

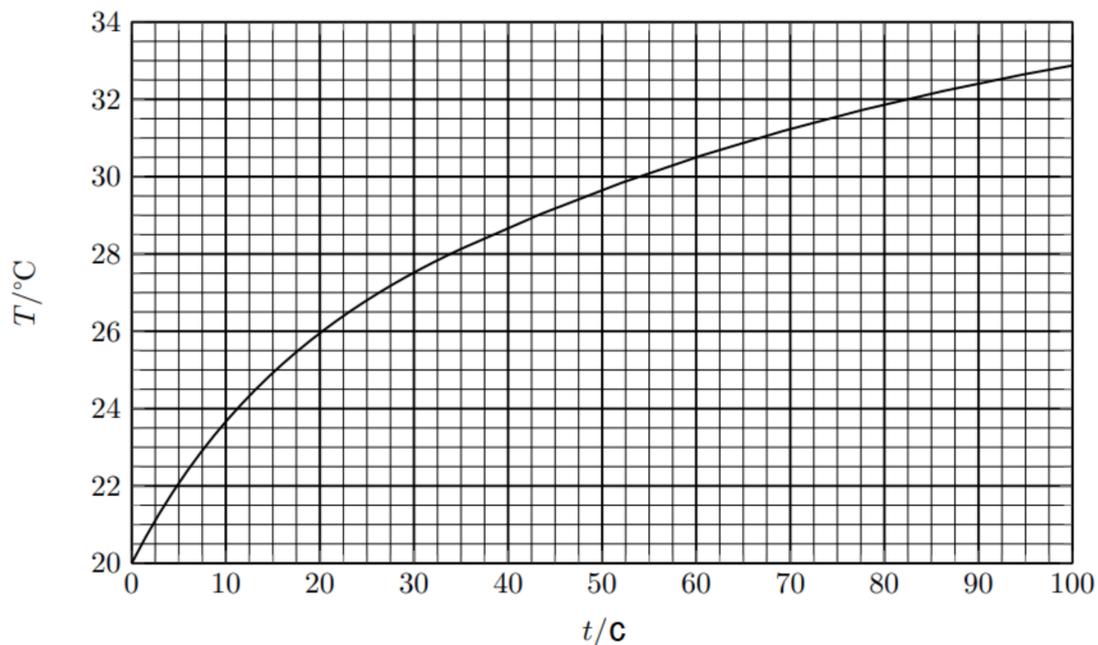
Олимпиада «Курчатов» по физике

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 α 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/с².

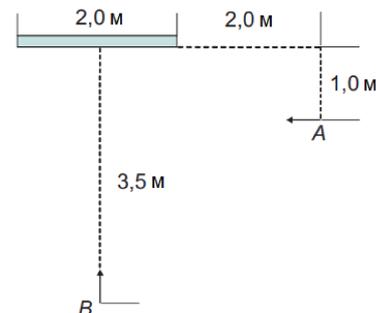
$$\boxed{6'0 \approx 20 \text{ со} ; g'0 \approx 10 \text{ со}}$$

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 μ . 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).



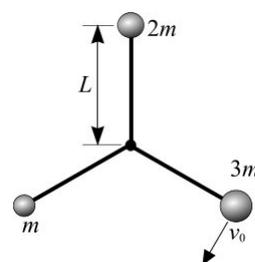
$$\boxed{c/1 \text{ 0g} \approx \frac{(0L-L)^2}{d} = t' \text{ ;} \Gamma' \Gamma = \frac{2V}{d} = 0uu}$$

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.



$$\boxed{t \approx 1,4 \text{ с}}$$

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.



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

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 .

$$\boxed{F \approx 1,2 \text{ Н}, h \approx 0,2 \text{ см}, t \approx 1,8 \text{ мс}}$$