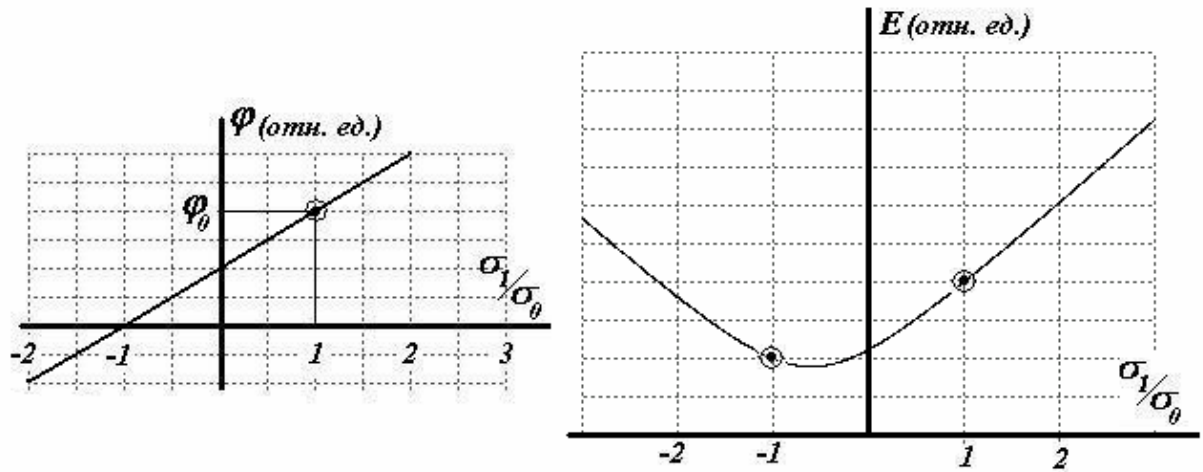


Соответственно искомая зависимость  $E(\gamma)$  может быть найдена с помощью теоремы Пифагора

$$E(\gamma) = \sqrt{(E_{\parallel}(\gamma))^2 + (E_{\perp}(\gamma))^2} = \frac{\sqrt{E_1^2(1-\gamma)^2 + E_2^2(1+\gamma)^2}}{2}. \quad (5)$$

Графики полученных зависимостей показаны на рисунке.



#### Задание 4. «Суперпозиция»

а) В момент максимального удаления от поверхности пластины на расстояние  $h$  скорость (кинетическая энергия) электрона обратится в нуль. Следовательно, согласно закону сохранения энергии можем записать

$$\frac{m V_0^2}{2} = e E h \Rightarrow h = \frac{m V_0^2}{2 e E}, \quad (1)$$

где  $m$  — масса электрона, а  $e$  — его заряд.

б) При движении электрона под действием силы Лоренца он будет описывать окружность радиуса  $R$ . Согласно основному закону динамики можем записать

$$\frac{m V_0^2}{R} = e B V_0 \Rightarrow R = \frac{m V_0}{e B}. \quad (2)$$

Следовательно, в данном случае максимальное удаление от поверхности пластины будет равно

$$R = \frac{m V_0}{e B}. \quad (3)$$

в) В случае одновременного действия двух полей магнитное поле будет «поворачивать» электрон, а электрическое — тормозить. Направим ось  $Ox$  вдоль пластины, а ось  $Oy$  — перпендикулярно. Если электрон оказался на расстоянии  $h$  от поверхности пластины, то согласно закону сохранения энергии

$$\frac{m V_0^2}{2} - \frac{m V^2}{2} = e E h. \quad (4)$$

Второй закон Ньютона в проекции на ось  $Ox$  может быть записан в виде

$$m \frac{\Delta V_X}{\Delta t} = e B \frac{\Delta y}{\Delta t}. \quad (5)$$

Умножив уравнение (5) на  $\Delta t$  и просуммировав с учетом начальных условий, получим

$$m V_X = e B y. \quad (6)$$

Поскольку в момент максимального удаления электрона от пластины  $V_Y = 0$ , то из (6) получим, что скорость  $V$  электрона в этот момент

$$V = V_X = \frac{e B}{m} h \quad (7)$$

Подставляя выражение (7) в закон сохранения энергии (4), получим квадратное уравнение для определения значения  $h$ . Положительный корень этого уравнения дает искомое значение максимального удаления электрона

$$h = \sqrt{\left(\frac{m E}{e B^2}\right)^2 + \left(\frac{m V_0}{e B}\right)^2} - \frac{m E}{e B^2}. \quad (8)$$

Отрицательный корень можно отбросить, так как электрон «на обратном пути» не сможет проскочить через пластину. Отметим, что в этом случае траектория электрона — арка эпициклоиды.

