



Условия задач, ответы и критерии оценивания

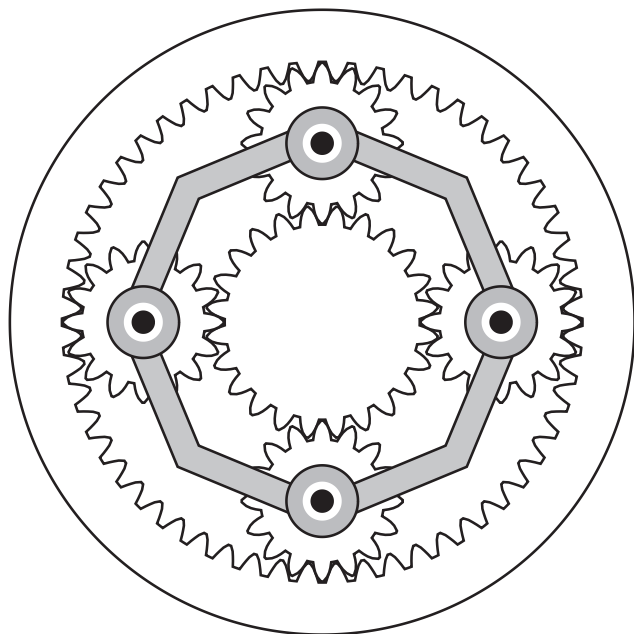
1. Планетарная передача (8 баллов)

Крюков П. А.

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. (3 балла) Если водило неподвижно, а солнечная шестерня вращается с частотой n оборотов в секунду, то с какой частотой вращается коронная шестерня?

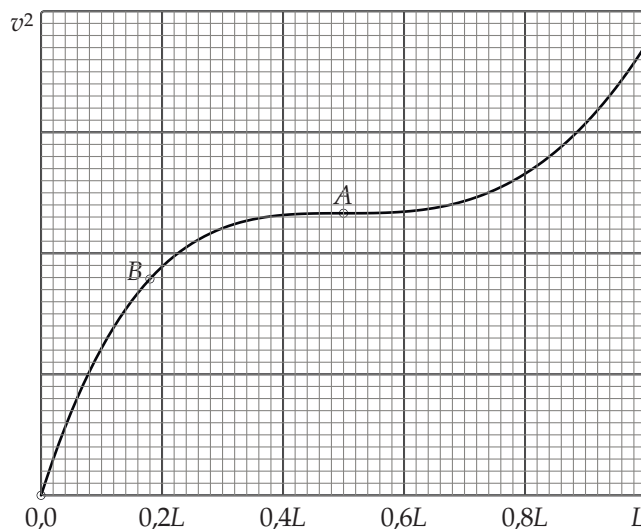
В. (5 баллов) Пусть солнечная и коронная шестерни вращаются в одну сторону, делая n и N оборотов в секунду соответственно. Чему равна частота вращения водила?



2. Падение аппарата (9 баллов)

Крюков П. А.

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.

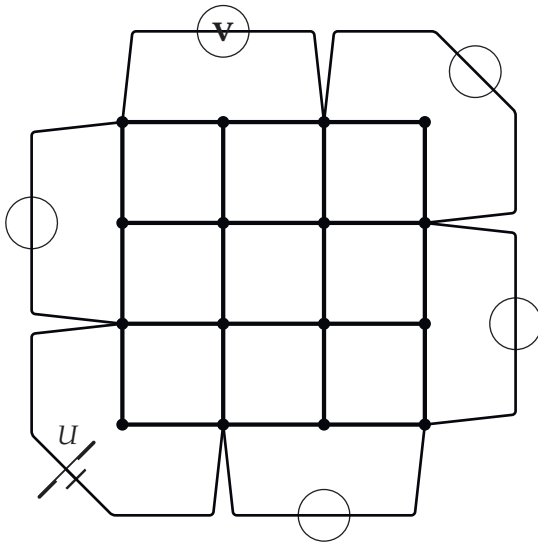


Можно считать, что на рассматриваемом участке ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 , а сила сопротивления воздуха пренебрежимо мала. Найдите скорость и ускорение аппарата при его движении с включённым двигателем в моменты времени, соответствующие точкам A и B графика.

3. Опять приборы (10 баллов)

Крюков П. А.

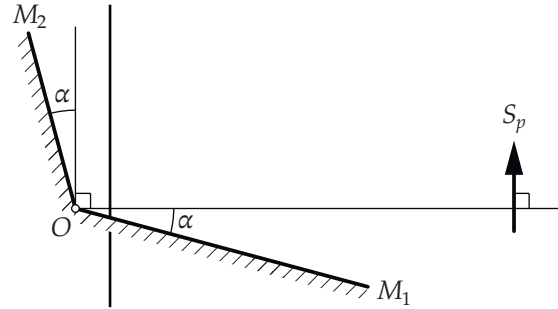
В схеме, изображённой на рисунке, все приборы идеальные. Батарейка, напряжение между выводами которой равно $U = 6 \text{ В}$, тоже идеальная. Сопротивление любого проводника, соединяющего соседние узлы сетки, равно 200 Ом . Сопротивление подводящих проводов, изображаемых тонкими линиями чёрного цвета, равно нулю. Найдите показания приборов.



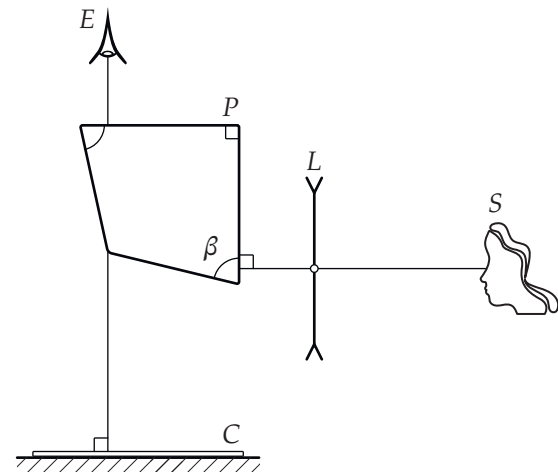
4. Камера-люцида (7 баллов)

Крюков П. А.

А. (3 балла) Два плоских зеркала M_1O и M_2O образуют двугранный угол (см. рисунок), при этом плоскость зеркала M_1O составляет неизвестный угол α с горизонтальной прямой, а плоскость зеркала M_2O такой же угол α ($0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{4}$) с вертикальной прямой. Найдите такое значение (или значения, если их несколько) угла α , что изображение плоского предмета S_p , располагающегося вертикально, лежит в горизонтальной плоскости.



В. (4 балла) 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 $n = \frac{3}{2}$, имеющая в сечении четырёх-

угольник с одним прямым углом и двумя одинаковыми острыми углами, равными β . Рисовальщик смотрит вертикально вниз на лист бумаги S (на котором рисует).

Считайте, что расстояние от линзы L до изображаемого объекта S значительно больше, чем расстояние между E и S . 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 β призмы, которая использовалась в этом устройстве, по вашему мнению? Какую роль играет рассеивающая линза?

5. Клин и стержень (9 баллов)

Варламов С. Д.

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 μ . 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/с². Ускорение свободного падения g считайте равным 10 м/с².

А. (4 балла) Найдите коэффициент трения μ .

В. (5 баллов) Какую горизонтальную силу F_1 нужно прикладывать к клину, чтобы он двигался с ускорением a в противоположную сторону?

