

Решения и критерии оценивания
Отборочный тур олимпиады «Росатом», 2025-2026 учебный год,
Олимпиада памяти И.В.Савельева, физика, 8 класс

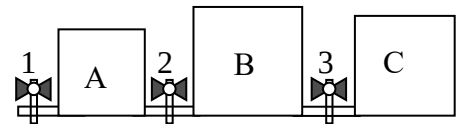
1. Тело массой $m = 100$ г имеет объём $V = 10$ см³. Какой объём имеет другое тело массой $3m$, если оно изготовлено из материала с вдвое меньшей плотностью? Будут ли эти тела плавать в жидкости с плотностью $\rho_0 = 8$ г/см³.

2. По двум параллельным путям в одну сторону едут товарный поезд и электричка. Скорость товарного поезда v , длина l . Скорость электрички $5v/2$, длина $l/4$. В течение какого времени электричка будет обгонять товарный поезд?

3. Для измерения расстояний между звёздами астрономы используют специальную единицу измерений — световой год, которая представляет собой расстояние, проходимое лучом света за 1 год. Какую величину с использованием логики определения светового года следует назвать световым километром? Переведите 1 световой километр в единицы СИ. Скорость света составляет 300 000 км/с.

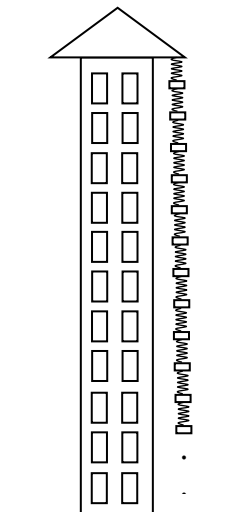
4. Три сосуда А, В и С соединены двумя трубками с кранами 2 и 3.

Сосуд А сообщается с атмосферой через трубку с краном 1. Все краны закрыты, из сосудов откачан воздух. Если открыть кран 1, в



сосуде А окажется масса воздуха m . Если теперь закрыть кран 1 и открыть кран 2 в сосуде В окажется масса воздуха $7m/9$. Если теперь открыть кран 3 (не меня положения других кранов), в сосуде С окажется масса воздуха $m/4$. Какая масса воздуха будет в сосудах А, В и С, если открыть все три крана?

5. К крыше очень высокого здания подвесили 100 одинаковых грузов, связанных одинаковыми пружинами (см. рисунок). Известно, что когда пружины растянулись, и все грузы оказались в положении равновесия, сотый (сверху) груз опустился на величину Δl . На сколько опустился при этом пятидесятый (сверху) груз? Считать, что для любых удлинений пружин выполняется закон Гука. Грузы земли не касаются.



Решения и критерии оценивания решений задач

1. Используя данные массу и объём, найдем плотность первого тела

$$\rho = \frac{m}{V} = 10 \text{ г/см}^3.$$

Тогда плотность второго тела равна

$$\rho_1 = \frac{m}{2V} = 5 \text{ г/см}^3.$$

Поэтому объем второго тела есть

$$V_1 = \frac{3m}{\rho_1} = 6V = 60 \text{ см}^3.$$

Плотность первого тела больше плотности $\rho_0 = 8 \text{ г/см}^3$ рассматриваемой жидкости, а второго меньше. Поэтому первое тело утонет в жидкости, второе будет плавать.

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

1. Правильное использование определения плотности - 1 балл
2. Правильно найдена плотность первого тела – 1 балл
3. Правильно найдена плотность второго тела – 1 балл
4. Правильно найден объем второго тела (формула и число) – 1 балл
5. Правильный вывод относительно плавания тел – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

2. Согласно здравому смыслу обгон начинается, когда начало электрички поравнялось с концом товарного поезда, а заканчивается, когда конец электрички поравнялось с началом товарного поезда. Поэтому разность расстояний, пройденных электричкой и товарным поездом равна сумме длин электрички и товарного поезда. Поэтому из формулы, связывающей расстояние, время и скорость для электрички и товарного поезда имеем

$$\frac{5}{2}vt - vt = l + \frac{l}{4}$$

где t - время обгона. Из этого уравнения находим

$$t = \frac{5l}{6v}$$

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

1. Правильное понимание того, что поезда – неточечные тела, и нужно учитывать их размеры - 1 балл
2. Правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» – 1 балл
3. Правильное понимание того, когда обгон товарного поезда электричкой начинается – 1 балл
4. Правильное понимание того, когда обгон товарного поезда электричкой заканчивается – 1 балл
5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

3. Поскольку световой год – это расстояние, проходимое лучом света за год, то световой километр – это время, которое нужно лучу света для прохождения одного километра. Поэтому

$$1 \text{ св.км} = \frac{1(\text{км})}{3 \cdot 10^5 (\text{км/с})} = 0,33 \cdot 10^{-5} \text{ с.}$$

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

1. Правильное понимание того, что такое световой год - 1 балл
2. Правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» - 1 балл

4. Правильная идея, что согласно логике введения светового года, световым километром следует называть время, за которое свет проходит расстояние один километр – 2 балла

4. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

4. После того как будет закрыт первый и открыт второй кран, масса воздуха m равномерно распределится между сосудами А и В. Значит, в сосуде В окажется масса воздуха пропорциональная его объему

$$m_B = \frac{V_B}{V_A + V_B} m = \frac{7}{9} m$$

Отсюда находим, что

$$V_B = \frac{7}{2} V_A.$$

После открывания крана 3 воздух между сосудами А, В и С распределится равномерно. Поэтому в сосуде С окажется масса воздуха

$$m_C = \frac{V_C}{V_A + V_B + V_C} m = \frac{1}{4} m$$

Отсюда находим, что

$$V_C = \frac{3}{2} V_A$$

А поскольку при открывании всех кранов воздух во всех сосудах будет иметь такую же концентрацию, что и атмосферный воздух, в сосуде А будет такая же масса воздуха как и вначале, в сосудах В и С во столько же раз большая масса, во сколько их объемы больше объема сосуда А:

$$M_A = m, \quad M_B = \frac{7}{2} m, \quad M_C = \frac{3}{2} m.$$

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

1. Правильное понимание идеи решения – при соединении сосудов газ распределяется между ними равномерно - 1 балл

2. Правильно найдено соотношение объёмов сосудов А и В – 1 балл

3. Правильно найдено соотношение объема сосуда С и остальных сосудов – 1 балл

4. Правильный ответ для массы газа в сосуде А при всех открытых кранах – 1 балл

5. Правильные массы газа в сосудах В и С при всех открытых кранах – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

5. В положении равновесия все пружины будут растянуты и смещение 100-го груза будет равно сумме удлинений всех пружин. Самая нижняя (сотая сверху пружина) растягивается массой m , 99-ая пружина растягивается массой $2m$, 98-ая – массой $3m$ и т.д. Поэтому по закону Гука находим величину смещения 100-го груза

$$\Delta l = \frac{mg}{k} + \frac{2mg}{k} + \frac{3mg}{k} + \dots + \frac{100mg}{k} = \frac{mg}{k} (1 + 2 + 3 + \dots + 100)$$

Используя формулу для суммы натуральных чисел от 1 до N

$$1+2+3+\dots+N=\frac{N(N+1)}{2},$$

получим

$$\Delta l = \frac{mg}{k} \frac{100 \cdot 101}{2} \quad (*)$$

Найдем теперь смещение 50-го груза. Проще всего это сделать так. Найти удлинение пружин от 51-ой, а потом отнять от величины Δl (*). Поскольку 100-ая (сверху) пружина растягивается массой m , 99-ая пружина растягивается массой $2m$, 98-ая – массой $3m$ и т.д. ... 51-ая - $50m$, то суммарное удлинение пружин с 51-ой до 100-ой равно

$$\Delta x = \frac{mg}{k} + \frac{2mg}{k} + \frac{3mg}{k} + \dots + \frac{50mg}{k} = \frac{mg}{k} (1+2+3+\dots+50) = \frac{mg}{k} \frac{50 \cdot 51}{2}$$

Отсюда находим смещение 50-го груза

$$\Delta l_1 = \Delta l - \Delta x = \frac{mg}{k} \left(\frac{100 \cdot 101}{2} - \frac{50 \cdot 51}{2} \right) = \frac{50mg}{2k} (202 - 51) = \frac{50 \cdot 151 \cdot mg}{2k} \quad (**)$$

Сравнивая (*) и (**), находим

$$\Delta l_1 = \frac{151}{202} \Delta l.$$

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

- 1. Правильное использование закона Гука - 1 балл**
- 2. Умение находить сумму последовательных натуральных чисел – 1 балл**
- 3. Правильно найдено смещение 100-го груза – 1 балл**
- 4. Правильно найдено смещение 50-го груза (через mg и k) – 1 балл**
- 5. 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.