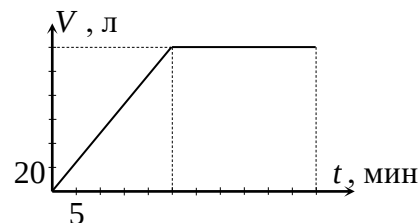


Решения и критерии оценивания
Отборочный тур олимпиады «Росатом», 2023-2024 учебный год,
Олимпиада памяти И.В.Савельева, физика, 7 класс

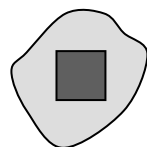
1. Из двух городов А и В, находящихся на расстоянии S , навстречу друг другу одновременно выехали два автомобиля. Первый движется со скоростью v , второй – $2v$. С момента, когда они встретились, первый поехал со скоростью $2v$, второй – со скоростью v (в тех же направлениях). Через какое время автомобили приедут в пункты назначения?

2. Винни-Пух принимал ванну. Когда ванна была частично заполнена, Винни вспомнил, что съел не весь мед у Кролика, выскочил из ванны и побежал к Кролику, забыв закрыть кран. Когда Винни-Пух вернулся, часть воды вылилась. Дан график зависимости объема воды в ванне от времени. Найти: объем воды, которая вылилась из ванны.

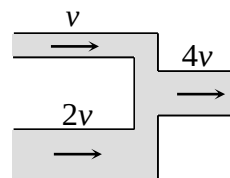


3. Во время автомобильных гонок победитель, пройдя 50 кругов кольцевой трассы, обогнал второго призера на 2 круга. Известно, что средняя скорость победителя за время прохождения им трассы составила $v = 100$ км/ч. Какова средняя скорость второго призера за это время?

4. Масса тела из пластилина, внутри которого находится железный кубик со стороной $a = 3$ см, составляет $M = 285$ г (см. рисунок). Найти его объем. Плотность железа $\rho_1 = 7,87$ г/см³, плотность пластилина $\rho_2 = 1,2$ г/см³.



5. Вода течет по двум соединяющимся трубкам с площадями сечений S и $3S$ со скоростями v и $2v$, и втекает в одну выходную трубу. Скорость воды в выходной трубе – $4v$. Найти площадь поперечного сечения выходной трубы S_1 .



Решения и критерии оценивания решений задач

1. От момента встречи до пунктов назначения первый автомобиль повторит движение второго, а второй автомобиль – движение первого. А поскольку от выхода из «своих» городов до встречи автомобили двигаются время

$$t = \frac{S}{v + 2v} = \frac{S}{3v},$$

то автомобили придут в пункты назначения (первый – в город В, второй – в город А) одновременно через удвоенное указанное время

$$t_{1,2} = \frac{2S}{3v}$$

после своего выхода из городов А и В.

Критерии оценивания решений задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)

1. Правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» - 1 балл
2. Правильно найдено время от выхода до встречи автомобилей – 2 балл
3. Утверждение, что движение автомобилей после встречи повторяет их движение до встречи (с перестановкой номеров автомобилей) – 1 балл
4. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

2. По графику заключаем, что от $t_1 = 0$ до $t_2 = 25$ минут ванна заполнялась (увеличивался объем воды), от $t_2 = 25$ минут до $t_3 = 55$ минут объем воды в ванне не менялся, следовательно, ванна была заполнена полностью, а вся вода, которая поступала из крана, вытекала.

По первому участку графика найдем скорость поступления воды из крана. Поскольку полный объем ванны $V = 120$ л был заполнен за время t_2 , то скорость поступления воды из крана равна

$$v = \frac{V}{t_2} = 4,8 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

А так вся вода, поступившая между моментами t_2 и t_3 вылилась из ванны, то объем этой воды равен

$$V_{\text{выл}} = v(t_3 - t_2) = \frac{V(t_3 - t_2)}{t_2} = 144 \text{ л.}$$

Критерии оценивания решений задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)

1. Использование графика для анализа событий, происходящих с Винни-Пухом - 1 балл
2. Правильное определение момента времени, когда вода стала вытекать из ванны – 1 балл
3. Правильно использована формула, аналогичная формуле «расстояние-время-скорость», но не для пройденного расстояния, а для объема вытекшей из крана воды – 1 балл
4. Правильно определена скорость наполнения ванны – 1 балл
5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

3. Пусть длина одного круга на трассе равна S , а время, которое затратил на прохождение всей трассы победитель равно t . Тогда согласно определению средней скорости средняя скорость победителя составляет

$$v_{cp,1} = v = \frac{50S}{t}$$

За это же время второй призер прошел на 2 круга меньшее расстояние, поэтому его средняя скорость за это время составляет

$$v_{cp,2} = \frac{48S}{t}$$

Выражая из первой формулы отношение S/t и подставляя его во вторую, получим

$$v_{cp,2} = \frac{48}{50} v = 96 \text{ км/час}$$

Критерии оценивания решений задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)

1. Правильное определение средней скорости - 1 балл
2. Правильно определена средняя скорость победителя – 1 балл
3. Правильная связь средней скорости победителя и призера – 1 балл
4. Правильная формула для средней скорости призера – 1 балл
5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

4. Очевидно, объем V тела складывается из объема железного кубика V_1 и объема собственно пластилина V_2

$$V = V_1 + V_2$$

Объем железного кубика находится через его линейные размеры $V_1 = a^3$. Объем пластилина найдем через его массу. Поскольку масса m_1 кубика есть $m_1 = \rho_1 V_1 = \rho_1 a^3$, то масса пластилина определяется соотношением

$$m_2 = M - m_1 = M - \rho_1 a^3.$$

Отсюда находим

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{M}{\rho_2} - \frac{\rho_1 a^3}{\rho_2}$$

Теперь получаем окончательно

$$V = a^3 + \frac{M}{\rho_2} - \frac{\rho_1 a^3}{\rho_2} = \frac{M}{\rho_2} - a^3 \left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2} \right) = 87,4 \text{ см}^3.$$

Критерии оценивания решений задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)

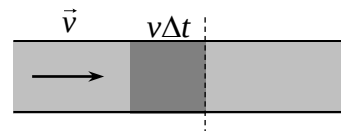
1. Правильное утверждение, что объем тела равен сумме объемов железа и пластилина - 1 балл
2. Правильное использование определения средней плотности составного тела – 1 балл
3. Правильно найден объем пластилина – 1 балл
4. Правильная окончательная формула для объема тела – 1 балл
5. Правильная – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

5. Рассмотрим воду, расположенную между двумя сечениями труб, которые показаны на рисунке пунктирными линиями. Так как у воды не меняется плотность, и не меняется объем выделенного участка воды, то масса воды, находящейся между выделенными сечениями, не меняется с течением

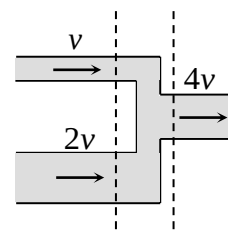
времени, несмотря на то, что вода течет. А это значит, что массы воды, втекающей в выделенный участок за некоторый интервал времени, и вытекающей из него за тот же интервал, одинаковы. Найдем эти массы и приравняем их друг другу.

Рассмотрим трубку, площадью сечения S , по которой течет жидкость со скоростью v (см. рисунок). Так как скорость всех элементов жидкости v , за интервал времени Δt сечение трубы (показано пунктиром на рисунке) пересекут те элементы жидкости, которые находятся на расстоянии, меньшем чем $v\Delta t$ (выделены более темным на рисунке). Их масса равна произведению плотности жидкости ρ на объем этих элементов жидкости $Sv\Delta t$:



$$m = \rho Sv\Delta t$$

Вернемся теперь к задаче. Так как в участок воды, расположенный между двумя пунктирными прямыми на первом рисунке, втекает вода по двум трубкам площадью сечения S и $3S$ со скоростями v и $2v$ соответственно, в него за некоторый интервал времени Δt втекает масса воды



$$m_{\text{втек}} = \rho Sv\Delta t + \rho 3S 2v\Delta t = 7\rho Sv\Delta t$$

а вытекает по одной трубке масса воды

$$m_{\text{вытек}} = \rho S_1 4v\Delta t$$

где S_1 - искомая площадь выходной трубки. Приравнивая эти массы, находим

$$S_1 = \frac{7}{4} S$$

Критерии оценивания решений задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)

1. Правильная идея решения – масса воды, подходящая к разветвлению трубы, равна массе воды уходящей от разветвления (баланс массы) - 1 балл
2. Правильно найдена массы воды, пересекающая за некоторый интервал времени сечение трубы – 2 балла
3. Правильное уравнение баланса массы – 1 балл
4. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

Оценка работы

Оценка работы складывается из оценки задач. Максимальная оценка – 25 баллов. Допустимыми являются все целые оценки от 0 до 25.