

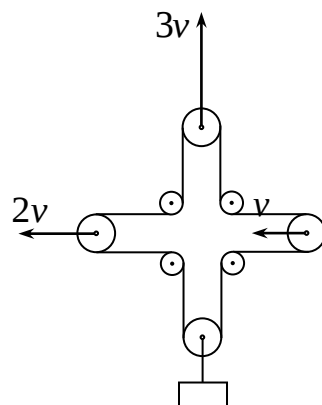
Решения и критерии оценивания
Отборочный тур олимпиады «Росатом», 2024-2025 учебный год,
Олимпиада памяти И.В.Савельева, физика, 7 класс

1. На пачках бумаги для офисной техники написана так называемая поверхностная плотность бумаги $\sigma = 80 \text{ г/м}^2$, представляющая собой массу 1 квадратного метра бумаги заданной толщины. Найти толщину этой бумаги, если обычная (в этом контексте объёмная) плотность офисной бумаги составляет $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.

2. Из города А в город В, расстояние между которыми l , со скоростью v_1 выехала машина. Через некоторое время Δt из города А в город В со скоростью $1,2v_1$ выехала вторая машина. Известно, что в город В машины приехали одновременно. Считая, что в течение всего времени движения машины ехали с постоянными скоростями, найти Δt .

3. В концентрированную кислоту добавили воду и получили раствор кислоты в воде с плотностью $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$. Найти массовую концентрацию кислоты в растворе, если плотность концентрированной кислоты вдвое больше плотности воды. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$. Считать, что объём раствора равен сумме объёмов воды и кислоты.

4. На столе находятся 8 блоков – 4 неподвижных и 4 подвижных. Система блоков показана на рисунке (вид сверху): подвижные блоки – крупные, неподвижные – маленькие. Через блоки перекинута веревка так, как это показано на рисунке, а к одному из подвижных блоков прикреплен груз. В некоторый момент времени три подвижных блока начинают тянуть со скоростями v , $2v$ и $3v$, показанными на рисунке. Найти скорость груза. Веревки нерастяжимы.



5. Автомобиль через каждые $\Delta t = 4$ секунды проезжает мимо столба линии электропередачи. Если водитель увеличит скорость машины на некоторую величину Δv , автомобиль будет проезжать мимо столба каждые $\Delta t_1 = 3,5$ секунды. Какое время понадобится машине, чтобы проехать между двумя ближайшими столбами, если она увеличит скорость еще на Δv ?

Решения и критерии оценивания решений задач

1. На пачках бумаги приводится так называемая поверхностная плотность бумаги – отношение массы листа к его площади

$$\sigma = \frac{m}{S}$$

Эта величина, имеющая размерность кг/м^2 представляет собой массу единицы площади (квадратного метра) бумаги. Связь объёмной ρ и поверхностной плотности σ можно установить, найдя, например, массу листа через объёмную и поверхностную плотность. Имеем

$$m = \rho V = \rho dS \quad \text{и также} \quad m = \sigma S$$

где d - толщина листа бумаги, S - его площадь. Отсюда

$$\rho d = \sigma$$

Поскольку объёмная плотность офисной бумаги составляет $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, из последней формулы находим толщину листа бумаги

$$d = \frac{\sigma}{\rho} = 10^{-4} (\text{м}) = 0,1 \text{ мм}$$

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

1. Правильное понимание того, что такое поверхностная плотность - 1 балл

2. Правильное понимание того, что такое объёмная плотность – 2 балл

3. Правильная идея решения – выражение массы листа через поверхностную и объёмную плотность – 1 балл

4. Правильный ответ (формула) – 1 балл

5. Правильный ответ (число) – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

2. За то время, пока первая машина ехала одна, она проехала расстояние

$$S = v_1 \Delta t$$

После этого на трассе были обе машины. Первая должна была проехать до города В расстояние

$$l - S = l - v_1 \Delta t .$$

Вторая – расстояние l . А поскольку по условию они пришли в город В одновременно, имеем

$$\frac{l - v_1 \Delta t}{v_1} = \frac{l}{1,2v_1}$$

Отсюда находим

$$\Delta t = \frac{0,2l}{1,2v_1} = \frac{l}{6v_1} = 0,38 \text{ часа}$$

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

1. Правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» - 1 балл

2. Правильно найдено расстояние, на которое первая машина успела уехать за время Δt – 1 балл

3. Правильно уравнение для времени Δt - 1 балл

4. Правильный ответ (формула) – 1 балл

5. Правильный ответ (число) – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

3. Массовой концентрацией раствора кислоты в воде называется отношение массы чистой кислоты в растворе к массе всего раствора

$$C = \frac{m}{m + M}$$

где m - масса кислоты, M - масса воды (и, соответственно, $m + M$ - масса всего раствора). С другой стороны, плотность раствора определяется как отношение его массы к его объёму

$$\rho = \frac{\frac{m + M}{\frac{m}{2\rho_6} + \frac{M}{\rho_6}}}{\frac{m + M}{2\rho_6}} = \frac{(m + M)2\rho_6}{m + 2M}$$

Отсюда находим массу воды в растворе

$$M = \frac{m(2\rho_6 - \rho)}{2(\rho - \rho_6)}$$

Используя теперь определение концентрации раствора, получим

$$C = \frac{m}{m + M} = \frac{m}{m + \frac{m(2\rho_6 - \rho)}{2(\rho - \rho_6)}} = \frac{2(\rho - \rho_6)}{\rho} = 0,33 = 33\%$$

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

1. Правильное понимание того, что такое концентрация раствора - 1 балл
2. Правильное понимание того, что такое средняя плотность – 2 балл
3. Правильное соотношение для средней плотности – 1 балл
4. Правильно найдена масса воды (через массу кислоты) или наоборот – 1 балл
5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

4. Пусть в некоторый момент времени блоки занимают положение, показанное на рисунке в условии задачи. И пусть прошёл малый интервал времени Δt . Тогда три подвижных блока, которые тянут, переместятся на расстояния $v\Delta t$ (налево), $2v\Delta t$ (налево) и $3v\Delta t$ (вверх на рисунке). Значит, веревка справа от двух подвижных блоков должна укоротиться на величину $2v\Delta t$, слева удлинится на $4v\Delta t$, сверху удлинится на $6v\Delta t$. Поэтому потребуется «лишняя» веревка длиной $6v\Delta t + 4v\Delta t - 2v\Delta t = 8v\Delta t$, которая может взяться только из нижней петли, охватывающей блок с грузом. Значит, этот блок (а вместе с ним и груз) поднимется вверх на величину $4v\Delta t$, чтобы освободить кусок веревки, необходимый для перемещения остальных блоков. И, следовательно, за время Δt груз переместился на расстояние $4v\Delta t$, а значит его скорость равна $4v$.

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

1. Правильное понимание того, как устанавливать кинематические связи - 1 балл
2. Правильное понимание того, что при перемещении блока на Δx требуется лишняя веревка (или веревка освобождается) длиной $2\Delta x$ – 2 балл
3. Правильное понимание, для каких блоков потребуется лишняя веревка, где веревка освободится – 1 балл
4. Правильно найдена длина требующейся лишней веревки – 1 балл
5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

5. Пусть расстояние между столбами равно l , а скорость машины в первом случае - v . Тогда

$$\frac{1}{\Delta t} = \frac{v}{l}$$

После того как машина увеличила скорость на Δv , аналогичное соотношение даёт

$$\frac{1}{\Delta t_1} = \frac{v + \Delta v}{l},$$

Откуда находим

$$\frac{\Delta v}{l} = \frac{1}{\Delta t_1} - \frac{1}{\Delta t} = \frac{\Delta t - \Delta t_1}{\Delta t \Delta t_1}$$

После того как машина увеличила свою скорость на $2\Delta v$ по сравнению с первым случаем, имеем

$$\frac{1}{\Delta t_2} = \frac{v + 2\Delta v}{l} = \frac{v}{l} + \frac{2\Delta v}{l} = \frac{1}{\Delta t} + \frac{2\Delta v}{l} = \frac{1}{\Delta t} + \frac{2(\Delta t - \Delta t_1)}{\Delta t \Delta t_1} = \frac{2\Delta t - \Delta t_1}{\Delta t \Delta t_1},$$

и соответственно

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta t \Delta t_1}{2\Delta t - \Delta t_1} = 3,1 \text{ с.}$$

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

- 1. Правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» - 1 балл**
- 2. Правильная формула «расстояние-время-скорость» для первого и второго случаев – 1 балл**
- 3. Правильно установлена связь величины Δv и расстояния между столбами линии электропередач - 1 балл**
- 4. Правильный ответ (формула) – 1 балл**
- 5. Правильный ответ (число) – 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.