

9 класс

1 задача. Какая в сосуде, если некоторого давление упало на температура 20%.

Решение.

$$P \cdot V = \frac{m_1}{\mu} R \cdot T \Rightarrow m_1 = \frac{P \cdot V \cdot \mu}{R \cdot T}$$

$$0,6P \cdot V = \frac{m_2}{\mu} R \cdot 0,8T \Rightarrow m_2 = \frac{0,6P \cdot V \cdot \mu}{R \cdot 0,8T}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{3}{4} = 0,75 \Rightarrow m_2 = 0,75m_1$$

Масса газа уменьшилась на 25%

часть газа осталась после выпуска количества газа 40%, а абсолютная уменьшилась на

(20 баллов)

ОТВЕТ: осталось 75% от газа

Критерии оценивания

- | | | |
|----|---|----------|
| 1. | 1. Записано уравнение Менделеева-Клайперона | 5 баллов |
| 2. | Записаны формулы для массы | 5 баллов |
| 3. | Записана конечная формула | 5 баллов |
| 4. | Даны правильные ответы | 5 баллов |

Задача 2. На школьной гладкой парте расположены неподвижный шарик №1 массой m и шарик №2 массой $m/2$, который движется со скоростью 6 м/с. Второй шарик попадает в центр первого, при этом удар «не вполне» упругий, так что в тепло переходит примерно $\frac{3}{4}$ от энергии, которая превратилась бы в тепло при абсолютно неупругом ударе. Какая скорость (по модулю) будет у налетающего шарика после удара?

Решение. Так как суммарный импульс системы не равен 0, в тепло не может перейти вся кинетическая энергия налетающего шарика, это противоречило бы ЗСИ. Связанных с этим обстоятельством довольно громоздких вычислений можно избежать, если перейти в инерциальную систему отсчета, в которой суммарный импульс равен нулю, т.е. в систему центра масс. Количество выделившейся теплоты от выбора системы отсчёта не зависит. Будем считать, что налетающий шарик двигался слева направо (как обычно). Скорость центра масс в лабораторной системе отсчета (ЛСО) равна

В системе отсчета, связанной с центром масс (СЦМ) налетающий шарик имеет скорость $6-2=4$ м/с, а второй шарик 2м/с влево.

Можно убедиться, что суммарный импульс действительно равен 0. По условию, после удара должна остаться только четверть кинетической энергии, значит скорости после удара уменьшатся вдвое (скорости связаны условием равенства нулю суммарного импульса, поэтому они не могут меняться независимо), т.е. скорость первого шарика 2 м/с влево, а второго 1 м/с вправо. В ЛСО скорости шариков получаются

$$-2+2=0$$

$$\text{и } 1+2=3 \text{ м/с}$$

Таким образом, **ответ: 0 м/с. ОТВЕТ: 0 м/с**

Критерии оценивания

- | | | |
|----|---|-----------------|
| 1. | Учтен закон сохранения импульса | 5 баллов |
| 2. | Записана формула для скорости центра масс | 5 баллов |
| 3. | Записана конечная формула | 5 баллов |
| 4. | Даны правильные ответы | 5 баллов |

Задача 3. Нагревая и сжимая идеальный одноатомный газ, его объём уменьшили на 20%, а давление увеличили в 1,5 раза. На сколько увеличится средняя квадратичная скорость атомов газа?

Решение. У идеального газа с температурой T и молярной массой M средняя квадратичная скорость

$$v = \sqrt{\frac{3pV}{m}}.$$

Нужно найти

$$x = \frac{v_2 - v_1}{v_1} = \frac{v_2}{v_1} - 1 = \sqrt{\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1}} - 1.$$

По условию $V_2=0,8V_1$, $p_2=1,5p_1$. Тогда $x \approx 0,1$, то есть средняя квадратичная скорость увеличилась на 10%.

ОТВЕТ: Средняя квадратичная скорость увеличилась примерно на 0,1 или на 10%

Критерии оценивания

- | | | |
|----|---|-----------------|
| 1. | Записано время движения мартышки вдоль удава на 1 этапе | 5 баллов |
| 2. | Записано время движения мартышки вдоль удава на 2 этапе | 5 баллов |
| 3. | Записана конечная формула | 5 баллов |
| 4. | Даны правильные ответы | 5 баллов |

Задача 4. Тонкая палочка длиной $l = 40$ см, сделанная из материала с плотностью $\rho = 0,22$ см³, шарнирно подвешена к потолку на высоте h так, что нижний ее конец погружен в жидкость, плотность которой равна $\rho_0 = 0,8$ г/см³. Определить длину погруженной части палочки l_0 .

Решение. Условие равновесия палочки:

$$M_{\text{тяж}} = M_{\text{Арх}},$$

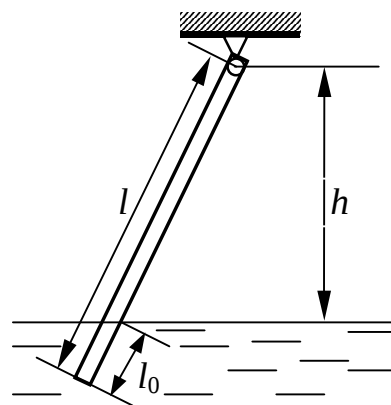
где

$$M_{\text{тяж}} = mgl_1 = mg \frac{l}{2} \sin \alpha \quad - \text{ момент силы тяжести}$$

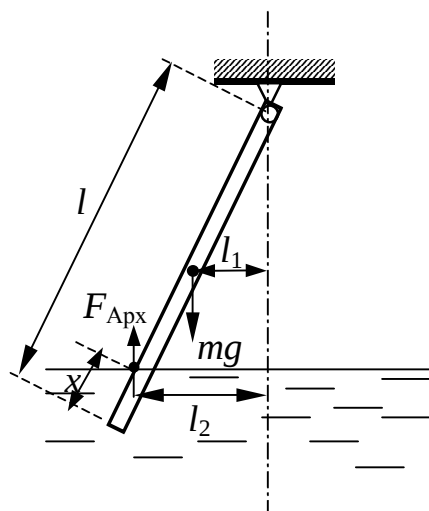
относительно оси вращения палочки; m – масса палочки.

$$M_{\text{Арх}} = F_{\text{Арх}} l_2 = F_{\text{Арх}} \left(l - \frac{l_0}{2} \right) \sin \alpha$$

– момент силы Архимеда $F_{\text{Арх}}$ относительно той же оси;



Для нахождения силы Архимеда учтем соотношение между объемами и плотностями вытесненной жидкости и палочки



$$\frac{F_{\text{Арх}}}{mg} = \frac{\rho_0 l_0}{\rho l},$$

откуда $F_{\text{Арх}} = mg \frac{\rho_0 l_0}{\rho l}.$

Условие равновесия теперь имеет вид:

$$\frac{mg \sin \alpha}{2} = mg \frac{\rho_0 l_0}{\rho l} \left(l - \frac{l_0}{2} \right) \sin \alpha.$$

Решая полученное квадратное уравнение относительно l_0 , находим

$$l_0 = l \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{\rho}{\rho_0}} \right).$$

Решение со знаком «плюс» перед радикалом «нефизично», так как при этом $l_0 > l$, что невозможно.

Таким образом

$$l_0 = l \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\rho}{\rho_0}} \right) = 5.2 \text{ см.}$$

ОТВЕТ: 5.2 см(20 баллов)
(20 баллов)

Критерии оценивания

- | | | |
|----|-------------------------------------|----------|
| 1. | Записано условие равновесия палочки | 5 баллов |
| 2. | Есть формула момента сил | 5 баллов |
| 3. | Записан закон Архимеда | 5 баллов |
| 4. | Дан правильный ответ | 5 баллов |

Задача 5. Первый шарик всплывает в воде с постоянной установившейся скоростью v_0 . Второй такой же по размеру шарик тонет в воде с постоянной установившейся скоростью $2v_0$. С какой постоянной установившейся скоростью будут тонуть эти шарики, если связать их нитью? Считать, что сила сопротивления пропорциональна скорости.

Решение. Указание: при установившемся движении сила тяжести, сила Архимеда и сила сопротивления уравнивают друг друга.

Условие равномерного движения в первом случае

$$F_{\text{Арх}} - m_1 g = F_{c1} = kv_0,$$

где k – коэффициент пропорциональности, $F_{\text{Арх}}$ – сила Архимеда

$$(\rho_0 - \rho_1)vg = kv_0 \quad (1)$$

Во втором случае

$$(\rho_2 - \rho_0)vg = F_{c2} = k2v_0 \quad (2)$$

В третьем случае

$$\rho_1 vg + \rho_2 vg - 2\rho_0 vg = F_{c1} + F_{c2} = 2kv_0 \quad (3)$$

Решая (1) – (3), получаем $v = 0.5v_0$.

Критерии оценивания

- | | | |
|----|---|-----------|
| 1. | Указано, что при установившемся движении сила тяжести, сила Архимеда и сила сопротивления уравнивают друг друга | 3 баллов |
| 2. | Найдено условие равномерного движения в первом случае | 5 баллов |
| 3. | Найдено условие равномерного движения во втором случае | 5 баллов |
| 4. | Найдено условие равномерного движения в третьем случае | 5 баллов. |
| 5. | Правильно определена скорость шариков | 2 балла |