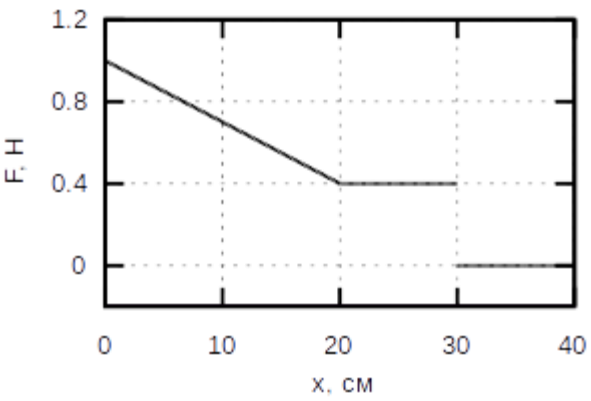
Всероссийская олимпиада школьников по физике. Муниципальный этап
Возможные решения задач
8 класс

Задача 1. Цилиндр в сосуде

Небольшое цилиндрическое тело, подвешенное на нити, погружают в широкий сосуд с водой и исследуют зависимость силы натяжения нити F от вертикального смещения верхнего конца нити x. Первоначально нижняя поверхность груза касалась поверхности воды. По графику определите площадь сечения исследуемого цилиндра, его массу и высоту, глубину сосуда. **(10 баллов)**



Возможное решение

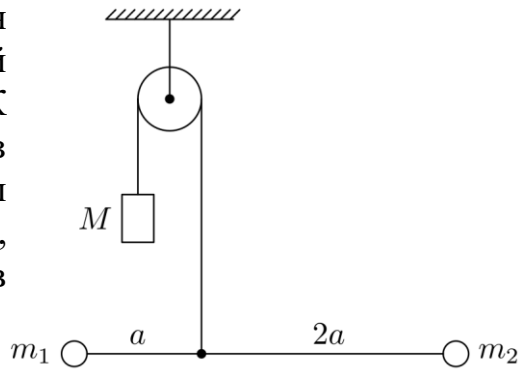
Первоначально сила натяжения нити равна сиде тяжести груза, тогда масса цилиндра составит $m = F/g = 100$ г. Поскольку сосуд широкий, а размер тела мал, можем пренебречь поднятием уровня воды в сосуде. Под действием выталкивающей силы натяжения нити уменьшается по закону $F = mg - \rho gSx$, где S — площадь сечения цилиндра, ρ — плотность воды. При погружении на 20 см сила Архимеда перестаёт меняться, откуда находим высоту цилиндра $H = 20$ см. Площадь сечение цилиндра составит $S = 3$ см^2. Глубина сосуда равна 30 см, начиная с этого смещения нить провисает, сила натяжения обращается в ноль.

Критерии оценивания решения:

1. Найдена масса груза — 2 балла.
2. Найдена высота цилиндра — 2 балла.
3. Найдена глубина сосуда — 2 балла.
4. Найдена площадь сечения — 4 балла.

Задача 2. Подвешенный стержень

Лёгкий жёсткий стержень длиной 3a, подвешен на невесомой нити, другой конец которой перекинут через блок как показано на рисунке. К противоположному концу нити прикреплён груз массой M = 3 кг. К концам стержня прикреплены грузы 1 и 2. Найдите массы m_1 и m_2 этих грузов, если система находится в равновесии, трения в оси блока нет. **(10 баллов)**



Возможное решение

Поскольку система находится в равновесии сила натяжения нити $T = Mg$. На лёгкий стержень действуют три силы, в результате система находится в равновесии: $T - m_1g - m_2g = 0$. Относительно точки крепления нити к стержню условие равенства моментов сил запишется в виде: $m_1ga = m_2g2a$. В результате совместного решения полученных уравнений найдём m_1 = 2M/3 = 2 кг, m_2 = M/3 = 1 кг.

Критерии оценивания решения:

1. Найдена величина силы натяжения нити — 2 балла.
2. Получено 1-ое условие равновесия стержня — 3 балла.
3. Получено 2-ое условие равновесия стержня — 3 балла.
4. Найдены массы грузов и записан верный ответ — 2 балла.

Задача 3. Ремонт дороги

Автобус выехал из города Кунгур и по расписанию должен прибыть в город Пермь в 12:00, для этого он едет со средней скоростью 60 км/ч. Оказывается, что на участке пути от Кукуштана до Кояново проводятся ремонтные работы и автобус вынужден сбросить скорость до 40 км/ч. На участке пути от Кояново до Перми в 30 км автобус увеличивает среднюю скорость до 70 км/ч, чтобы прибыть на автовокзал точно по расписанию в 12:00. Определите среднюю скорость автобуса на всем пути? Сколько времени автобус двигался со скоростью 40 км/ч? **(10 баллов)**

Возможное решение

Чтобы прибыть в Пермь по расписанию, автобус выехал из Кунгура со скоростью 60 км/ч. После всех изменений скорости, он прибыл точно в срок, значит средняя скорость на всем пути составила 60 км/ч.

Путь от Кояново до Перми автобус прошёл за 30/70 = 3/7 часа. Пусть автобус ехал от Кукуштана до Кояново со скорость 40 км/ч в течение времени t. Тогда расстояние от Кукуштана до Перми составит $30 + 40t$ км, а время движения $3/7 + t$ часов. Средняя скорость от Кукуштана до Перми равна 60 км/ч, значит $(30 + 40t)/(3/7 + t) = 60$. Автобус двигался со скоростью 40 км/ч в течение $t = 3/14$ ч = 13 минут.

Критерии оценивания решения:

1. Найдена средняя скорость на всем пути — 2 балла.
2. Найдено время движения от Кояново до Перми — 1 балл.
3. Получено выражение для времени движения от Кукуштана до Перми — 2 балла.
4. Получено выражение для расстояния от Кукуштана до Перми — 2 балла.
5. Получено выражение для средней скорости от Кукуштана до Перми — 2 балла.
6. Получен верный ответ – 1 балл.

Задача 4. Жёсткость пружины

Если некоторую пружину растягивать силой 40 Н, её длина будет равна 30 см, а если сжимать силой 10 Н, то её длина будет равна 20 см. Найдите длину пружины в недеформированном состоянии и жёсткость пружины. **(10 баллов)**

Возможное решение

Деформация пружины x связана с силой упругости F законом Гука $F = kx$, где k – жёсткость пружины. Длина пружины складывается из длины в свободном (недеформированном) состоянии L_0 и деформации пружины. При растяжении силой F_1 = 40 Н длина пружины равна $L_1 = L_0 + x_1$, при сжатии силой F_2 = 10 Н длина пружины равна $L_1 = L_0 - x_2$. Совместно решая систему из двух уравнений с двумя неизвестными, находим $L_0 = (F_2L_1 + F_1L_2)/(F_1 + F_2)$ = 22 см, $k = (F_1 + F_2)/(L_1 - L_2)$ Н/м.

Критерии оценивания решения:

1. Найдена связи силы упругости с деформацией пружины при растяжении — 2 балла.
2. Найдена связи силы упругости с деформацией пружины при сжатии — 2 балла.
3. Получено выражение для длины пружины при растяжении — 2 балла.
4. Получено выражение для длины пружины при сжатии — 2 балла.
5. Найдено решении системы уравнений, записан верный ответ — 2 балла.