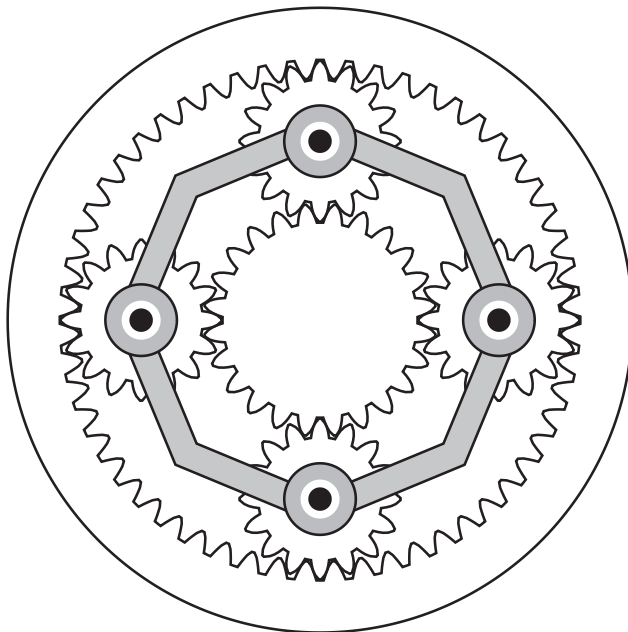


# Московская олимпиада школьников по физике

9 класс, второй тур, 2022 год

**ЗАДАЧА 1. Планетарная передача.** Внешняя шестерня *планетарной передачи* (см. приведённый ниже рисунок из «Википедии») называется *коронной*, внутренняя — *солнечной*, жёсткое подвижное звено, на котором закреплены оси маленьких *планетарных* шестерёнок, называется *водилом*.



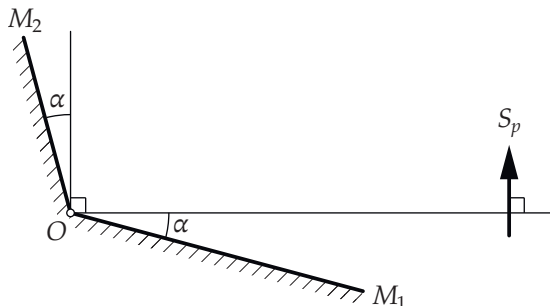
- А) Если водило неподвижно, а солнечная шестерня вращается с частотой  $n$  оборотов в секунду, то с какой частотой вращается коронная шестерня?
- В) Пусть солнечная и коронная шестерни вращаются в одну сторону, делая  $n$  и  $N$  оборотов в секунду соответственно. Чему равна частота вращения водила?

$$\frac{01}{N7+7N} = 8N \quad (\text{В}; \frac{1}{u8} = v_N \quad (\text{А})$$

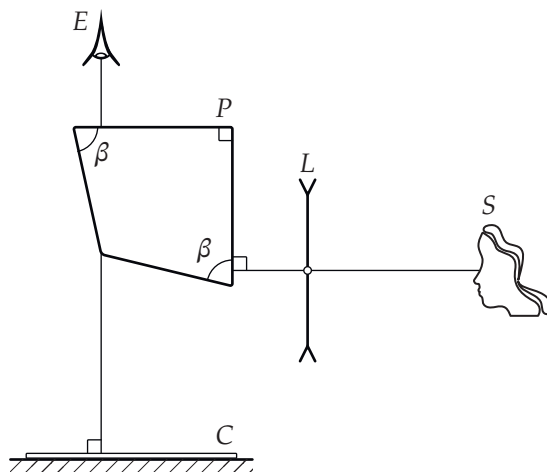
**ЗАДАЧА 2. Падение аппарата.** В поле тяжести Земли вниз по вертикали из состояния покоя движется летательный аппарат, на который кроме силы тяжести может действовать только подъёмная сила, создаваемая двигателем, направленная вертикально и сложным образом меняющаяся со временем. На рисунке представлен график зависимости квадрата скорости аппарата от пройденного расстояния на начальном участке его движения длиной  $L$ . Числовые значения цены деления сетки по каждой из осей неизвестны. В нулевой момент времени двигатель аппарата не работает. Известно, что если бы двигатель вообще не включался, то аппарат прошёл бы расстояние  $L$  за время, равное 7,75 с. Можно считать, что на рассматриваемом участке ускорение свободного падения равно  $10 \text{ м/с}^2$ , а сила сопротивления воздуха пренебрежимо мала. Найдите скорость и ускорение аппарата при его движении с включённым двигателем в моменты времени, соответствующие точкам  $A$  и  $B$  графика.



**ЗАДАЧА 4. Камера-люцида. А.** Два плоских зеркала  $M_1O$  и  $M_2O$  образуют двугранный угол (см. рисунок), при этом плоскость зеркала  $M_1O$  составляет неизвестный угол  $\alpha$  с горизонтальной прямой, а плоскость зеркала  $M_2O$  такой же угол  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq \pi/4$ ) с вертикальной прямой. Найдите такое значение (или значения, если их несколько) угла  $\alpha$ , что изображение плоского предмета  $S_p$ , располагающегося вертикально, лежит в горизонтальной плоскости.



**В.** На рисунке, приведённом ниже, изображена оптическая схема *камеры-люциды* — устройства, которое раньше применялось для перерисовывания предметов, людей, пейзажей с натуры. Размеры на схеме непропорционально изменены. Глаз рисовальщика обозначен буквой  $E$ , а перерисовываемый объект — буквой  $S$ .



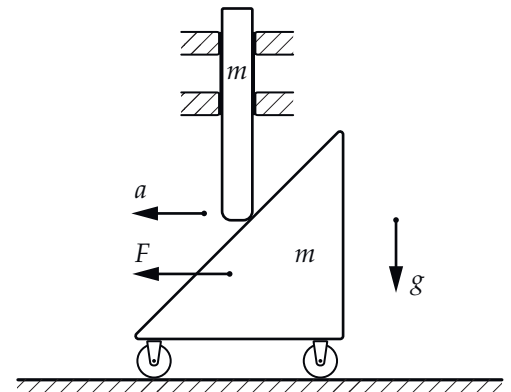
В устройстве используется рассеивающая линза  $L$ , а также призма  $P$  из стекла с показателем преломления  $n = 3/2$ , имеющая в сечении четырёхугольник с одним прямым углом и двумя одинаковыми острыми углами, равными  $\beta$ . Рисовальщик смотрит вертикально вниз на лист бумаги  $C$  (на котором рисует).

Считайте, что расстояние от линзы  $L$  до изображаемого объекта  $S$  значительно больше, чем расстояние между  $E$  и  $C$ . Линейные размеры призмы существенно меньше расстояния от  $L$  до  $S$  и расстояния от глаза рисовальщика до листа.

Объясните, как работает это устройство. Чему равен угол  $\beta$  призмы, которая использовалась в этом устройстве, по вашему мнению? Какую роль играет рассеивающая линза?

A)  $\alpha_1 = \pi/8$ ; B)  $\beta = 3\pi/8$

Задача 5. **Клин и стержень.** Верхняя грань клина массой  $m = 3$  кг составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  с горизонтом. Клин снабжен лёгкими колесиками и стоит на горизонтальной поверхности (см. рисунок). Стержень массой  $m$ , расположенный вертикально, может двигаться только вверх-вниз вдоль вертикальных направляющих, не испытывая трения. Между стержнем и клином имеется трение, характеризующееся неизвестным коэффициентом  $\mu$ . Если на клин действуют горизонтальной силой  $F = 102$  Н (как показано на рисунке), то клин и стержень движутся так, что касаются друг друга; ускорение клина сонаправлено силе и равно  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Ускорение свободного падения  $g$  считайте равным  $10$  м/с<sup>2</sup>.



- А) Найдите коэффициент трения  $\mu$ .
- В) Какую горизонтальную силу  $F_1$  нужно прикладывать к клину, чтобы он двигался с ускорением  $a$  в противоположную сторону?

А)  $\mu = 1/2$ ; В)  $F_1 = 6$  Н