

Рис.1

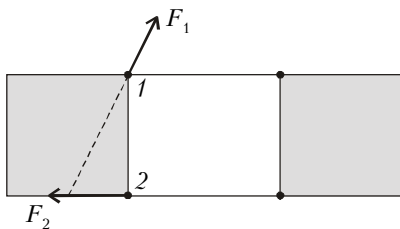


Рис.2

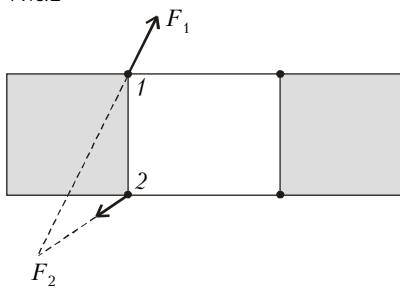


Рис.3

Для невесомых стержней равнодействующая сил, приложенных к кубику в точках 1 и 2 (рис.2), равна $F/2$, и линия ее действия происходит через центр этого кубика (подумайте, почему это так). Нижний стержень невесом, поэтому он может быть либо сжатым, либо растянутым. В нашем случае понятно, что он сжат. Со стороны этого стержня на кубик действует сила \vec{F}_2 в направлении вдоль стержня. Продолжение линии действия силы \vec{F}_1 пересекает нижнюю грань кубика в ее центре. Величины действующих на кубик сил равны

$$F_1 = \frac{F\sqrt{5}}{4} \text{ и } F_2 = \frac{F}{4}.$$

Во втором случае, когда стержни весомы, равнодействующая сил, приложенных в точках 1 и 2 (рис.3), равна $F/4$, а линия ее действия опять проходит через центр кубика. Проекции сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 на направление силы \vec{F} относятся теперь как 3 к -1 и равны $3F/8$ и $-F/8$. Проекции этих сил на горизонтальное направление, перпендикулярное \vec{F} , противоположны по знаку и составляют по величине $F/8$. Окончательно для величин сил получаем

$$F_1 = \frac{F\sqrt{10}}{8} \text{ и } F_2 = \frac{F\sqrt{2}}{8}.$$

С.Варламов

Ф1768. Длинный стержень с площадью поперечного сечения $S = 1 \text{ мм}^2$ сделан из материала с модулем Юнга $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$. На один из торцов начинает действовать вдоль стержня сила $F = 1 \text{ Н}$, равномерно распределенная по площади торца. Найдите смещение этого торца за время $t = 0,1 \text{ с}$ (считайте, что упругая волна за это время не достигла другого конца стержня). Скорость звука в стержне $v_{\text{зв}} = 5000 \text{ м/с}$.

После того как к торцу стержня приложили силу, в стержне начинает распространяться упругая волна. Через время t в движении участвует длина стержня $l = v_{\text{зв}} t$ — до более удаленной части стержня еще «не дошло», что к торцу приложена сила. При неизменной силе импульс системы должен линейно возрастать со временем, а поскольку масса вовлеченной в движение части стержня линейно растет, то скорость этой части постоянна. Обозначим ее v , тогда относительная деформация вовлечен-

ного в движение куска стержня равна $\epsilon = vt/l = v/v_{\text{зв}}$. Свяжем относительную деформацию с величиной действующей силы, площадью поперечного сечения стержня и модулем Юнга:

$$\frac{F}{S} = E\epsilon = \frac{Ev}{v_{\text{зв}}}.$$

Отсюда получим

$$v = \frac{Fv_{\text{зв}}}{SE} = 2,5 \text{ см/с}.$$

Следовательно, смещение торца за время $0,1 \text{ с}$ составит $2,5 \text{ мм}$.

А.Стержнев

Ф1769. В сосуде находится воздух и некоторое количество воды при температуре $+100^\circ \text{C}$. Объем сосуда медленно увеличивают при неизменной температуре и измеряют давление внутри с точностью примерно $0,5\%$. Результаты измерений приведены в таблице:

объем, см ³	20	25	30	35	40	45
давление, кПа	140	132	126,5	108,5	95	84,5

Какое количество воды сконденсируется, если, не изменяя окончательного объема сосуда, понизить температуру до $+20^\circ \text{C}$?

Нанесем точки на график зависимости давления в сосуде от температуры. Видно, что характер графика существенно изменяется при увеличении объема выше 30 см^3 — ясно, что при этом просто «заканчивается» вода, вся она превращается в пар. Известно давление насыщенного пара воды при этой температуре — оно составляет 100 кПа . По этим данным (парциальное давление, объем и температура пара) можно легко определить и массу водяного пара в сосуде:

$$m = \frac{pV}{RT} = \frac{18 \cdot 10^3 \cdot 30 \cdot 10^{-6}}{8,3 \cdot 373} \text{ г} = 0,017 \text{ г}.$$

При понижении температуры до $+20^\circ \text{C}$ давление насыщенных паров воды падает во много раз — можно считать, что практически вся масса пара конденсируется. Итак, масса конденсата воды получится $0,017 \text{ г}$.

А.Паров

Ф1770. Собрана схема, состоящая из идеальной батарейки напряжением $3,3 \text{ В}$, двух одинаковых амперметров, двух одинаковых вольтметров и «черного ящика» с четырьмя выводами (см. рисунок). Показания амперметров 10 мА и 12 мА , показания вольтметров $3,6 \text{ В}$ и 3 В . Нарисуйте возможную схему, находящуюся внутри «черного ящика» (постарайтесь придумать поподробнее!).

Внутри «черного ящика» непременно включена батарейка (один из вольтметров показывает напряжение $3,6 \text{ В}$, большее напряжения внешней батарейки $3,3 \text{ В}$). Попробуем обойтись одной батарейкой и од-

