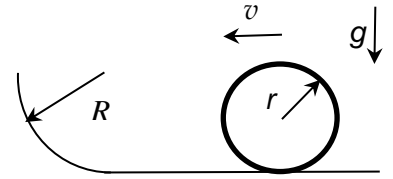


Физика

Задачи заочного тура олимпиады «Я — профессионал».

Задача 1м. (10 баллов) Тонкостенный мяч 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, мяч взлетает вертикально вверх. До какой максимальной высоты H над землей поднимется нижняя точка мяча, если в момент отрыва скорость центра мяча была в $n = 2$ раза меньше v ? Ответ приведите в СИ с точностью до 0,01 м. Трение качения отсутствует.



Задача 2м. (15 баллов) Вылетевший с малой начальной скоростью из ионного источника протон движется по криволинейной траектории под действием постоянной по модулю силы, причём угол между этой силой и скоростью протона также постоянен и равен $\varphi = 30^\circ$. Известно, что через $\tau = 1$ с после вылета угол α между скоростью протона и его ускорением оказался равен $\alpha_1 = 45^\circ$. Через какое время t после вылета этот угол окажется равен $\alpha_2 = 50^\circ$? Ответ приведите в секундах с точностью до 0,1 с.

Задача 3м. (5 баллов) Высота подъёма воды в некотором длинном стеклянном капилляре, нижний конец которого касается поверхности воды в сосуде, равна $h_0 = 16$ 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 $h = 12$ см? Ответ дайте в микронах с точностью до 1 мкм.

Задача 4м. (5 баллов) В некотором процессе с одним молем двухатомного 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.

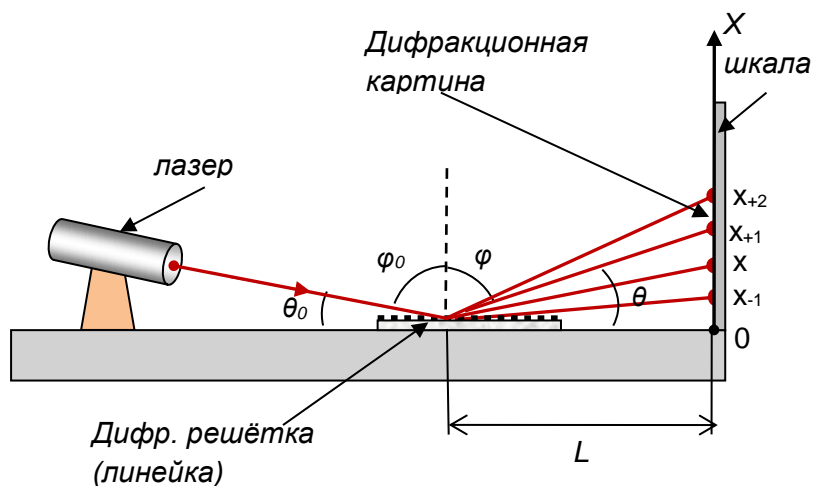
Задача 5м. (10 баллов) В последовательном RLC-контуре сдвиг фаз между током и напряжением на источнике оказывается равен нулю при частоте источника переменной э.д.с. равной 1000 Гц, при этом напряжение на выходе источника равно 1 В, а напряжение на конденсаторе – 500 В. Насколько надо уменьшить частоту, чтобы этот сдвиг фаз оказался равен 45° ? Ответ приведите в герцах с точностью до 0,1 Гц.

Задача 6м. (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 $l_0 = 4$ м. На каком расстоянии l от источника будет находиться ближайшая к нему такая точка, если индукцию магнитного поля увеличить в 2 раза? Ответ приведите в сантиметрах с точностью до 1 см.

Задача 7м. (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 θ_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 $X = 5,0$ см, а максимум 1-го порядка – на высоте $X_{+1} = 6,0$ см от пола. На какой высоте X_{+3} он наблюдает максимум 3-го порядка? Ответ приведите в сантиметрах с точностью до 0,1 см.



Задача 8м. (5 баллов) Вследствие повышения температуры интегральная энергетическая светимость абсолютно черного тела изменилась в 2 раза, а положение максимума спектральной энергетической светимости переместилось на величину $\Delta\lambda = 100$ нм. Определите длину волны λ_2 , соответствующую новому положению максимума спектральной энергетической светимости. Ответ приведите в нанометрах с точностью до 1 нм.

Задача 9м. (15 баллов) Двукратно ионизованный ион Li^{++} находится в состоянии с энергией $E = -30,6$ 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 10м. (15 баллов) Образец ^{238}U массой m облучают γ -квантами с энергией 3 МэВ, сечение вынужденного деления ядер урана такими γ -квантами составляет $\sigma = 10^{-34}$ см². Плотность потока γ -квантов равна $j = 10^{10}$ см⁻²с⁻¹, облучение происходит в течение времени $\tau = 1$ час. Определите минимальную массу m , 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 граммах с точностью 0,1 г.