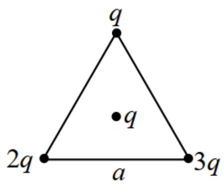
第一次习题及答案

1.

1．在真空中，三个带电量为为 q，$2q$，$3q$ 点电荷被放在边长为 a 的正三角形的三个顶点上，如图所示，若在该三角形中心处放一个带电量为 q 的点电荷，则中心处点电荷受到的电场力大小为________。



答案:

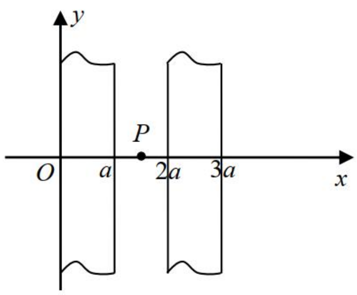
1． $\dfrac{3\sqrt{3}q^2}{4\pi\varepsilon_0 a^2}$

2.

2. 真空中有两块厚度为 a 的无限大非均匀带电板平行放置，如图所示。若两块板的电荷体密度都满足关系式：$\rho = kx$，其中 $k>0$。求：

（1）两板之间 P 点$(1.5a,0)$的电场强度；

（2）在 x 轴上，电场强度大小与 P 点电场强度相同，但电场强度方向相反的点。



答案:

2.

(1)两块带电板可以看成由很多垂直于 x 轴的均匀带电薄板构成，则空间中的电场由这些均匀带电薄板产生的电场叠加而成。x 处（$0<x<a$ 或 $2a<x<3a$）厚度为 dx 的薄板产生的电场强度大小为：

$$dE=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}=\frac{\rho dx}{2\varepsilon_0}=\frac{kxdx}{2\varepsilon_0}$$

故，P 点左侧板在 P 点产生的电场强度大小为：

$$E_1=\int_0^a\frac{kxdx}{2\varepsilon_0}=\frac{ka^2}{4\varepsilon_0}$$

P 点右侧板在 P 点产生的电场强度大小为：

$$E_2=\int_{2a}^{3a}\frac{kxdx}{2\varepsilon_0}=\frac{5ka^2}{4\varepsilon_0}$$

E_1 与 E_2 方向相反，所以 P 点的电场强度为：

$E_P=\dfrac{ka^2}{\varepsilon_0}$，方向沿 x 轴负方向。

（2）由题可知，满足条件的点必在右侧带电板内。设该点坐标为（b，0），则有：

$$E_1+\int_{2a}^{b}\frac{kxdx}{2\varepsilon_0}-\int_b^{3a}\frac{kxdx}{2\varepsilon_0}=\frac{ka^2}{\varepsilon_0}$$

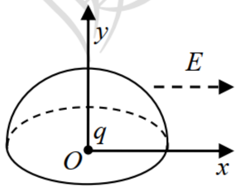
可得：

$$b=2\sqrt{2}a$$

所以满足条件的点为$(2\sqrt{2}a,0)$

3.

5. 如图所示，在场强为 E 的均匀电场中取一半球面，其半径为R，电场强度的方向与半球面的对称轴垂直。若在球心O点放一点电荷q，且点电荷q不改变电场E的分布，则通过这个半球面的电通量为____________。

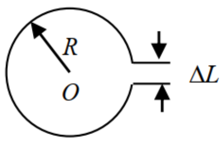


答案:

5. $\dfrac{q}{2\varepsilon_0}$

4.

1. 如图所示，半径为 R 的均匀带电圆环开有一长度为 ΔL(ΔL<<R)的小空隙，该带电圆弧的弧长为 L，电量为 Q，则圆弧中心 O 点的电势为____________。



答案:

$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

5.

已知某静电场的电势分布为$U(x,y)=4x-5x^2y$，则电场强度分布为____________。

答案:

$$\vec{E}=(-4+10xy)\vec{i}+5x^2\vec{j}$$

6.

2．求半径为 R，电荷体密度为 $\rho = kr$ 的非均匀带电球体的电场分布以及在半径 R 处的电势。式中 r 是径向距离，k 是常量。

答案:

$$\oint_S \vec{E} \cdot \boldsymbol{d}\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_{内} q_i$$

(1) $r < R$

$$E 4\pi r^2 = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_0^r kr 4\pi r^2 dr$$

$$E = \frac{\pi k r^4}{4\varepsilon_0}$$

(2) $r \geq R$

$$E 4\pi r^2 = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_0^R kr 4\pi r^2 dr$$

$$E = \frac{\pi k R^4}{4\varepsilon_0 r^2}$$

$$U_r = \int_R^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$= \int_R^\infty \frac{kR^4}{4\varepsilon_0 r^2} dr$$

$$= \frac{kR^3}{4\varepsilon_0}$$