

Заключительная олимпиада

1. Неудачные эксперименты британских ученых окончились получением снаряда нового поколения. Заключительный эксперимент показал, что при стрельбе вертикально вверх и последующем дистанционном подрыве в верхней точке траектории снаряд разрывается на три осколка, разлетающихся с одинаковой по модулю начальной скоростью. Также экспериментальный образец был испытан в условиях, максимально приближенных к боевым. Образец был выпущен под углом к горизонту, и в некоторой точке своей траектории был дистанционно подорван. На рисунке 1 показаны положения осколков через 1 секунду после разрыва в масштабе 1:20000. Найдите отношение масс осколков и скорость разлета при разрыве в заключительном эксперименте.

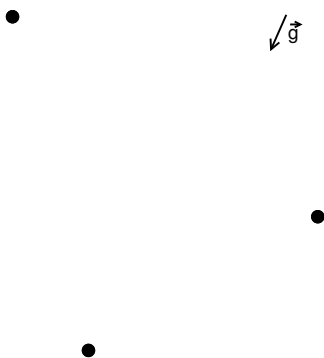


Рис. 1: Осколки снаряда

2. По наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом, скатывается массивный полый цилиндр массой m и радиусом r (рис. 2). По поверхности цилиндра бежит собака таким образом, что она все время занимает наивысшее положение на поверхности цилиндра. Определить, с каким ускорением a скатывается цилиндр, если масса собаки m_c .

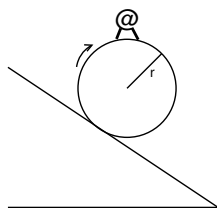


Рис. 2: Собака на цилиндре

3. Первоначально покоящийся электрон находится на бесконечном удалении от пластин конденсатора, на линии OO' (рис. 3). Найти скорость электрона в точке O' , если площадь обкладок конденсатора S , расстояние между ними d , заряды обкладок равны $+q$ и $-q$.

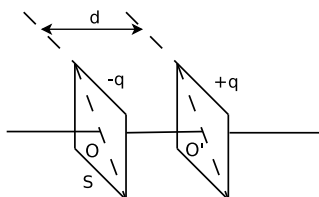


Рис. 3: Конденсатор

4. Имеется плоскость, заполненная решеткой из сверхпроводящих квадратиков (рис. 4). В квадратиках циркулируют одинаковые токи. Известно, что поток вектора магнитной индукции через квадратик 1 — Φ_1 , через смежный квадратик 2 — Φ_2 . Найдите поток через квадратик X. Все потоки посчитаны для одного направления нормали к плоскости.

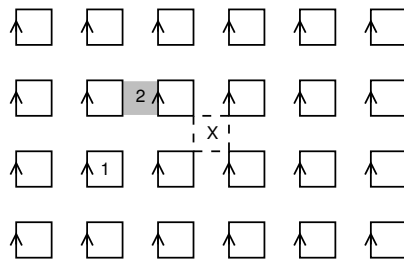


Рис. 4: к задаче 4

5. Цилиндрический прозрачный сосуд высоты l ($l \ll R_c$, R_c — радиус сосуда) заполнен идеальным газом с молярной массой μ , температурой T под давлением p_0 . Зависимость показателя преломления n от его плотности ρ удовлетворяет соотношению $n = 1 + \alpha\rho$. Сосуд привели во вращение с угловой скоростью ω вокруг оси. Вдоль оси на сосуд падает узкий параллельный световой пучок радиуса r_b . Определите радиус R пятна на экране, расположенном перпендикулярно оси сосуда за ним на расстоянии L . Считать, что изменение давления газа в каждой точке сосуда вследствие вращения мало по сравнению с p_0 . Влиянием торцов сосуда на ход лучей пренебречь.