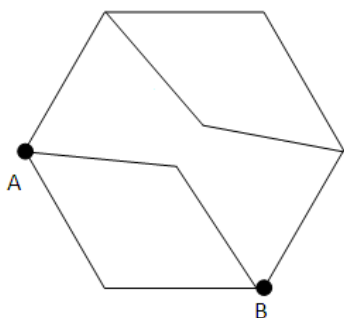
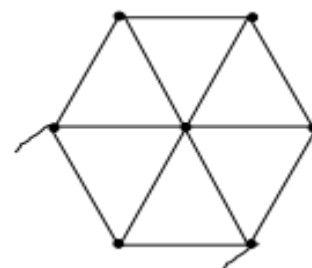


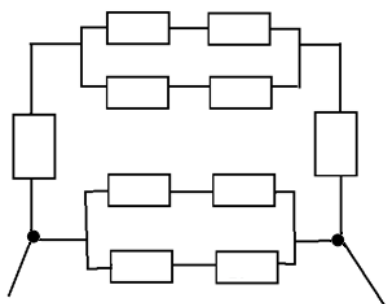
Интернет-олимпиада по физике 3 тур. Задание для 8 класса с решениями.

1. Рассчитайте сопротивление фигуры, изображенной на рисунке. Фигура сделана из металлической проволоки и сложена так, что каждая сторона имеет сопротивление 3 Ом.

Решение. Фигура, изображенная на рисунке, симметрична. В силу этого ток по двум центральным проводам ток не потечет. В таком случае, схема будет выглядеть следующим образом:



Попробуем изобразить эквивалентную схему:



Значит, сопротивление оставшихся частей можно найти через формулы для последовательного и параллельного соединения одинаковых резисторов:

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}, \quad R_{\text{общ}} = \frac{3}{4}R \quad \text{или}$$
$$R_{\text{общ}} = 2,25 \text{ Ом}$$

Максимальный балл: 5. Разбалловка:

1 балл за использование формул для расчета сопротивлений (последовательного и параллельного)

1 балл за обнаружение частей, по которым ток не пойдет (симметрию фигуры)

1 балл за изображенную эквивалентную схему

1 балл за итоговую аналитическую формулу для общего сопротивления

1 балл за верный численный ответ

2. Автомобили плотным потоком движутся по шоссе с постоянной скоростью 90 км/ч. Перед поврежденным участком автомобили резко сбрасывают скорость в 6 раз. Каким должно быть расстояние между ними, чтобы при этом они не сталкивались, если известно, что длина автомобиля 5 м?

Решение. Автомобили не будут сталкиваться, если расстояние между ними будет таким, чтобы второй автомобиль, двигаясь с относительной скоростью

$$v_{\text{отн}} = v_1 - v_2$$

прошел искомое расстояние за время, нужное второму автомобилю для перемещения на свою длину (при движении по поврежденному участку). Иными словами,

$$t = \frac{L}{v_1 - v_2} = \frac{d}{v_2}$$

$$L = \frac{d(v_1 - v_2)}{v_2} \text{ или } L = 25 \text{ м}$$

Максимальный балл: 5. Разбалловка:

1 балл за формулу относительного движение и рассуждения об относительности движения

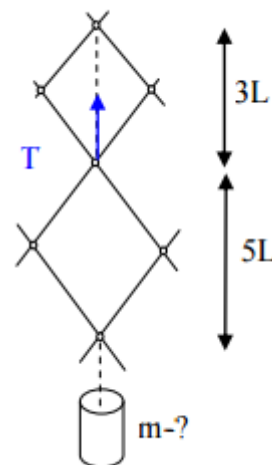
1 балл за формулу, связывающую время, путь и скорость

1 балл за верное выражение для времени

1 балл за идею о смещении второго автомобиля на свою длину

1 балл за численный ответ

3. Конструкция, представленная на рисунке, собрана из шести жестких легких стержней и семи шарниров (в каждом шарнире скреплены два жестких стержня). Самый верхний шарнир прикреплен к потолку. От схлопывания под тяжестью груза m конструкцию удерживает нить, соединяющая верхний и средний шарниры (на рисунке изображена пунктиром). В нити возникает сила натяжения $T = 15 \text{ Н}$. Какова масса груза?



Решение. Решать эту задачу можно, конечно, разными способами. В качестве решения приведем метод виртуальных перемещений, согласно которому работа всех сил реакции, возникающих в системе при любых достаточно малых возможных отклонениях ее от положения равновесия, равна нулю.

Предположим, что мы немного подняли конструкцию. Тогда точка приложения силы T сместиться вверх на $3x$, а сам груз поднимется на $8x$. Расписывая работы силы натяжения нити и силы тяжести, получаем выражение для массы:

$$m = \frac{3T}{8g}, m = 562,5 \text{ г.}$$

Максимальный балл: 5. Разбалловка:

1 балл за метод (либо рычаги, либо виртуальные перемещения)

1 балл за обоснование использование метода

1 балл за расстановку сил, подсчет работы каждой силы

1 балл за итоговую формулу

1 балл за численный ответ

4. В калориметре находится 300 г воды при температуре 10°C . К ней добавили 400 г льда с температурой -20°C . Какая температура будет в калориметре после установления теплового равновесия? Удельная теплоемкость воды $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг К})$, льда $2,1 \text{ кДж}/(\text{кг К})$, удельная теплота плавления льда $330 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Решение. Казалось бы, это задание выглядит стандартной задачей на теплообмен. Однако подобные задачи затруднительно решать в общем виде: для составления уравнения теплового баланса необходимо знать заранее, какие процессы произойдут со льдом и водой, иначе - каким будет конечное состояние: только вода, вода и лед или только лед.

Предположим, что весь лед растаял и температура в конце процесса стала положительной. Но вода, остыв до 0°C , отдаст количество теплоты равно $Q = c_v m_{\text{вд}} t_v = 12$ кДж. Такого количества теплоты хватит на плавление $m = Q/\lambda = 3,6$ г льда (и это без учёта нагревания льда до 0°C !). Но исходная масса льда 400 г, значит, весь лед не сможет растаять. Теперь предположим, что температура в конце процесса стала отрицательной. Значит, вода превратится в лёд и выделит $Q = m_{\text{вд}} \lambda = 100$ кДж (и это без учета ее охлаждения до 0°C !). Однако лед, даже нагревшись до 0°C , может забрать только $Q = c_l m_{\text{лд}} t_{\text{л}} = 16$ кДж. Значит, в конце процесса в калориметре установится температура $t = 0^\circ\text{C}$. В условии задачи были даны размерности с температурой в кельвинах, но для нас важна разница температур, а она в градусах Цельсия будет такой же.

Максимальный балл: 5. Разбалловка

- 1 балл за любую формулу для подсчета теплоты тел, участвующих в теплообмене
- 1 балл за детализацию процессов, происходящих с водой и льдом
- 1 балл за подсчет теплоты, которую может дать вода
- 1 балл за подсчет теплоты, которую может взять лед
- 1 балл за вывод о температуре

5. Килограммовый груз плотностью 4 г/см^3 погружен в жидкость в два раза меньшей плотности (см. рисунок). Какую силу надо приложить к левому концу нити, чтобы удержать груз под водой?

Решение. Рассмотрим силы, действующие на груз и подвижный блок. Поскольку в задаче ничего не сообщили про нить и блок, посчитаем блок невесомым, а нить нерастяжимой и невесомой. На основании этого можно утверждать, что сила, с которой мы действуем на нить, будет равна силе натяжения нити: $F = T$. Наша система находится в равновесии, значит, $2T + F_A = mg$. Распишем силу Архимеда: $F_A = \rho Vg$. Подставляя объем, выраженный через массу, получим:

$$F = \frac{mg(\rho_{\text{а}} - \rho)}{2\rho_{\text{а}}}, F = 2,5 \text{ Н.}$$

Максимальный балл: 5. Разбалловка:

- 1 балл за верную расстановку сил с учетом наличия блока в системе
- 1 балл за выражение для силы Архимеда
- 1 балл за невесомость нити, нерастяжимость нити, невесомость блока
- 1 балл за итоговую формулу
- 1 балл за численный ответ

Итого за работу: 25 баллов

