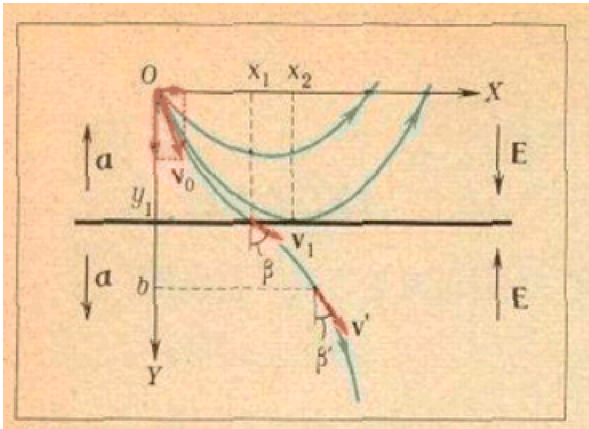

Рис. 2.

одна — выше плоскости, а другая — ниже. Роль ускорения свободного падения g играет ускорения a. Для того чтобы ответить на другие вопросы задачи, нужно рассмотреть два случая: а) пластина заряжена отрицательно и б) пластина заряжена положительно.

Рассмотрим случай а). В этом случае вектор напряженности электрического поля направлен к пластинке, а ускорение a электрона — от пластины. Несколько возможных траекторий движения электрона (для разных значений σ) показаны на рисунке 2. Если ускорение «свободного падения» a велико, то электрон может и не достигнуть пластины. Так как вертикальная составляющая начальной скорости электрона равна $v_y = v_0 \cos\alpha$, то максимальная высота H его «подъема» равна

$$H = \frac{v_y^2}{2a} = \frac{(v_0 \cos\alpha)^2}{2a} = \frac{(v_0 \cos\alpha)^2 \varepsilon_0 m}{\varepsilon\sigma}. \tag{3}$$

Если $H < d$, то это значит, что электрон не долетит до пластины. В этом случае минимальное расстояние, на которое электрон приблизится к пластине, равно

$$h = d - H = d - \frac{(v_0 \cos\alpha)^2 \varepsilon_0 m}{\varepsilon\sigma}.$$

При $H = d$ траектория электрона касается пластины, а при $H > d$ электрон пролетит пластину. Ниже пластины траекторией движения электрона будет другая парабола. И так как здесь ускорение направлено от пластины, то электрон будет все время удаляться от нее.

Найдем, в какой точке электрон пролетит через пластину и скорось его в этот момент времени. Для этого запишем уравнения движения электрона. Проекция скорости электрона на ось X (рис. 2) постоянна и равна $v_x = v_0 \sin\alpha$. Поэтому координата x электрона меняется со временем по закону

$$x = v_x t = v_0 \sin\alpha \cdot t. \tag{4}$$

Так как ускорение электрона a направлено вдоль оси Y, то координата y меняется со временем так:

$$y = v_0 \cos\alpha \cdot t + \frac{at^2}{2}. \tag{5}$$

В момент времени $t = t_1$, в который электрон пересекает пластину, $y = y_1 = d$ и $x = x_1$. Подставив эти значения t, x и y в уравнения (4) и (5), получим:

$$x_1 = v_0 \sin\alpha \cdot t_1,$$

$$d = v_0 \cos\alpha \cdot t_1 + \frac{at_1^2}{2}. \tag{6}$$

Решая эту систему уравнений, найдем

$$t_1 = \frac{-v_0 \cos\alpha + \sqrt{v_0^2 \cos^2\alpha + 2ad}}{a}\text{ *)}, \tag{7}$$

$$x_1 = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{-v_0 \cos\alpha + \sqrt{v_0^2 \cos^2\alpha + 2ad}}{a}$$

*) Решая второе из уравнений (6), мы отбросили второй, больший корень t_1. Это уравнение позволит определить те моменты времени, когда частица имеля координату y, равную d. Если бы пластина находилась далеко и электрон не пересекал бы ее при своем движении, то это значение y повторялось бы дважды: первый раз, когда электрон «поднимался», и второй раз, когда — «падал». Значению координаты $y = d$ при «возвращении» электрона и соответствует второй корень t_1, равный

$$\frac{-v_0 \cos\alpha - \sqrt{v_0^2 \cos^2\alpha + 2ad}}{a}$$