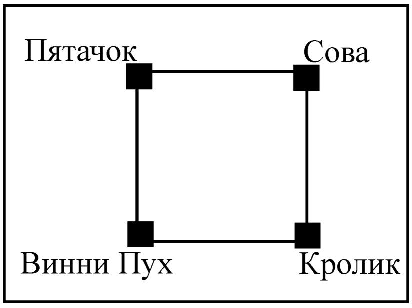
Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2012/13 учебный год
7 класс
Типовой вариант

1. Согласно плану местности домики Винни-Пуха, Пятачка, Совы и Кролика находятся в вершинах квадрата со стороной $L = 500$ м (см. рисунок). К каждому домику ведут прямые тропинки. На тропинке между домиком Пятачка и домиком Совы находится прудик, где, как правило, грустит ослик Иа.



В 10 часов утра Вини-Пух отправился к Пятачку. Вини-Пух двигался равномерно со скоростью $\upsilon_1 = 4$ км/ч. В это же время шустрый Кролик направился к домику Совы и тоже двигался равномерно со скоростью $\upsilon_2 = 8$ км/ч. Когда Вини-Пух встретил Пятачка, они вместе продолжили равномерно двигаться со скоростью $\upsilon_3 = 3$ км/ч по тропинке к прудику. Аналогично поступили и встретившиеся Кролик и Сова. Почтенная Сова могла передвигаться несколько медленнее, чем Кролик, поэтому скорость их равномерного движения была $\upsilon_4 = 2$ км/ч. Все четверо друзей прибыли к Иа одновременно. На каком расстоянии от домика Совы находится «прудик грусти» ослика Иа? Ответ выразите в метрах.

Решение. Обозначим искомую величину через x. Время, затраченное 1) Вини-Пухом на путь до домика Пятачка: $t_1 = \dfrac{L}{\upsilon_1}$; 2) Вини-Пухом и Пятачком до «прудика грусти»: $t_3 = \dfrac{L-x}{\upsilon_3}$; 3) Кроликом до домика Совы: $t_2 = \dfrac{L}{\upsilon_2}$; 4) Кроликом и Совой до встречи с Иа: $t_4 = \dfrac{x}{\upsilon_4}$.

Из условия следует, что $t_1 + t_3 = t_2 + t_4$, или $\dfrac{L}{\upsilon_1} + \dfrac{L-x}{\upsilon_3} = \dfrac{L}{\upsilon_2} + \dfrac{x}{\upsilon_4}$.

Учитывая, что $L = 500$ м $= 0{,}5$ км, получаем следующее уравнение: $\dfrac{0{,}5}{4} + \dfrac{0{,}5-x}{3} = \dfrac{0{,}5}{8} + \dfrac{x}{2}$.

Решая полученное уравнение, находим искомую величину: $x = 0{,}275$ км $= 275$ м.

Ответ: 275 м.

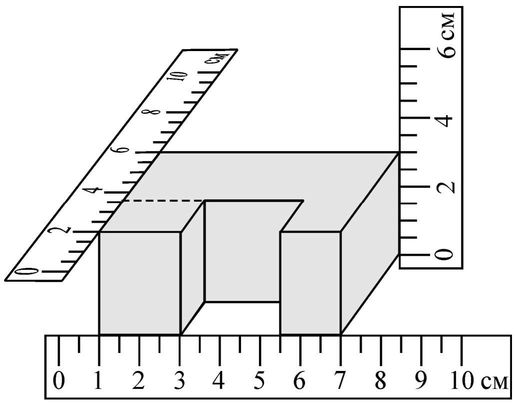
2. На кухне в квартире дяди Федора целый год капала вода. Утром перед школой сонный дядя Федор сидел за завтраком. За этот год дяде Федору уже не надо было посматривать на часы – он знал, что каша появлялась на его столе за $T = 10$ минут до того, как надо было покинуть квартиру, а это равнялось $N = 40$ ударам капель о раковину. В момент выхода из дома он поставил под капающий кран не грязную тарелку, а мерный стакан, и ушел в школу.

Вернувшись домой через $t = 5$ часов, дядя Федор тут же вынул мерный стакан из-под крана, в котором было 6 мл воды, и оставил его до прихода папы в надежде, что это будет поводом для починки крана. Папа был впечатлен такой наблюдательностью сына и, в общем-то, даже был не прочь начать ремонтные работы, но для полной убедительности попросил дядю Федора подсчитать объем одной капли воды в кубических миллиметрах. Помогите дяде Федору справиться с заданием папы, иначе у них так и будет капать вода!

Решение. Частота ударов капель о раковину равна $n = \dfrac{N}{T} = \dfrac{40}{10} = 4$ капли в минуту. Объем воды, набираемый за одну минуту, равен $V_1 = n \cdot v$, где v – объем одной капли. За 5 часов объем воды в мерном стакане будет равен $V = V_1 \cdot 5 \cdot 60 = n \cdot v \cdot 5 \cdot 60$. Так как 1 мл = 1 см^3 = 1000 мм^3, то $V = 6$ мл $= 6000$ мм^3. Отсюда получаем, что объем одной капли равен $v = \dfrac{V}{n \cdot 5 \cdot 60} = \dfrac{V \cdot T}{N \cdot 5 \cdot 60} = \dfrac{6000 \cdot 10}{40 \cdot 5 \cdot 60} = 5$ мм^3.

Ответ: 5 мм^3.

3. Тема лекции Знайки называлась «Измерения». Незнайке было скучно: «Что я, линейку не видел?!». Он сидел, рассматривая проплывающие по небу облака, как вдруг услышал: «Задание, друзья!» – сказал Знайка, – «Теперь определите **в системных единицах** площадь поверхности выданных вам тел.» Незнайке досталось тело замысловатой формы. Он прикладывал то так, то сяк какие-то на его взгляд неправильные линейки, выданные Знайкой. Но главное – что такое «системные единицы», Незнайка не знал.



Используя его измерения, помогите Незнайке справиться с заданием Знайки.

Решение. «Системные единицы» в системе СИ – это, очевидно метры. Согласно рисунку, имеем:

1) для боковых граней $S_1 = 0{,}04 \cdot 0{,}03 = 0{,}0012$ м^2;

2) для верхней (или нижней) грани $S_2 = 0{,}04 \cdot 0{,}02 + 0{,}025 \cdot 0{,}025 + 0{,}04 \cdot 0{,}015 = 0{,}002025$ м^2;

3) для задней (или торцевой) грани $S_3 = 0{,}03 \cdot 0{,}06 = 0{,}0018$ м^2;

4) для боковых граней углубления $S_4 = 0{,}015 \cdot 0{,}03 = 0{,}00045$ м^2.

Суммарная площадь поверхности: $S = 2 \cdot S_1 + 2 \cdot S_2 + 2 \cdot S_3 + 2 \cdot S_4 = 0{,}01095$ м^2.

Ответ: $S = 0{,}01095$ м^2.

4. Озадаченный Змей Горыныч прилетел к Бабе Яге: «Доставай-ка, старая, свои приборы колдовские и скажи, что за железку я добыл, которую, как мне сказали, ценить скоро будут под стать золоту?» Достала Баба Яга приборы нужные, попыхтела, побегала – тяжелая железка, Бабе Яге самой не поднять. Попросила она Змея Горыныча положить железку на чашу весов, а на другую чашу стала устанавливать мешки с алмазами. Потом приказала Змею снять железку с чаши и медленно опустить ее в заветный сосуд, доверху наполненный студеной водой, и стала считать, сколько амфор мерных выльется из носика сосуда. В конце Баба Яга подумала и сказала: «Тяжела железка-то твоя – как 10 мешков по 80 камней алмазных по 1000 карат каждый; и водички-то вылилось аж 2 амфоры с четвертью…».

Какова плотность металла, добытого Змеем Горынычем? Ответ представить **в системных единицах**, округлив до целого числа.

Для справки: 1 карат = 0,2 г, 1 амфора = 26,3 литра.

Решение. Согласно измерениям Бабы Яги, масса металла равна $M = 10 \cdot 80 \cdot 1000 \cdot 0{,}2 = 160$ кг. Объем металла равен $V = 2{,}25 \cdot 26{,}3 = 59{,}175$ литра $= 0{,}059175$ м^3. Следовательно, плотность металла равна $\rho = \dfrac{M}{V} = \dfrac{160}{0{,}059175} = 2703{,}845$ кг/м^3. Округляя до целого числа, получаем $\rho = 2704$ кг/м^3. Змея Горыныча не обманули – такую плотность имеет алюминий, приносящий кому-то в настоящее время весьма ощутимую прибыль.

Ответ: 2704 кг/м^3.