$$\frac{(ml^2 + m\frac{l^2}{4})\omega_2^2}{2} = mg(l + \frac{l}{2})(\cos\alpha_0 - \cos\alpha)\,. \qquad (3)$$

Выражая из (3) значение угловой скорости ω_2, получим

$$\omega_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{g}{l}(\cos\alpha_0 - \cos\alpha)}\,. \qquad (4)$$

Как видим из (2) и (4) отношение угловых скоростей ω_2 к ω_1 остается постоянным при падении спицы

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{6}{5}}\,. \qquad (5)$$

Это говорит о том, что так же будут соотноситься и средние угловые скорости падения спиц. Следовательно, времена падения будут связаны обратным соотношением

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{5}{6}} \quad \Rightarrow \quad t_2 = t_1\sqrt{\frac{5}{6}}\,. \qquad (6)$$

<u>Задание 3.</u> «Конденсатор»

Потенциал, создаваемый нижней пластиной в точке *A* не меняется, тогда как потенциал, создаваемый верхней пластиной при неизменной «геометрии» пропорционален σ_1

$$\varphi_1 = \alpha\sigma_1 = \alpha\gamma\sigma_0\,. \qquad (1)$$

Поскольку при $\gamma = 1$ заряды пластин одинаковы, то потенциалы, создаваемые ими в точке *A,* в этом случае также равны. Отсюда следует, что

$$\alpha = \frac{\varphi_0}{2\sigma_0}\,. \qquad (2)$$

Поскольку потенциалы складываются алгебраически, то искомая зависимость линейна и имеет вид

$$\varphi(\gamma) = \frac{\varphi_0}{2}(1 + \gamma)\,. \qquad (3)$$

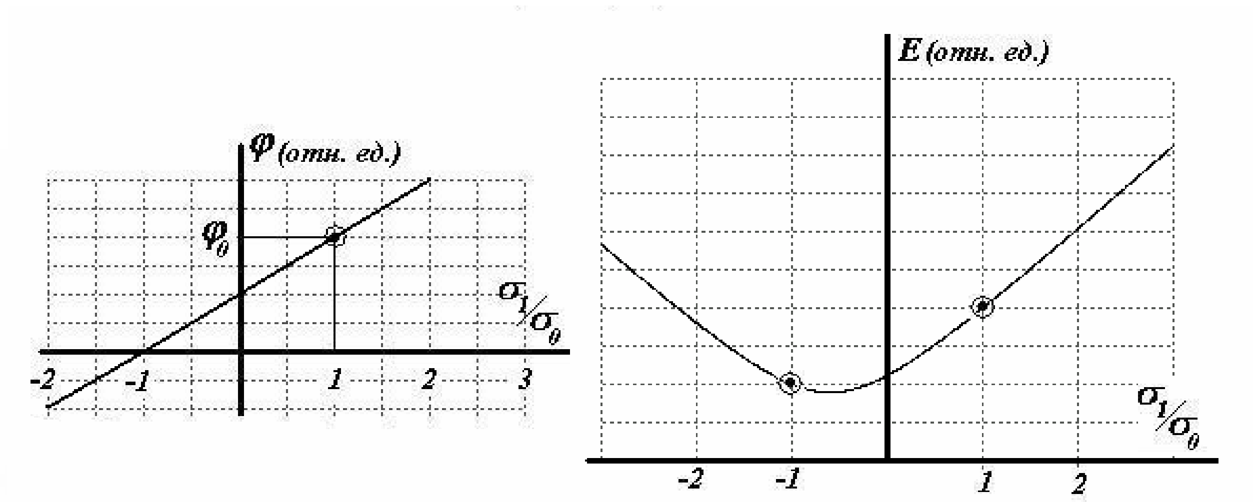
С напряженностями ситуация несколько «напряженнее». Поскольку при $\gamma = 1$ результирующее поле не исчезло, то это говорит о том, что точка *A,* находится в зоне т.н. «краевых эффектов», где векторы напряженностей каждой из пластин имеют не только нормальные ($\vec{E}_\perp$), но и тангенциальные ($\vec{E}_{II}$) компоненты. Как и в первом пункте следует учесть, что напряженности полей пропорциональны плотностям зарядов, тогда выражения для соответствующих компонент напряженностей примут следующий вид

$$\begin{aligned} E_{\text{II}}(\gamma) &= \frac{E_2}{2}(1+\gamma) \\ E_\perp(\gamma) &= \frac{E_1}{2}(1-\gamma) \end{aligned}\,. \qquad (4)$$

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

$$E(\gamma) = \sqrt{\left(E_{\mathrm{II}}(\gamma)\right)^2 + \left(E_{\perp}(\gamma)\right)^2} = \frac{\sqrt{E_1^2(1-\gamma)^2 + E_2^2(1+\gamma)^2}}{2}. \qquad (5)$$

Графики полученных зависимостей показаны на рисунке.



<u>Задание 4.</u> «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

$$\frac{mV_0^2}{2} = eEh \quad \Rightarrow \quad h = \frac{mV_0^2}{2eE}, \qquad (1)$$

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

$$\frac{mV_0^2}{R} = eBV_0 \quad \Rightarrow \quad R = \frac{mV_0}{eB}. \qquad (2)$$

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

$$R = \frac{mV_0}{eB}. \qquad (3)$$

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

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV^2}{2} = eEh. \quad (4)$$