право}} = \frac{1}{4} L$</p>	<p>Решение: 1) Согласно правилу моментов: $F_{\text{тяж.лево}} \frac{L_{\text{лево}}}{2} - N \frac{L_{\text{лево}}}{2} = F_{\text{тяж.право}} \frac{L_{\text{право}}}{2} + F_{\text{тяж.груз}} L_{\text{право}}$ Здесь $F_{\text{тяж.лево}}$ - сила тяжести линейки, прилагаемая к середине части линейки, лежащей на столе, N - сила реакции опоры, прилагаемая к середине части линейки, лежащей на столе, $F_{\text{тяж.право}}$ - сила тяжести линейки, прилагаемая к середине выдвинутой части линейки $F_{\text{тяж.груз}}$ - сила тяжести груза, прилагаемая к концу выдвинутой части линейки</p>
<p>Найти: М-?</p>	

- 2) В момент нарушения баланса сила реакции опоры $N = 0$
- 3) $F_{тяж.лево} = m_{лево} g$; $F_{тяж.право} = m_{право} g$ $F_{тяж.груз} = m_{груз} g$
- 4) подставим в правило моментов: $m_{лево} g \frac{L_{лево}}{2} = (m_{право} \frac{L_{право}}{2} + m_{груз} L_{право}) g$
- 5) Сначала посчитаем для первого случая, когда $m_{груз} = m_{груз} = 30$.
- Поскольку линейка однородна, то массы её левой и правой сторон соотносятся же, как длины $m_{лево} = \frac{3}{4} M$; $m_{право} = \frac{1}{4} M$
- 6) $\frac{3}{4} M g \frac{3}{4} \cdot \frac{L}{2} = (\frac{1}{4} M \frac{1}{2} + m_{груз}) g \frac{1}{4} L$; отсюда $\frac{9}{8} M = \frac{1}{8} M + m_{груз}$
- 7) Окончательно выразим значение массы всей линейки: $M = m_{груз} = 30$ г.
- 8) Рассмотрим второй случай, когда $m_{груз} = m_{груз} = 15$
- 9) Будем считать отношение массы всей линейки к массе ее левой стороны неизвестной величиной X, тогда массы всей линейки к массе ее правой стороны равно (1-X). Поскольку линейка однородна, то массы её левой и правой сторон соотносятся же, как длины.
- $L_{лево} = X L$; $m_{лево} = X M$; $L_{право} = (1 - X)L$; $m_{право} = (1 - X)M$
- 10) Подставим эти соотношения в правило моментов и, зная массу всей линейки, вычислим неизвестную величину отношения массы всей линейки к массе ее левой стороны: $X \cdot M \cdot g X \cdot \frac{L}{2} = ((1 - X) \frac{M}{2} + m_{груз}) \cdot g (1 - X)L$, тогда
- $$X = \frac{m_{груз} + \frac{M}{2}}{m_{груз} + M} = \frac{15 + 15}{15 + 30} = \frac{30}{45} = \frac{2}{3}$$
- 11) Т.к. $L_{право} = (1 - X)L$, то $L_{право} = \frac{1}{3} L$
- Ответ:** Масса линейки составляет 30г. В случае, когда масса груза 15г, линейку надо было бы выдвинуть на треть.

Задача 3

Медный шар весит в воздухе 14.7 Н, в воде – 9.8 Н. Сплошной шар или полый?

Плотность меди $\rho_m = 8900 \frac{кг}{м^3}$, плотность воды $\rho_в = 1000 \frac{кг}{м^3}$

Дано:

$$P_{воздух} = 14.7 Н$$

$$P_{вода} = 9.8 Н$$

$$\rho_m = 8900 \frac{кг}{м^3}$$

$$\rho_в = 1000 \frac{кг}{м^3}$$

Найти:

Сплошной шар или полый?

Решение:

1) Предположим, что шар сплошной, тогда, приняв его объем равным V, посчитаем вес шара в воздухе и воде:

$$P_{воздух} = mg = \rho_m Vg ; \quad P_{вода} = P_{воздух} - F_{Архимед} = \rho_m Vg - \rho_в Vg = (\rho_m - \rho_в) Vg$$

2) Найдем отношение $P_{воздух} / P_{вода}$

$$\frac{P_{воздух}}{P_{вода}} = \frac{\rho_m Vg}{\rho_m Vg - \rho_в Vg} = \frac{\rho_m}{\rho_m - \rho_в} = 1 + \frac{\rho_в}{\rho_m - \rho_в}$$

Поправка $\frac{\rho_в}{\rho_m - \rho_в} = \frac{1000}{8900 - 1000} \approx 0.1$, т.е. в случае, если шар сплошной $\frac{P_{воздух}}{P_{вода}} = 1.1$

5) Согласно условиям задачи $\frac{P_{\text{воздух}}}{P_{\text{вода}}} = \frac{14.7}{9.8} \approx 1.5$, а это противоречит полученному значению, таким образом, считать шар сплошным нельзя.
Ответ: шар полый

Задача 4

В фарфоровую чашку массой $m_{\phi} = 100$ г, находящуюся при комнатной температуре $T_k = +20$ °С, наливают $m_1 = 150$ г горячего кофе при температуре $T_1 = +90$ °С. Затем достают из холодильника брикет мороженого, имеющий температуру $T_2 = -12$ °С, и серебряной ложкой (масса ложки $m_{\text{лож}} = 15$ г) кладут понемногу мороженое в кофе, каждый раз размешивая его. Так поступают до тех пор, пока не установится температура $T_3 = +45$ °С, когда кофе приятно пить. Оцените, сколько граммов мороженого надо положить для этого в кофе? Потерями тепла пренебречь. Считать известными удельные теплоёмкости воды $C_v = 4,2$ кДж/(г · °С), льда $C_l = 2,1$ кДж/(г · °С), серебра $C_c = 0,23$ кДж/(г · °С), фарфора $C_{\phi} = 0,8$ кДж/(г · °С) и удельную теплоту плавления льда $\lambda = 340$ Дж/г

<p>Дано: $m_{\phi} = 100$ г, $T_k = 20$ °С, $m_1 = 150$ г, $T_1 = 90$ °С, $T_2 = -12$ °С, $m_{\text{лож}} = 15$ г,</p>	<p>Решение: Прежде всего, нужно придумать модель, которую можно применить для описания процесса охлаждения кофе при помощи мороженого. Предположим, что мороженое по своим свойствам близко ко льду, то есть имеет примерно одинаковые с ним удельную теплоёмкость и удельную теплоту плавления, и столь же небольшую теплопроводность. Предположим также, что для охлаждения кофе до требуемой температуры в него нужно будет положить мороженое ложечкой несколько раз. Будем считать, что при опускании в мороженое ложечка охлаждается до температуры брикета, а при опускании в кофе — нагревается до температуры напитка. Ввиду малой теплопроводности мороженого от ложечки прогревается только тонкий его слой, и при следующем заборе мороженого из того же места брикета отданная ложечкой теплота будет забрана обратно. В этом случае перенос теплоты ложечкой можно не учитывать. Но возможен и другой способ, когда мороженое берётся каждый раз из нового места брикета, и ложечка отдаёт ему тепло. Теперь можно пытаться решить задачу «в лоб», определяя температуру кофе после каждого следующего забора мороженого из брикета и размешивания кофе. Однако, в задаче не спрашивается, сколько ложек мороженого нужно положить в кофе, а требуется лишь оценить необходимую массу мороженого. Поэтому попытаемся сначала решить задачу в первом приближении. Запишем уравнение теплового баланса для системы, состоящей из чашки, ложки, кофе и мороженого. Энергия, выделяющаяся при охлаждении кофе от температуры T_1 до температуры T_3, равна $m_1 C_v (T_1 - T_3)$. Она идёт на нагрев фарфоровой чашки от комнатной температуры T_k до температуры T_3, на нагрев искомой массы мороженого m_2 от температуры T_2 до температуры $T_0 = 0$ °С, на плавление и дальнейший нагрев этой массы от температуры T_0 до температуры T_3, а также, если забор мороженого осуществляется каждый раз из нового места брикета, — на нагрев серебряной ложки, которая может помещаться в мороженое и в кофе по нескольку раз, нагреваясь на разное количество градусов, поскольку кофе постепенно охлаждается. Чтобы не рассматривать весь процесс детально (ведь мы ищем оценку), предположим, что ложечка погружается в мороженое и в кофе n раз и каждый раз нагревается на некоторую среднюю разность температур кофе и мороженого $T_{\text{ср}}$. Учитывая всё это, получаем уравнение: $m_1 C_v (T_1 - T_3) = m_{\phi} C_{\phi} (T_3 - T_k) + m_2 (C_l (T_0 - T_2) + \lambda + C_n (T_3 - T_0)) + m_{\text{лож}} C_c n \Delta T_{\text{ср}}$ Выразим отсюда искомую массу мороженого m_2 и подставим числовые значения</p>
--	--

известных величин:

$$m_2 = \frac{m_1 C_n (T_1 - T_3) - m_\phi C_\phi (T_3 - T_k) - m_{лож} C_c n \Delta T_{cp}}{C_n (T_0 - T_2) + \lambda + C_n (T_3 - T_0)} = \frac{28350 - 2000 - 3.45 \cdot n \Delta T_{cp}}{554}$$

Из полученного соотношения видно, что последнее слагаемое числителя, которое описывает вклад в энергообмен серебряной ложки, имеет примерно одинаковый порядок со вторым слагаемым, описывающим нагрев фарфоровой чашки, и что оба они намного меньше первого слагаемого, отвечающего за охлаждение кофе. Действительно, предположим, что мороженое забирают ложечкой только один раз ($n = 1$). Среднюю разность температур мороженого и кофе можно считать примерно равной $T_{cp} \approx 80$ °С. Тогда последнее слагаемое равно 276 Дж, и для массы мороженого

$$m_2 \text{ находим: } m_2 \approx \frac{26350 - 3.45 \cdot 80 \cdot 1}{554} \approx 47 \text{ г.}$$

Полученный результат означает, что ложечка слабо влияет на процесс охлаждения кофе, так как на её нагревание затрачивается очень небольшое количество тепла. Понятно также, что оценка средней разности температур T_{cp} и числа заборов мороженого n почти не влияет на ответ. В самом деле, предположим, что мы клали мороженое в кофе в пять приёмов, то есть будем считать, что в ложечку помещается около 10 граммов

$$\text{мороженого. Тогда для массы мороженого } m_2 \text{ получим } m_2 \approx \frac{26350 - 1380}{554} \approx 45 \text{ г,}$$

то есть новое значение отличается от найденного ранее всего на два грамма (или примерно на 4%). После всего сказанного становится ясно, что при получении оценочного результата вклад ложки можно вообще не рассматривать, то есть можно не включать соответствующее слагаемое в уравнение теплового баланса — ответ от этого практически не изменится. то есть новое значение отличается от найденного ранее всего на два грамма (или примерно на 4%). После всего сказанного становится ясно, что при получении оценочного результата вклад ложки можно вообще не рассматривать, то есть можно не включать соответствующее слагаемое в уравнение теплового баланса — ответ от этого практически не изменится.