

# ІІТМО

## СЕМИНАР 3

### Раздел 1. Электростатика

1. Работа сил и потенциал электростатического поля
2. Электрический диполь и его поле

### Задача 3.1

*На тонком кольце радиуса  $R$  распределен по произвольному закону заряд  $q$ . Определить потенциал поля в точке  $A$ , расположенной на оси кольца на расстоянии  $h$  от его плоскости.*

**Ответ:** 
$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\sqrt{R^2 + h^2}}.$$

## Задача 3.2

*Определить потенциал  $\varphi(r)$  внутри равномерно заряженного по объему шара радиуса  $R$ . Объемная плотность заряда  $\rho$ .*

**Ответ:** 
$$\varphi(r) = \frac{\rho}{2\varepsilon_0} \left( R^2 - \frac{r^2}{3} \right).$$

### Задача 3.3

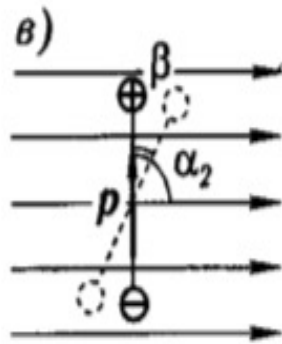
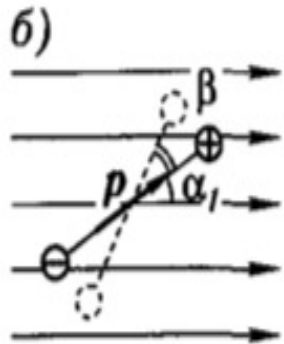
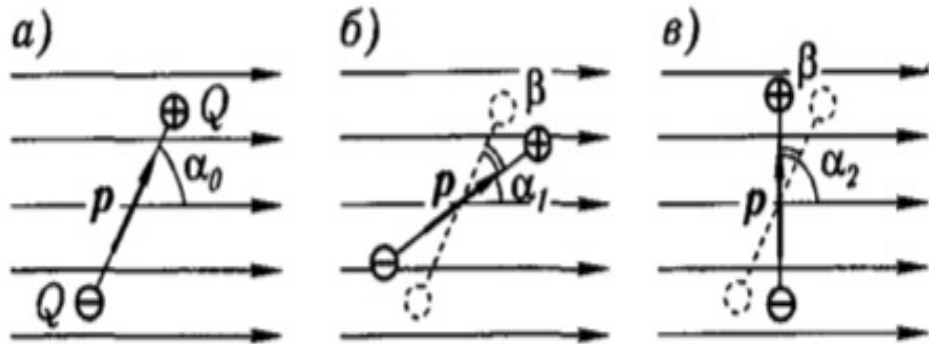


Рис. 3.1

Диполь с электрическим моментом  $p_e = 2 \text{ нКл} \cdot \text{м}$  находится в однородном электрическом поле напряженностью  $E = 30 \text{ кВ/м}$ . Вектор  $p_e$  составляет угол  $\alpha_0 = 60^\circ$  с направлением силовых линий поля. Определить произведенную внешними силами работу  $A$  поворота диполя на угол  $\beta = 30^\circ$ .

**Ответ:**  $-21,9 \text{ мкДж}; 30 \text{ мкДж}$

### Задача 3.4

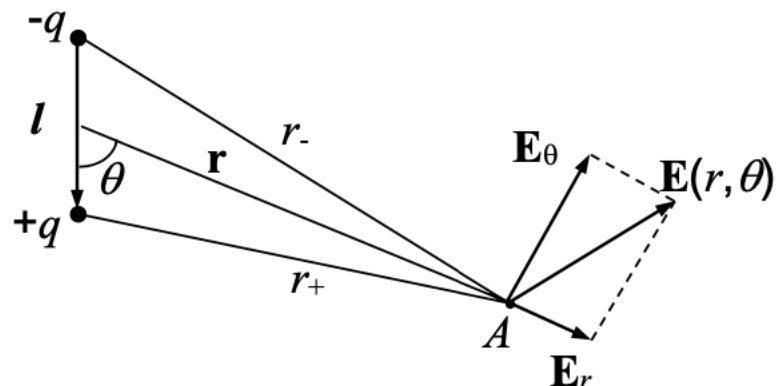


Рис. 3.2

Найти потенциал  $\varphi$  и модуль  $E$  напряженности поля диполя как функции  $r$  и  $\theta$  ( $r$  – расстояние от центра диполя,  $\theta$  – угол между осью диполя и направлением от центра диполя к данной точке). Дипольный момент равен  $p_e = ql$ ,  $l$  – «плечо диполя». Считать  $r \gg l$ .

**Ответ:**

$$E(r, \theta) = \sqrt{E_r^2 + E_\theta^2} = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2 \theta}.$$

### Задача 3.5

*N* одинаковых капелек ртути заряжены до одного и того же потенциала  $\varphi$ . Каков будет потенциал большой капли, получившейся при слиянии этих капелек?

**Ответ:** 
$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Nq}{4\pi\epsilon_0 r N^{1/3}} = \varphi N^{2/3}.$$

## Задача 3.6

- *Найти потенциал  $\varphi$  на краю тонкого диска радиуса  $R$ , по которому равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma$ .*

**Ответ:**  $\varphi = \frac{\sigma R}{\pi \epsilon_0}.$

### Задача 3.7

*Тонкий диск радиуса  $R$  заряжен равномерно с поверхностной плотностью  $\sigma$ . Определить потенциал поля в точке  $A$ , расположенной на оси диска на расстоянии  $h$  от его плоскости. Рассмотреть случаи, когда  $R \gg h$ ,  $R \ll h$ ,  $\frac{R}{h} \rightarrow \infty$ .*

**Ответ:**  $\varphi = \frac{\sigma R}{2\varepsilon_0}$ .  $\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\sigma\pi R^2}{h} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{h}$ .  $= \frac{\sigma R}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{h}{R}\right)$ .  $\varphi = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} (\sqrt{R^2 + h^2} - h)$ .