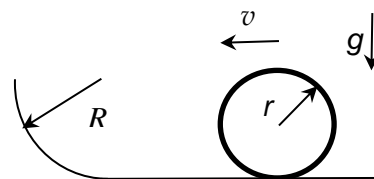


## Физика

### Задачи заочного тура олимпиады «Я — профессионал».

**Задача 1б. (10 баллов)** Тонкостенная труба радиуса  $r = 1$  м без проскальзывания катится со скоростью  $v$  по горизонтальной плоскости, которая плавно переходит в загнутую вверх цилиндрическую поверхность радиуса  $R$ , обрывающуюся на высоте  $h = 2$  м от земли. Прокатившись по цилиндрической поверхности, труба взлетает вертикально вверх. До какой максимальной высоты  $H$  над землей поднимется нижняя точка трубы, если в момент отрыва скорость центра трубы была в  $n = 1,5$  раза меньше  $v$ ? Ответ приведите в СИ с точностью до 0,01 м. Трение качения отсутствует.



**Задача 2б. (15 баллов)** Вылетевший с малой начальной скоростью с катода электронной пушки электрон движется по криволинейной траектории под действием постоянной по модулю силы, причём угол между этой силой и скоростью электрона также постоянен и равен  $\varphi = 30^\circ$ . Известно, что через  $\tau = 1$  мс после вылета угол  $\alpha$  между скоростью электрона и его ускорением оказался равен  $\alpha_1 = 45^\circ$ . Через какое время  $t$  после вылета этот угол окажется равен  $50^\circ$ ? Ответ приведите в миллисекундах с точностью до 0,1 мс.

**Задача 3б. (5 баллов)** Высота подъёма воды в некотором длинном стеклянном капилляре, нижний конец которого касается поверхности воды в сосуде, равна  $h_0 = 15$  см, при этом радиус кривизны поверхности воды в капилляре равен  $R_0 = 100$  мкм. Каким будет радиус кривизны поверхности  $R$ , если погрузить этот капилляр в воду так, что высота его верхнего края над поверхностью воды будет равна 12 см? Ответ дайте в микронах с точностью до 1 мкм.

**Задача 4б. (5 баллов)** В некотором процессе с одним молем одноатомного идеального газа произведение энтропии на абсолютную температуру оказалось константой:  $ST = 831$  Дж/моль. Найдите работу  $A$  над газом в этом процессе при изменении его температуры от  $T_1 = 200$  К до  $T_2 = 400$  К.  $R = 8,31$  Дж/моль/К. Ответ приведите в килоджоулях с точностью до 0,1 КДж.

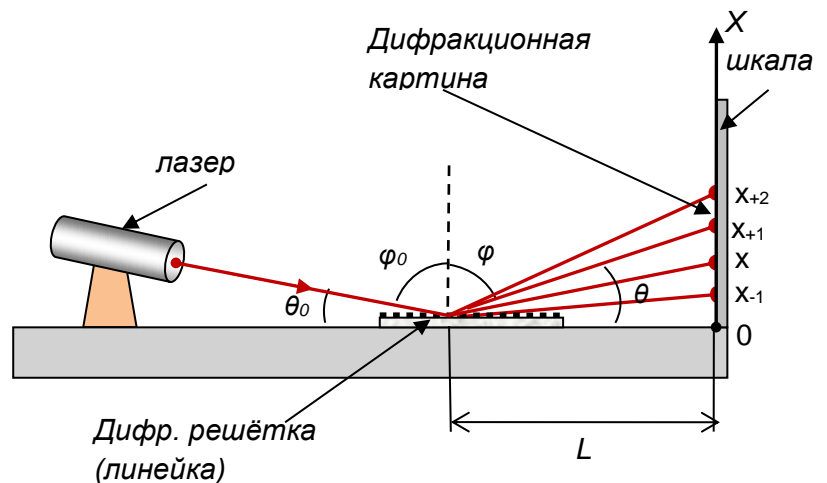
**Задача 5б. (10 баллов)** В последовательном RLC-контуре сдвиг фаз между током и напряжением на источнике оказывается равен нулю при частоте источника переменной э.д.с. равной 1000 Гц, при этом напряжение на выходе источника равно 0,1 В, а напряжение на конденсаторе – 100 В. Насколько надо увеличить частоту, чтобы этот сдвиг фаз оказался равен  $45^\circ$ ? Ответ приведите в герцах с точностью до 0,1 Гц.

**Задача 6б. (10 баллов)** Точечный источник испускает нерелятивистские электроны, скорости которых — случайные величины в плоскости  $(x,y)$ , а  $v_z = 0$ . Этот источник помещён в однородные скрещенные электрическое и магнитное поля, причём поле  $B$  направлено по  $z$ , поле  $E$  — по  $y$ , а  $B/E \gg 1$  (в Гауссовой системе единиц). Оказалось, что при этом в плоскости  $(x,y)$  есть точки, через которые проходят траектории всех электронов, вылетевших из источника, а ближайшая из этих точек находится от источника на расстоянии  $l_0 = 100$  см. На каком расстоянии  $l$  от источника будет находиться ближайшая к нему такая точка, если напряжённости и электрического и магнитного полей увеличить в 2 раза? Ответ приведите в сантиметрах с точностью до 1 см.

**Задача 7б. (10 баллов)**

Студент-физик, находясь в режиме самоизоляции и не имея возможности работать с хорошим лабораторным оборудованием, решает экспериментально исследовать отражательные дифракционные решётки, используя обычную школьную линейку с миллиметровыми делениями.

В эксперименте он направляет луч от лазерной указки на лежащую на полу линейку под очень малым углом  $\theta_0$  к её поверхности (см. рис.) и на стене напротив наблюдает дифракционную картину. При этом максимум 0-го порядка (самый яркий) он наблюдает на высоте  $X = 10,0$  см, а максимум 1-го порядка – на высоте  $X_{+1} = 14,0$  см от пола. На какой высоте  $X_{+2}$  он наблюдает максимум 2-го порядка? Ответ приведите в сантиметрах с точностью до 0,1 см.



**Задача 86. (5 баллов)** Вследствие повышения температуры положение максимума спектральной энергетической светимости абсолютно черного тела переместилось с  $\lambda_1 = 600$  нм на величину  $\Delta\lambda = 300$  нм. Во сколько раз изменилась его интегральная энергетическая светимость? Ответ приведите с точностью до 0,1.

**Задача 96. (15 баллов)** Однократно ионизованный ион  $\text{He}^+$  находится в состоянии с энергией  $E = -13,6$  эВ, при этом радиальная часть волновой функции электрона ни разу не обращается в нуль на всём интервале  $0 < r < \infty$ . На сколько подуровней расщепится данный энергетический уровень в сильном магнитном поле?

**Задача 106 (15 баллов)** Образец  $^{238}\text{U}$  массой  $m = 14$  мг облучают  $\gamma$ -квантами с энергией 3 МэВ, сечение вынужденного деления ядер урана такими  $\gamma$ -квантами составляет  $\sigma = 10^{-34}$  см<sup>2</sup>. Плотность потока  $\gamma$ -квантов равна  $j = 10^{10}$  см<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>. Сколько времени  $\tau$  должен длиться эксперимент, чтобы можно было установить наличие вынужденного деления урана на фоне его спонтанного деления с периодом полураспада  $T_{1/2} = 10^{15}$  лет? Ответ дайте в сутках с точностью до 1 суток.