$$d_1 = d_0 - \left(v - \frac{v}{2}\right)\frac{l}{v} = d_0 - \frac{l}{2}. \qquad (2)$$

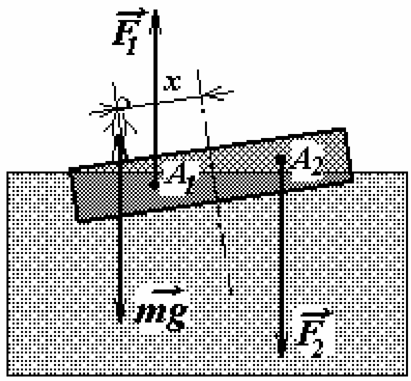
Из (1)-(2) находим

$$S = l.$$

Следует заметить, что мы считаем автомобили материальными точками, что не совсем корректно. Например, если $\frac{S}{2}$ больше длины автомобиля, и просвета между ними нет, таким образом автомобили столкнуться (Соблюдай дистанцию!). Приведенное решение предполагает, что длина автомобиля много меньше l.

10-2. Обозначим через h высоту поверхности плота с человеком над водой. Когда человек находиться в центре плота условие равновесия плота выглядит следующим образом:

$$d^2(d-h)\rho_0 g = mg + a^2 d\rho g;$$
$$h = 0{,}01 \text{ м};$$
$$\Delta V = a^2 h = 0{,}04 \text{ м}^3.$$



Если человек сместится на x параллельно ребру плота, и один край плота коснулся воды, таким образом другой поднялся на $2h$. При равновесии сумма моментов всех сил относительно центра тяжести плота должна быть равна нулю. Это, кроме веса человека $m\vec{g}$, силы F_1 и F_2, точки приложения которых расположены на расстоянии трети высоты треугольников (точки A_1 и A_2 соответственно). Эти силы равны

$$F_1 = \rho_0 \Delta V g, \; F_2 = \rho \Delta V g.$$

Правило моментов дает

$$F_1 \frac{a\cos\alpha}{6} + F_2 \frac{a\cos\alpha}{6} = mgx\cos\alpha.$$

Откуда

$$x = \frac{(\rho + \rho_0)\Delta V a}{3m} = 0{,}6 \text{ м}$$

10-3. Запишем первое начало термодинамики

$$\Delta Q = \Delta U + A, \quad (1)$$

где ΔQ — количество теплоты, сообщенное газу, ΔU — изменение его внутренней энергии, A — совершенная газом работа.

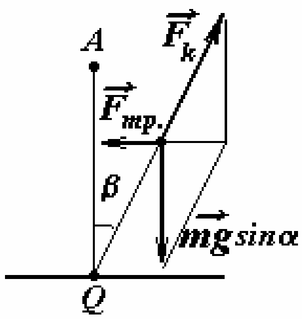
$$\Delta U = \frac{3}{2}R\left(T_2 - T_1\right). \quad (2)$$

$$A = \sum_i P_i \Delta V_i = \sum_i (P_0 + \alpha V_i)\Delta V_i = $$
$$= (\eta - 1)V\frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{R}{2\eta}(\eta - 1)(\eta T_1 + T_2) \quad (3)$$

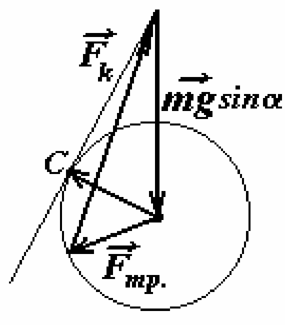
И с учетом (2) и (3)

$$\Delta Q = \frac{R}{2}\left[3\left(T_2 - T_1\right) + \frac{\eta - 1}{\eta}\left(\eta T_1 + T_2\right)\right] = 1520\ Дж.$$

10-4. Заметим, что искомый угол β – это угол между прямыми, которым принадлежат вектор $\vec{F}_k$ (силы Кулона) и проекция $m\vec{g}$ на наклонную плоскость.



Допустим, шайба находится в состоянии равновесия. Сумма сил, действующих на нее при этом, должна быть равна нулю. Для построения треугольника поступим следующим образом. Отложим постоянную компоненту $mg\sin\alpha$ первой, так как она не меняется при любых положениях шайбы. Теперь от конца вектора $mg\sin\alpha$ мы должны отложить вектор силы трения. Подчеркнем, что значение $\left|\vec{F}_{тр}\right| = \mu mg\cos\alpha,$ а направление его может быть любым, то есть множество концов всевозможных векторов $\vec{F}_{тр}$ образуют окружность. Вектор $\vec{F}_k$ должен замкнуть треугольник сил (иначе силы не уравновесят друг друга). Мысленно вращая $\vec{F}_{тр}$, видим, что максимальный угол реализуется в случае касания $\vec{F}_k$ окружности сил трения (в точке С), то есть



$$\sin\beta = \frac{\mu mg\cos\alpha}{mg\sin\alpha} = \mu ctg\alpha,$$