

**Задача 1.** В бочке с водой, диаметром 1 м, плавает льдина, которую за веревочку привязали ко дну. Когда льдина растаяла, то уровень воды в бочке изменился на 1 см. Найдите чему равнялась сила натяжения нити.

**Решение :**

Для решения задачи полезно рассмотреть случай, когда льдина не притянута ко дну бочки. В таком случае, когда льдина растает, уровень воды в бочке не изменится, т. к. сила Архимеда, действующая на льдину, равна массе воды в объеме  $V$  вытесненном льдиной, и льдина, растаяв, не изменит своей массы и займет ровно этот объем  $V$ . Если мы притянем льдину ко дну, то уровень воды в бочке повысится на уровень  $h$ , такой что  $V_1 = hS$ , где  $S$  – площадь поперечного сечения бочки, а  $V_1 + V$  – объем льдины под водой. Силу натяжения нити найдем из условия, что льдина находится в равновесии, т. е. равнодействующая сил, действующих на льдину равна нулю.  $T = F_a - mg = (V + V_1)\rho g - V\rho g = V_1\rho g$ .

**Ответ :** 78,5 Н.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Показано, увеличится или уменьшится уровень воды (+1).

Показано что плотность и форма льдины не имеют значения (+2). Если задача решена в частном случае, баллы не засчитываются.

Получена верная формула и посчитан ответ (+2).

**Задача 2.** С помощью кипятильника воду объемом 2 литра нагрели с 80 до 90 °С за 1 минуту. Затем его выключили, и еще через минуту вода остыла на 1°С. Найдите мощность кипятильника.

**Решение :**

Рассмотрим указанную систему учитывая теплообмен между водой и кипятильником, а также между водой и окружающей средой. Для простоты можно считать мощность теплообмена с окружающей средой постоянной в пределах указанного диапазона температур. Когда воду нагревают, следует учесть подвод тепла от кипятильника  $N_1$  и отвод тепла в окружающую среду  $N_0$ .  $(N_1 - N_0)\tau = dt_1mc$ , где  $\tau = 1$  мин,  $\Delta t_1 = 10$  °С  $m = 2$  кг  $c = 4200$  Дж·°С/кг. Когда кипятильник отключают, учитываются только потери тепла в окружающую среду.  $N_0\tau = \Delta t_2mc$ , где  $\Delta t_2 = 1$ °С.

**Ответ :** 1540 Дж/с.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов.

Сказано про мощность отвода тепла (+1).

Сказано, почему ее можно считать постоянной (+1).

Составлены уравнения (+2).

Посчитан ответ (+1).

**Задача 3.** В квадрате  $2 \times 2$  соседние узлы соединены через резисторы с сопротивлением 1 Ом. Чему равно сопротивление между противоположными углами квадрата?

**Решение :**

Выберем на схеме направление токов и отметим одинаковыми цифрами участки цепи по которым текут равные токи, учтя, что система симметрична относительно диагонали АВ, и сопротивление все резисторов одинаково (см. рисунок). Если мы поменяем полярность, то направление всех токов измениться на противоположное, а абсолютное значение не измениться. Теперь повернем схему на  $180^\circ$  и увидим, что она совпала с исходной, значит  $I_1 = I_5$ ,  $I_2 = I_4$ . Рассмотрим чему равно падение напряжения между точками С и D. Т. к. падение напряжения не зависит от пути, то обязательно  $I_2 = I_3$ . Кроме того, из закона сохранения заряда известно, что сумма токов, которые втекают в некоторый узел, равно сумме токов которые из него вытекают, значит  $I_2 = I_1/2$ . Запишем чему равно падение напряжения между точками А и В, откуда найдем полное сопротивление цепи  $R_0$ .

$$U_{AB} = R_0 I_0 = R_0 2I_1$$

$$U_{AB} = RI_1 + RI_2 + RI_2 + RI_1 = 3RI_1$$

Получаем  $R_0 = 1,5R$ .

**Ответ :** 1,5 Ом.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Использована симметрия системы для упрощения схемы (+1 за способ).

Использован закон сохранения заряда (+1).

Отмечено, что что падение напряжения не зависит от пути (+1).

Обоснован верный ответ (5).

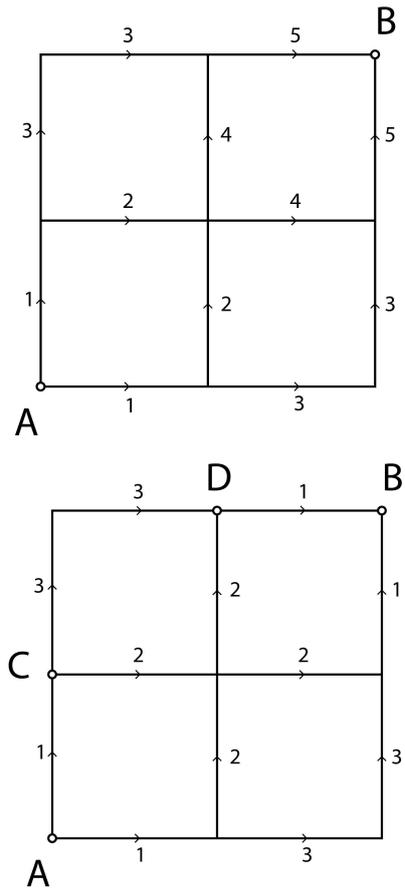


Рис. к задаче 3

**Задача 4.** Двое ребят отправились в деревню. У одного из них есть велосипед на котором можно ехать со скоростью 28 км/ч, и на нем нельзя ехать вдвоем. За какое наименьшее время они оба будут в деревне, если скорость одного из них без велосипеда равна 8 км/ч, а второго 7 км/ч. Расстояние до деревни 80 км.

**Решение :**

Поскольку они не могут ехать на велосипеде вдвоем, чтобы существенно сократить время движения им надо ехать на нем по очереди. Пусть один из них проехал первую часть пути длиной  $x$  на велосипеде со скоростью 28 км/ч а оставшуюся часть пути длиной  $80 - x$  прошел со скоростью 7 км/ч тогда второй сначала шел со скоростью 8 км/ч а потом ехал на велосипеде. Чтобы как можно раньше добраться до деревни, надо найти такой  $x$ , при котором они прибыли туда одновременно:

$$\frac{x}{28} + \frac{80 - x}{7} = \frac{x}{8} + \frac{80 - x}{28},$$

откуда получим  $x = 480/11$  км и потом найдем время движения.

**Ответ :**  $t = 6,8$  ч.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Предложен способ значительно сократить время пути для обоих ребят (+3).

Правильно составлены уравнения и получено наименьшее время движения (5).

**Задача 5.** Прямоугольная тележка длиной  $a = 8$  см и высотой  $b = 6$  см съехала с горки, после чего ее колеса заклинило и тележку перевернуло. Как вы думаете, какой высоты была горка?

**Решение :**

Если тележка смогла перевернуться, значит она обладала для этого достаточной энергией, которую она набрала, скатившись с горки. Во время переворота центр тяжести тележки поднимается на высоту  $h = \sqrt{\frac{a^2+b^2}{4}}$ . Минимальная энергия, необходимая для этого равна  $mgh$ , при которой в верхней точке переворота скорость тележки равна 0. Записав закон сохранения энергии получим, что высота горки  $H > \sqrt{\frac{a^2+b^2}{4}} - \frac{b}{2}$ .

**Ответ :** 2 см.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Показано, что задача решается из ЗСЭ (+1).

Указано, что минимальное значение высоты находится, если в верхней точке переворота скорость тележки равна 0 (+2).

Правильно выбрана верхняя точка (+1).

Дан верный ответ (+1).