Олимпиада им. Дж. Кл. Максвелла

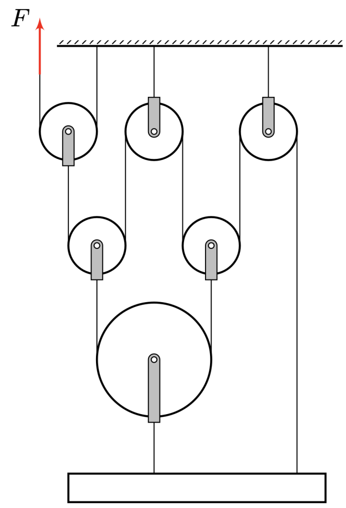
8 класс, региональный этап, 2024/25 год

Задача 1. **Когда-то где-то.** Когда-то где-то по прямому шоссе двигался равномерно автомобиль. Координаты автомобиля и моменты времени определял спутник GPS: иногда с погрешностью, иногда — точно. Известно, что через 1,5 минуты от начала наблюдения его координата была равна $(647{,}5 \pm 0{,}5)$ км, а через 3,5 минуты — $(649{,}5 \pm 0{,}5)$ км. Ещё известно, что в точке с координатой 648 км автомобиль был через $(2{,}25 \pm 0{,}25)$ минуты от начала наблюдения, а в точке с координатой 651 км через $(4{,}75 \pm 0{,}25)$ минуты. Определите:

1. максимально возможную и минимально возможную скорости автомобиля;
2. путь автомобиля за 3 минуты;
3. положение автомобиля через 3 минуты 15 с от начала наблюдения.

1. $v_{\max} = 80$ км/ч, $v_{\min} = 60$ км/ч; 3 км $\leqslant l \leqslant$ 4 км; 3. 649 км $\leqslant x \leqslant$ 649,5 км

Задача 2. **Выигрышные блоки.** Для систем, состоящих из нитей, подвижных и неподвижных блоков, применяемых для подъёма грузов, можно ввести понятие выигрыша в силе k. Он показывает, во сколько раз сила тяжести груза массой M превышает силу F, необходимую для его равномерного подъёма, то есть $k = Mg/F$.



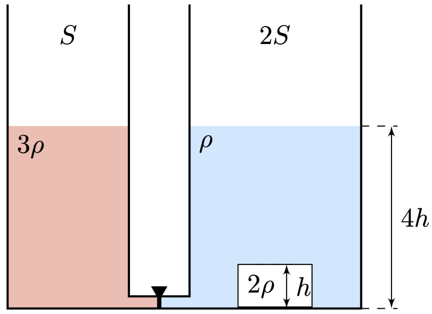
На рисунке представлена система, состоящая из нерастяжимых нитей пренебрежимо малой массы и шести блоков. Пусть данная система при равномерном подъёме груза массой M даёт выигрыш в силе $k = 4$.

1. Какой выигрыш k_1 она даст при равномерном подъёме груза $M_1 = 3{,}5M$?
2. Какой максимальный выигрыш $k_{\max}$ в силе сможет дать такая система при равномерном подъёме груза?
3. Для каких масс грузов эта система может дать выигрыш в силе?

Трение в блоках отсутствует. Свободные участки нитей вертикальны. Два подвижных блока, расположенных на одной горизонтали одинаковы. Считайте, что сила натяжения каждой нити постоянна по всей её длине.

1. $k_1 = 7$; 2. $k_{\max} = 10$; 3. $M_{\text{груз}} > \frac{M}{6}$

Задача 3. **Меж двух жидкостей.** Два открытых вертикальных цилиндрических сосуда соединены тонкой трубкой с краном (см. рис.). В сосуде с площадью сечения S находится жидкость плотностью 3ρ, а в сосуде с площадью сечения $2S$ — жидкость плотностью ρ и шероховатый брусок, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда. Высота бруска h, площадь основания S, плотность 2ρ. Высота столбов жидкости в сосудах одинакова и равна $4h$. Оба сосуда сверху открыты, жидкости не смешиваются, не сжимаются и не выливаются из сосуда. Объёмом соединительной трубки можете пренебречь. Кран открывают.



Определите высоту столбов жидкостей в каждом сосуде после того, как перетекание прекратится.

$\boxed{h_{лев} = \frac{7h}{3},\ h_{прав} = \frac{29}{6}h}$

Задача 4. **Тепловые шарики.** В теплоизолированном сосуде находится $m_0 = 200$ г воды при температуре $t_0 = 20\,^\circ$C. В воду опускают шарик с теплоёмкостью $C_ш = 200$ Дж/°C с температурой $t_ш = 98\,^\circ$C. После установления теплового равновесия температура в сосуде оказывается равной $t_1 = 35\,^\circ$C. Когда в сосуд, не вынимая первый шарик, опустили второй точно такой же шарик с той же температурой $t_ш = 98\,^\circ$C, то температура в сосуде после установления теплового равновесия оказалась равной $t_2 = 47\,^\circ$C.

Не вынимая двух первых шариков, в сосуд помещают ещё один точно такой же (начальная температура $t_ш = 98\,^\circ$C, теплоёмкость $C_ш = 200$ Дж/°C). Определите t_3 — температуру теплового равновесия в этом случае. Считать, что время опускания шарика в воду намного меньше времени установления теплового равновесия.

Удельная теплоёмкость воды равна $c_в = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплоёмкость материала шариков равна $c = 500$ Дж/(кг·°C), плотность шариков равна $\rho_ш = 7800$ кг/м^3, плотность воды равна $\rho_0 = 1000$ кг/м^3. Теплоёмкостью сосуда можете пренебречь.

$\boxed{t_3 = 57\,^\circ\text{C}}$