



## Hint 2

**ВАЖНО!** Задача является одновременно и хинтом, и альтернативой к основной задаче. Три важных момента:

1. Вы можете продолжать присылать решение основной задачи.
2. В любой момент до финального дедлайна вы можете перейти на решение *альтернативной задачи*. Если вы это делаете, то в самом начале решения напишите: *Я перехожу на решение альтернативной задачи!* В этом случае Штрафной коэффициент за альтернативную задачу будет равен

$$0,7 \cdot \sum_i \frac{k_i \cdot p_i}{10},$$

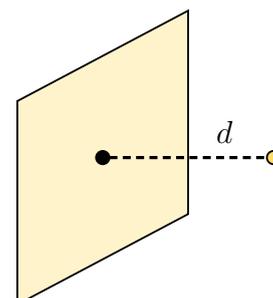
где  $p_i$  — балл за пункт, а  $k_i$  — штрафной коэффициент за соответствующий пункт на момент перехода на Альтернативную задачу. Другими словами, максимальный балл за альтернативную задачу равен максимальному баллу, который вы можете получить в момент перехода на нее, умноженному на 0,7. Заметим, что штрафной коэффициент не может быть меньше 0,1. Также напоминаем, что решения основной задачи с этого момента не проверяются. Будьте внимательными!

3. Задача состоит из нескольких пунктов. Штрафной множитель, заработанный **до этого** применяется ко всем пунктам. В дальнейшем каждый пункт оценивается как отдельная задача. Если вы присылаете решение без какого-либо пункта, то его решение считается Incorrect. Более подробно о начислении баллов для составных задач смотрите в Правилах проведения Кубка.

У основной задачи есть несколько вариантов правильного решения. Мы не знаем по какому пути в итоге вы пойдёте, поэтому предлагаем вам несколько задач, некоторые из которых могут вам помочь прийти к заветному **Correct**. Решение примеров присылать не надо!

Изучите данный [материал](#).

**Пример.** На расстоянии 10 см от точечного заряда находится равномерно заряженная квадратная пластинка размером 20 см × 20 см, как показано на рисунке (заряд расположен на продолжении нормали к центру пластинки). Во сколько раз изменится сила взаимодействия между пластинкой и зарядом, если заряд пластинки сосредоточить в ее центре? Как изменится ответ, если размеры квадрата будут много больше расстояния от его центра до заряда.

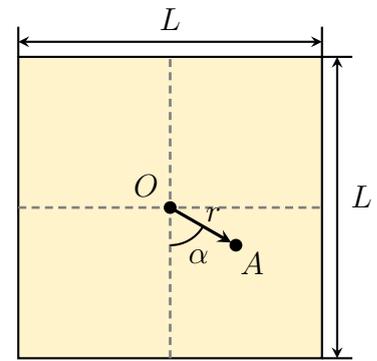


Ответ.  $\frac{E_2}{E_1} = \frac{6}{\pi}$ ;  $\frac{E_2}{E_1} = \frac{2}{\pi}$ .

**Пример.** Три прилегающие друг к другу грани Кубика заряжены равномерно с поверхностной плотностью заряда  $+\sigma$ , а остальные грани — с плотность заряда  $-\sigma$ . Найдите напряженность  $E$  электрического поля в центре Кубика.

Ответ.  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \sqrt{3}}$ .

**Пример.** Тонкая диэлектрическая квадратная пластина с длиной стороны  $L$  равномерно заряжена с поверхностной плотностью  $\sigma > 0$ . В точку  $A$ , смещенную в плоскости пластины на малое расстояние  $r \ll L$  относительно ее центра (т.  $O$ ) под углом  $\alpha = 60^\circ$  к стороне квадрата (рис. 2), помещают маленькую гладкую диэлектрическую шайбу массой  $m$  с зарядом  $q < 0$ . Шайбу отпускают без начальной скорости. Определите величину и направление ускорения шайбы сразу после того, как ее отпустили. Через какое время шайба впервые окажется на минимальном расстоянии от центра пластины? Силы тяжести нет, пластина закреплена.



Ответ.  $a = \frac{\sigma q r \sqrt{2}}{\pi \epsilon_0 m L}$ ;  $t = \sqrt{\frac{\pi^3 \epsilon_0 m L}{4 \sqrt{2} \sigma q}}$ .

## Альтернативная задача

- (3 балла) Тонкий диэлектрический квадрат равномерно заряжен по периметру с известной линейной плотностью заряда  $\lambda$ . Найдите поле на оси, перпендикулярной к плоскости квадрата, проходящей через его центр.
- (4 балла) Равносторонний треугольник со стороной  $a$ , плоскость которого горизонтальна, равномерно заряжен с поверхностной плотностью заряда  $\sigma$ . Маленький кубичек с зарядом  $q$  может без трения скользить по оси симметрии треугольника, перпендикулярной его плоскости. В положении равновесия (при наличии гравитационного поля  $\vec{g}$ ) кубичек находится в точке  $A$  на расстоянии  $L = a/\sqrt{2}$  от каждой из вершин треугольника.

(а) (2 балла) Найдите массу кубичка  $m$ .

Кубичек отвели на расстояние  $r \ll a$  от положения равновесия и отпустили без начальной скорости.

(б) (2 балла) Найдите его скорость при прохождении положения равновесия.

- (3 балла) В центре квадрата со стороной  $2L$  лежит шарик массой  $m$ . Четыре пружины соединяют его с серединами боковых сторон квадрата. Все пружины имеют жёсткость  $k$ . Шарик отводят от положения равновесия на расстояние  $a \ll L$  в произвольном направлении. Найдите зависимость его координат от времени.

