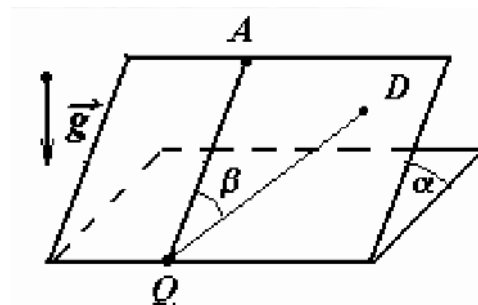


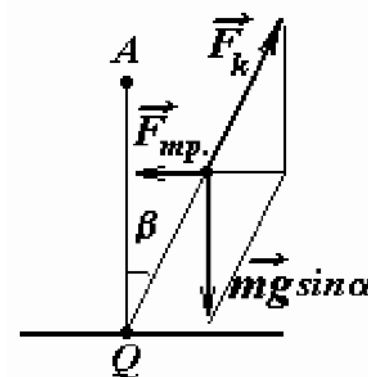
Условие

10-4. На наклонную плоскость, составляющую угол α с горизонтом, кладут маленькую заряженную шайбу D , коэффициент трения которой о плоскость μ ($\mu < \operatorname{tg} \alpha$). В основании наклонной плоскости закреплён такой же точечный заряд Q . Шайба



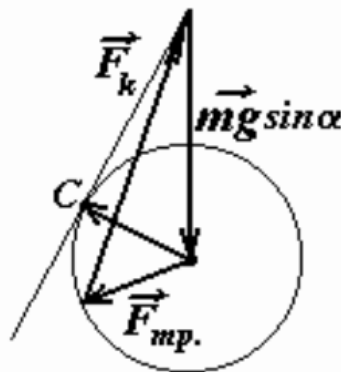
находится в равновесии. Каким при этом может быть максимальный угол $\beta = \angle A Q D$, где прямая AQ параллельна составляющей вектора $\vec{g}$ вдоль наклонной плоскости?

Решение



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 $|\vec{F}_{\text{тр}}| = \mu mg \cos \alpha$, а направление его может быть любым, то есть множество концов всевозможных векторов $\vec{F}_{\text{тр}}$ образуют окружность. Вектор $\vec{F}_k$ должен замкнуть треугольник сил (иначе силы не уравновесят друг друга). Мысленно вращая $\vec{F}_{\text{тр}}$, видим,



что максимальный угол реализуется в случае касания $\vec{F}_k$ окружности сил трения (в точке С), то есть

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

следовательно,

$$\beta \leq \arcsin(\mu \operatorname{ctg} \alpha).$$

Пользуясь изложенным подходом, можете попробовать определить вид области “покоя” шайбы на наклонной плоскости. (На границе области $\vec{F}_k$ будет направлен вдоль проекции силы тяжести на наклонную плоскость).