

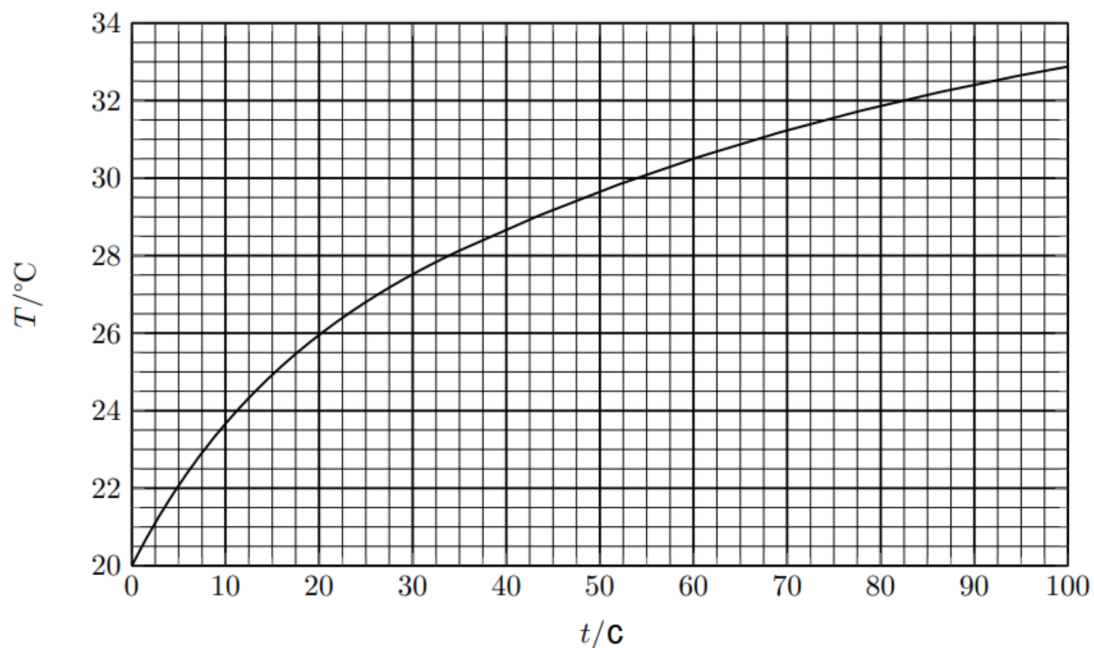
## Олимпиада «Курчатов» по физике

9 класс, 2022 год

1. Вова участвует в соревнованиях по стрельбе из лука, где ему нужно поразить цель на расстоянии  $L = 200$  м. Под каким углом  $\alpha$  к горизонту Вова должен стрелять из лука, чтобы попасть точно в середину мишени? При натяжении лука работа Вовы равна  $A = 500$  Дж, КПД лука  $\eta = 0,17$ . Масса стрелы  $m = 54$  г. В момент выстрела стрела находится на  $h = 70$  см выше центра мишени. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>.

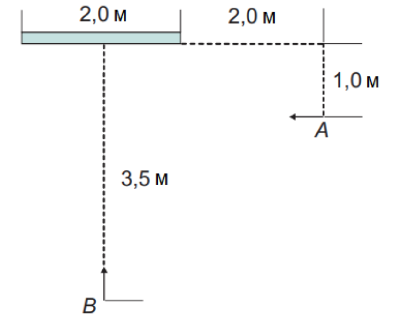
$$\boxed{6'0 \approx 20 \text{ со} ; g'0 \approx 10 \text{ со}}$$

2. В водонагревателе мощностью  $P = 2,0$  кВт изначально находится вода массы  $m_0$  и температуры  $T_0 = 20$  °С. Водонагреватель включают, и в этот же момент вода с той же температурой  $T_1 = 20$  °С начинает поступать извне в нагреватель с постоянной скоростью, то есть масса поступающей извне воды в единицу времени постоянна и равна  $\mu = \text{const}$  (г/с). Когда нагреватель полностью наполняется водой, вода начинает вытекать из отверстия сверху. Температура вытекающей воды продолжает расти до установления на уровне 36 °С. График изменения температуры воды, вытекающей из нагревателя, показан на рисунке. Найдите начальную массу воды  $m_0$  и массу поступающей извне воды в единицу времени  $\mu$ . Предположим, что, кроме вытекающей из нагревателя воды, потерь тепла нет, а вода в нагревателе всегда имеет одинаковую температуру. Удельная теплоемкость воды  $c = 4,2$  кДж/(кг · °С).



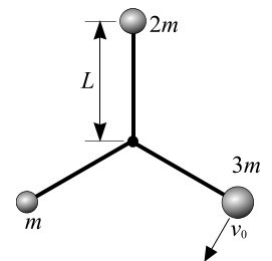
$$\boxed{c/1 \text{ 0g} \approx \frac{(0L-L)^2}{d} = t' \text{ ;} \Gamma' \Gamma = \frac{2\sqrt{L}}{d} = 0uu}$$

3. На стене большой комнаты висит зеркало шириной 2,0 м. Первоначально человек  $A$  стоит лицом к стене на расстоянии 2,0 м справа от правого края зеркала и 1,0 м от стены и начинает двигаться параллельно стене со скоростью 1,0 м/с в левую сторону. В этот же момент человек  $B$  начинает двигаться со скоростью 1,0 м/с в сторону центра зеркала под прямым углом к плоскости зеркала. Изначально человек  $B$  стоит на расстоянии 3,5 м от центра зеркала. Через какое время они увидят друг друга в зеркале? Закон отражения гласит, что угол падения равен углу отражения.



$$\boxed{c \approx 3 \text{ с}}$$

4. На концах трех жестких невесомых стержней длиной  $L = 12$  см каждый закреплены три одинаковых по размеру маленьких шарика массами  $m$ ,  $2m$  и  $3m$ , где  $m = 110$  г. Противоположные концы стержней соединены между собой в одной точке, вокруг которой они могут свободно вращаться. Первоначально вся система неподвижно лежит на гладкой горизонтальной поверхности; все углы между соседними стержнями равны  $2\pi/3$ . Коротким ударом шарика массой  $3m$  сообщают скорость  $v_0 = 4$  м/с, направленную перпендикулярно соответствующему стержню и параллельно поверхности. Найдите ускорения всех трех шариков сразу после удара, считая их отличными от нуля.



$$\boxed{a_1 \approx 1,4 \text{ м/с}^2; a_2 \approx 2,9 \text{ м/с}^2; a_3 \approx 5,8 \text{ м/с}^2}$$

5. Рассмотрим футбольный мяч, заполненный воздухом. Избыточное давление внутри мяча  $\Delta p = 20$  кПа, радиус мяча  $R = 10$  см и его масса  $m = 400$  г. Можно пренебречь зависимостью избыточного давления от деформации шара и массы внутри шара. Материал, из которого сделан мяч, не растягивается.

1. Мяч зажали между двумя параллельными жесткими пластинами, расстояние между которыми равно  $2R - 2h$  (так, что глубина деформации, на которую продавливается мяч, с каждой из двух сторон мяча равна  $h = 1$  см). Найдите силу, с которой мяч давит на пластину.
2. Мяч движется со скоростью  $v_0 = 2$  м/с и ударяется о твердую стенку. Найти максимальную глубину деформированного участка  $h$  и время столкновения  $t$ . Считайте, что искомая величина  $h$  значительно меньше радиуса мяча  $R$ .

$$\boxed{F \approx 1,2 \text{ Н}; t \approx 1,2 \text{ мс}; h \approx 0,1 \text{ см}}$$