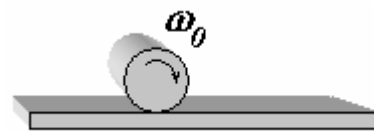
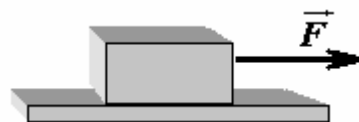


**1.1** Тонкостенную цилиндрическую трубку радиуса  $R$  раскрутили до угловой скорости  $\omega_0$  и аккуратно положили на горизонтальную поверхность (без начальной поступательной скорости). Найдите скорость установившегося движения оси цилиндра. Трением качения пренебречь.



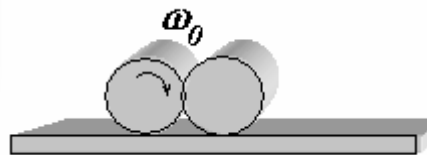
**1.2** Небольшой прямоугольный брусок массы  $m = 1,0 \text{ кг}$  находится на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен  $\mu = 0,20$ . К бруску прикладывают постоянную горизонтально направленную силу  $F$ . Постройте график зависимости модуля ускорения бруска от модуля приложенной силы.



**1.3** На горизонтальной поверхности расположен брусок. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен  $\mu = 0,20$ . Рядом с бруском располагают сильно раскрученный тонкостенный цилиндр массы  $m_1 = 1,0 \text{ кг}$ , диаметр которого равен высоте бруска. Коэффициент трения между боковой поверхностью цилиндра и горизонтальной поверхностью, а также с поверхностью бруска равен  $\mu = 0,20$ . При какой максимальной массе бруска цилиндр сможет сдвинуть его с места? Чему будет равно ускорение бруска, если его масса  $m_2 = 0,10 \text{ кг}$ ?



**1.4** На горизонтальной поверхности покоится тонкостенный цилиндр. Рядом с ним аккуратно кладут такой же цилиндр, но сильно раскрученный вокруг собственной оси. Коэффициенты трения между цилиндрами и поверхностью, а также между боковыми поверхностями цилиндров одинаковы и равны  $\mu = 0,20$ . С какими ускорениями начнут двигаться эти цилиндры?



## **Задача 2. «Хорошо ли Вы знаете закон преломления света?»**

**2.1** Показатель преломления воздуха зависит как от температуры, так и от давления. Будем считать, что в наших условиях показатель преломления зависит только от температуры, причем эта зависимость имеет вид

$$n = 1 + \frac{a}{T}, \quad (1)$$

Для воздуха при нормальном давлении постоянная  $a \approx 8,6 \cdot 10^{-2} \text{ К}$ .

Воздух над дорогой под действием солнечных лучей разогревается, из-за чего сухой асфальт может казаться «мокрым». Пусть в достаточно тонком слое над дорогой температура воздуха превышает среднюю температуру  $t_0 = 17^\circ \text{C}$  на величину  $\Delta t$ . На некотором минимальном расстоянии  $S$  от себя наблюдатель может видеть «лужи» на дороге.

Объясните появление «луж».

Постройте график зависимости  $S(\Delta t)$ .

Глаз наблюдателя находится на высоте  $h = 1,0 \text{ м}$  от дороги

Для моделирования миража в лаборатории ее размеры явно недостаточны, поэтому воздух «остроумно» можно заменить на кусок органического стекла, показатель преломления которого гораздо сильнее зависит от температуры. В качестве источника света используется тонкая светящаяся нить  $S$ . В дальнейшем рассматривайте лучи:

а) идущие под малыми углами к оси системы и на малом расстоянии от нее (параксиальное приближение);

б) лучи в плоскости, содержащей ось системы, и перпендикулярной нити.

**2.2** На расстоянии  $a = 40\text{см}$  от источника расположили тонкую собирающую линзу с фокусным расстоянием  $F = 20\text{см}$ . На каком расстоянии  $b$  от линзы следует расположить экран, чтобы на нем было четкое изображение нити?



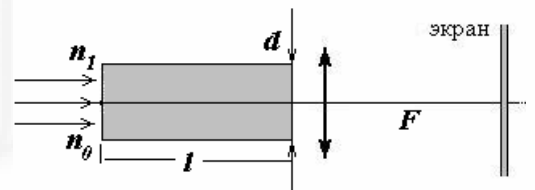
**2.3** Не меняя положение источника и линзы, вплотную к источнику расположили прямоугольный брусок из органического стекла.

Его длина  $l = 20\text{см}$ , показатель преломления  $n_0 = 1,5$ .



На каком расстоянии  $b$  от линзы следует расположить экран, чтобы опять на нем получилось четкое изображение источника?

**2.4** Брусок стали освещать параллельным пучком света. Экран расположили в фокальной плоскости линзы. После чего брусок стали нагревать с одной стороны. В результате неравномерного нагрева показатель преломления бруска стал изменяться линейно от  $n_0 = 1,5$  на одной стороне до



$n_1 = n_0 + \delta n$ , где  $\delta n = 2,0 \cdot 10^{-4}$  на другой. Направление изменения температуры перпендикулярно направлению распространения света. Как изменилась картина на экране после указанного нагрева бруска? Толщина бруска  $d = 4,0\text{см}$ .

### Задача 3. «Что вы знаете о Солнце?»

Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ ;

Скорость света  $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;

Среднее расстояние от Земли до Солнца  $L = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км}$ ;

Угловой размер Солнца, видимый с Земли  $\alpha = 32'$ ;

Масса Земли  $m = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ ;

Период обращения Земли вокруг Солнца 1 год (точно);

Солнечная постоянная (количество солнечной энергии Солнца, падающей в течение 1с на площадку площадью  $1\text{м}^2$ , поставленную на границе атмосферы, перпендикулярно к солнечным лучам)  $\gamma = 1,4 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$ ;

Постоянная Стефана-Больцмана  $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{ К}^4}$ ;