

高中物理题解

中学物理教学参考资料

下 册

四川省南充师范学院物理系



前 言

本书主要取材于国内外中学物理教科书，习题集和竞赛题，选题的原则尽量根据中学物理课一般和发展的需要，并有利于学生或自学者加深对物理基本概念和基本定律的理解和掌握。此书可供中学师生，师范院校理科低年级学生及高考生复习参考之用。

本书内容包括静电学、直流电、磁场、电磁感应、交流电、光学、原子物理等。共387道题解，其中加**号的个别解法，可根据本人不同情况，选用参考。此书分别由潘伦理、曾启文、李加烈、杨树正、赵国顺、曾松林、肖源金七位老师编写。参加审阅工作的分别有周述平、肖光配、刘光宗、文映梓、李涤恶老师。最后由潘伦理老师阅总。由李文清老师制图。潘伦理、李文清、银启冉、汪国伦老师等校对。

由于时间仓促，书中难免有不少错漏，望读者提出宝贵意见。

四川省南充师范学院物理系

《高中物理题解》编写组

1980年3月

目 录

电 学.....	(1)
1. 静 电 学.....	(1)
2. 直 流 电.....	(78)
3. 磁 场.....	(153)
4. 电 容	(189)
5. 交 流 电	(225)
光 学.....	(258)
原 子	(279)

电 学

一，静 电 学

1. (1) 若将一个带正电的金属小球移近一个绝缘的不带电导体时(图a)，小球受到吸引力还是排斥力?

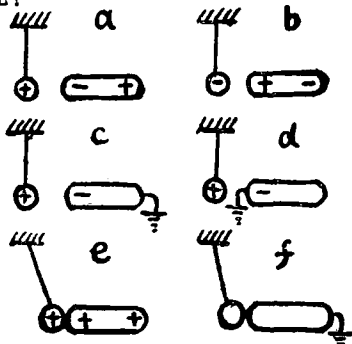
(2) 若小球带负电(图b)，情况将如何?

(3) 若小球在导体近旁(但未接触)时，将导体远端接地(图c)，情况如何?

(4) 若将导体近端接地(图d)，情况如何?

(5) 若导体在未接地前与小球接触一下(图e)，将发生什么情况?

(6) 若将导体接地，小球与导体接触一下后(图f)，将发生什么情况?



(1题)

答：导体上的感应电荷或接触电荷的分布如图所示。

(1)小球受到吸引力。 (2) 小球受到吸引力。

(3)小球受到吸引力。 (4) 小球受到吸引力。

(5)小球受到排斥力。 (6) 小球、导体不带电，不受力。

2. 两个相距不远的带有同号电荷的金属球的相互作用力，和带有异号电荷（数值不变）的相互作用力是否相等？为什么？

答：两种情况的作用力不相等。若当金属小球带同种正电荷时，由于相距不远，产生静电感应。在两球的近端感应出负电荷，与原来的电荷中和；在远端感应出正电荷。这样，正电荷集中分布在远端（或：一个球上的电荷，将在另一个球的电场力的作用下推向远端），则电荷中心向远端偏移，使两电荷间的距离增大，故作用力减小。同理，异号电荷互相吸引，使两电荷间距离减小，故作用力增大。综上所述，在同种条件下，两异号电荷金属球的吸引力大于两同种电荷金属球的吸引力。

3. 两个电荷在真空中相距 $d_1 = 7.00$ 厘米时的相互作用力，和在煤油中相距 $d_2 = 5.00$ 厘米时的相互作用力相等，求煤油的相对介电系数。

解：依题意两电荷在真空中和在煤油中所受的作用力相等

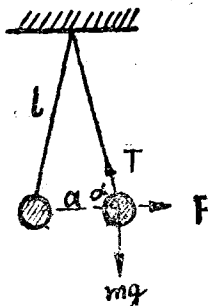
$$\text{即：} \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{d_1^2} = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r} \frac{q_1 q_2}{d_2^2}$$

$$\text{得：} \varepsilon_r = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \left(\frac{7.00 \times 10^{-2}}{5.00 \times 10^{-2}} \right)^2 = 1.96$$

4. 空气中有两个相同的金属小球带有等量同种电荷，分别用长为 L 的细线悬挂在同一点，如图所示。在它们平衡时两球相距为 0.100 米。如果将其中某个球用手指接触一下，求它

们重新平衡时的距离。(其中 $l \gg a$)

解: 设小球质量为 m , 电荷为 q 。当手指接触其中某个球时, 该球的电荷通过人体和大地中和而不带电, 则两小球库仑力消失, 在重力和张力的作用下而接触。接触后为等势体, 由于两球半径相同, 故两球此时均带电 $q/2$ 而处于重新平衡状态。



由于小球受到重力、细线的张力和库仑力而平衡。故

$$\begin{aligned} \text{接触前有 } \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{a^2} &= mg \tan \alpha & (4\text{题}) \\ &= mg \cos \alpha \quad (\because l \gg a) \end{aligned}$$

$$\text{但 } \cos \alpha = \frac{a/2}{l}$$

$$\text{所以 } \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{a^2} = mg \frac{a/2}{l} \dots\dots\dots (1)$$

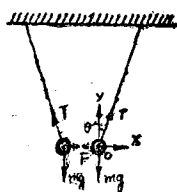
令重新平衡时两球相距为 b , 则

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{(q/2)^2}{b^2} = mg \frac{b/2}{l} \dots\dots\dots (2)$$

(1)式除以(2)式解得

$$b = \frac{a}{\sqrt[3]{4}} = \frac{0.100}{1.587} = 0.063(\text{米})$$

5. 在空气中, 两个质量都是50毫克的小球, 各以20厘米长的丝线挂于同一水平高度, 悬点相距为10厘米, 两小球相距2厘米。如图所示, 求两个小球所带等量异号电荷是多少? 绳子的张力是多少?



解: 考查小球 O : 由于小球处于平衡状 (5题)

态, 故

$$\Sigma x = 0. \text{ 即 } T \sin \theta = F \dots \dots \dots (1)$$

$$\Sigma y = 0. \text{ 即 } T \cos \theta = mg \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{将 } F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{r^2} = \frac{9}{4} \times 10^{13} q^2$$

$$m = 50 \times 10^{-6} \text{ 公斤}$$

$$\sin \theta = \frac{(10-2)/2}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{5}\right)^2}$$

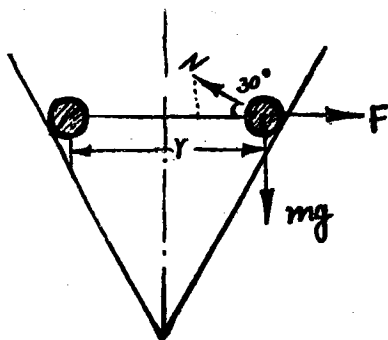
$$= \frac{2}{5} \sqrt{6}, \text{ 代入(1)、(2)式并解之}$$

$$\text{得 } q = \pm 2.1 \times 10^{-9} \text{ (库伦)}$$

$$T = 5 \times 10^{-4} \text{ (牛顿)}$$

6. 两个质量为 m , 电量为 q 的小球, 可在如图所示的尖角槽壁上无摩擦的滑动,

已知槽的对称面与水平垂直, 两壁夹角为 60° , 求两球平衡时相距多远, 和对壁的压力是多少?



(6题)

解: 设两球在静电力 F , 重力 mg 和支承力 N 的作用下, 在相距为 r 处平衡, 其平衡方程式为

$$F - N \cos 30^\circ = 0$$

$$N \sin 30^\circ - mg = 0$$

从上两式解出

$$F = \sqrt{3} mg$$

$$\text{即 } \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{r^2} = \sqrt{3} mg$$

解得 $r = 10^4 q \sqrt{3\sqrt{3}/m}$ (米) ($g = 10$ 米/秒²)

由 $N \sin 30^\circ - mg = 0$ 解得

$$N = \frac{mg}{\sin 30^\circ} = 20m \text{ (牛顿)}$$

7. 两个能自由运动的点电荷A和B, 分别带有正电荷 q 和 $4q$, 它们之间的距离为 L . 现在要在它们之间放上第三个点电荷, 正好使整个系统平衡. 问这第三个电荷应放在哪里? 它应带哪一种电荷? 所带电量是多少?

解: 依题意将C电荷放在AB连线上. 设A、C两电荷之间的距离为 x , 则它离开电荷B的距离为 $L-x$. 在这个系统中, 每一个电荷都要受到其他两种电荷的作用力. A、B电荷为正电荷, 若C也是正电荷, 则A就会受到B、C对它的斥力作用, 方向均向左, B也会受到A、C对它的斥力作用, 方向均向右, 因而A、B都不能处于平衡态, 故C不应该是正电荷.

若C是负电荷, 则A受到B对它的斥力, C对它的引力; B受到A对它的斥力和C对它的引力; C分别受到A和B对它的引力, 这样, 每个电荷上都作用着两个方向相反的静电力, 只要它们大小相等, 就能平衡, 所以C电荷应是负电荷.

由上面分析可得: A、B之间的相互作用力

$$F_1 = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_A q_B}{L^2}$$

A、C间的相互作用力

$$F_2 = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_A q_C}{x^2}$$

B、C间的相互作用力

$$F_3 = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_B q_C}{(L-x)^2}$$

就电荷C而言, 必须使得 $F_2 = F_3$ 即

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A q_C}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_C \cdot 4q_A}{(L-x)^2}$$

解之: $(L-x)^2 = 4x^2$, $L-x = \pm 2x$

所以 $x = \frac{L}{3}$ 或 $-L$ (不合题意, 舍去)

所以电荷C必须放在A、B连线上离电荷A为L/3的地方, 就电荷A而言, 要使它处于平衡状态, 也必须使得 $F_2 = F_1$, 即

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A q_A}{x^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A q_A}{L^2}$$

将 $x = \frac{L}{3}$ 代入上式并解得 $q_C = \frac{4}{9} q_A = \frac{4}{9} q$

于是, 要把一个电量为 $4q/9$ 的负电荷放在A、B连线上, 且离A电荷L/3处, 才能使整个系统保持平衡。

8. 在上题中, 如果把点电荷A和B固定不动, 这时第三个电荷又该怎样选择及放置, 它才能处于稳定平衡状态和不稳定平衡状态?

解: 令第三个电荷 q_C 在A、B的连线上并距A为 x 处平衡

则
$$\frac{q_A q_C}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{q_B q_C}{4\pi\epsilon_0 (L-x)^2}$$

即
$$\frac{q q_C}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{4q q_C}{4\pi\epsilon_0 (L-x)^2}$$

解得 $x_1 = \frac{L}{3}$, $x_2 = -L$ (不合题意, 舍去)。

选择 q_C 为正电荷, 放在距电荷C为L/3处, 则 q_C 处于稳定平衡状态。因在A、B连线上移动 q_C 时, 合力始终指向平衡点, 将 q_C 推向平衡位置。如 q_C 为负的, 就是不稳定平衡, 因当 q_C 稍偏离平衡点时, 则合力始终指离平衡点, 而将 q_C 推离平衡位置。

9. 计算氢原子内电子和原子核间的静电作用力与万有引力的比值及电子的绕核速度。

解：已知氢原子内，电子和原子核间的距离为

$$r = 0.529 \times 10^{-10} (\text{米})$$

电子的质量为

$$m = 9.11 \times 10^{-31} (\text{公斤})$$

氢原子核的质量为

$$M = 1.67 \times 10^{-27} (\text{公斤})$$

电子和原子核所带电量相等，为

$$q_1 = q_2 = 1.60 \times 10^{-19} (\text{库仑})$$

万有引力恒量为

$$G = 6.67 \times 10^{-11} (\text{牛顿})(\text{米})^2(\text{公斤})^{-2}$$

根据库仑定律，原子和电子的静电力为

$$\begin{aligned} f_e &= \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.529 \times 10^{-10})^2} \\ &= 8.23 \times 10^{-8} (\text{牛顿}) \end{aligned}$$

万有引力为

$$\begin{aligned} f_m &= G \frac{mM}{r^2} \\ &= 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{9.11 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}}{(0.529 \times 10^{-10})^2} \\ &= 3.63 \times 10^{-47} (\text{牛顿}) \end{aligned}$$

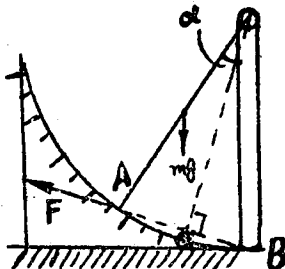
$$\text{则 } \frac{f_e}{f_m} = 2.27 \times 10^{39}$$

可见 $f_e \gg f_m$ ，因此电子作圆周运动的向心力只考虑由静电力提供

$$\text{即 } f_e = m \frac{v^2}{r}$$

$$\begin{aligned} \therefore v &= \left(\frac{fer}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \left(\frac{8.23 \times 10^{-8} \times 0.529 \times 10^{-10}}{9.11 \times 10^{-31}} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 2.186 \times 10^6 \text{ (米/秒)} = 2186 \text{ 公里/秒} \end{aligned}$$

10. 如图所示，是世界上第一个静电计，静电计中有一个竖直的金属直尺，直尺的上端固定一根丝线，在电荷的作用下，丝线就离开直尺，丝线偏开的角度可以从刻度盘上读出。线长是 l ，质量是 m 。



当静电计的丝线偏转 α 角时，所带的电量是多少？假定电荷被直尺和丝线均分且集中在 A、B 点。

(10题)

解：偏转丝线重心上受到的重力 mg 和线端上受到库仑力

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{a^2}$$

的作用，这两个力的力矩和为零时，线就处在平衡状态。即

$$mg \frac{l}{2} \sin \alpha + \left(-\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{a^2} l \cos \frac{\alpha}{2} \right) = 0$$

$$\text{就是} \quad mg \frac{l}{2} \sin \alpha = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{\left(2l \sin \frac{\alpha}{2} \right)^2} l \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{由此得到} \quad q = \frac{2}{3} \times 10^{-4} l \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{m \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (\text{库仑})$$

$$(g = 10 \text{ 米/秒}^2)$$

11. 把电量 q 分配在相距为 r 的两个金属球上，问电量按什么比例分配时，才能使它们的相互作用力为最大？相互作用力的最大值是多少？

解法(一): 设两金属球各带电量 q_1 、 q_2 时, 两球的相互作用力为最大。

依题意 $q_2 = q - q_1$

$$\text{由库仑定律 } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1(q - q_1)}{r^2}$$

r 、 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ 、 q 都是定值, 要使 F 值最大, 必须要 $q_1(q - q_1)$ 为最大值才行。

$$\text{而 } q_1(q - q_1) = -q_1^2 + q_1q = -\left(q_1 - \frac{q}{2}\right)^2 + \frac{q^2}{4}$$

由上式可知, 当 $q_1 = \frac{q}{2}$ 时, $q_1(q - q_1) = \frac{q^2}{4}$ 为最大值。

$$\therefore q_2 = q - q_1 = q - \frac{q}{2} = \frac{q}{2}$$

故 $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{1}$, 即两球所带电量之比为1:1时, 它们之间的相互作用力为最大值,

$$\text{即 } F_{\text{最大}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4r^2}$$

***解法(二): 由库仑定律得

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1(q - q_1)}{r^2}$$

令一阶导数为零:

$$\frac{dF}{dq_1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q - 2q_1}{r^2} = 0$$

$$\text{解得 } q_1 = \frac{q}{2}, q_2 = \frac{q}{2}$$

又因 $\frac{d^2F}{dq_1^2} = -2 < 0$ 故 $q_1 = \frac{q}{2}$ 为极大点。

凡有“***”号的解, 仅供中学物理教师参考, 对中学生不作要求。

$$\text{比值 } \frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{1}$$

$$F_{\text{最大}} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2/4}{r^2} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{4r^2}$$

12. 两个质量各为一千克的铜球，相距1米，问：

(1) 每个球有多少个电子？

(2) 两球之间的电性引力为 10^4 牛顿（近似1吨力）时，有多少个电子从一个球转移到了另一个球上？

(3) 这些电子占球上总数的多大部分？

解：(1) 查表可知铜的原子量是63.54，而氢原子的质量为 1.67×10^{-27} 公斤，因此铜原子的质量为

$$m_{\text{铜}} = 63.54 \times 1.67 \times 10^{-27} = 1.06 \times 10^{-25} \text{ (公斤)}$$

1公斤铜内所含原子的数目

$$N = \frac{M}{m_{\text{铜}}} = \frac{1}{1.06 \times 10^{-25}} = 9.434 \times 10^{24} \text{ (个)}$$

1个铜原子有29个电子，则1公斤铜的电子数为

$$N_{\text{电子}} = 9.434 \times 29 \times 10^{24} = 2.74 \times 10^{26} \text{ (个)}$$

(2) 设有 n 个电子转移，则每个球所带电量分别为 $+ne$ 与 $-ne$ 。根据库仑定律：

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{n^2 e^2}{r^2} \quad \text{则}$$

$$n = \sqrt{\frac{4\pi \epsilon_0 r^2 F}{e^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{1^2 \times 10^4}{9 \times 10^9 \times 1.6^2 \times (10^{-19})^2}} = 6.59 \times 10^{15} \text{ (个)}$$

$$(3) \frac{n}{N_{\text{电子}}} = \frac{6.59 \times 10^{15}}{2.74 \times 10^{26}} = 2.41 \times 10^{-9} \%$$

13. 电荷在电场中某点受到电场力很大，该点的电场强

度是否也一定很大？

答：不一定。因为电荷在电场中某点所受到的力，是由该点的场强和本身电荷两个因素决定的，从式 $F = qE$ 可知，若该点 E 较小，而本身的 q 很大，同样 F 可以很大。

14. 有人认为：“对于电场中的某定点，场强的大小 $E = f/q_0$ ， E 不是与试验电荷 q_0 成反比吗？为什么 E 与 q_0 无关”。试给他说明。

答：在电场中的某定点，通过实验我们测得，力 f 的大小是随着 q_0 的增加而成正比地增加，它们的比值 f/q_0 却是不变的。因此，在公式 $E = f/q_0$ 中， E 是一个常量，它与 q_0 无关。若取 $q_0 = 1$ 时， E 在数值上等于 f ，即单位正电荷所受的力。故 E 只是从力的角度描述电场本身属性的物理量，而与外施电荷无关。（若以点电荷的场强 $E = f/q_0 = q/4\pi\epsilon_0 r^2$ 为例，可看出 E 中不包含 q_0 的成分）。

15. 一个带正电的金属球，用长丝线悬挂起来，如要测量在该电荷附近，并与该电荷处于同一水平面内某点的场强 E ，我们就在该处放入一个正电荷 q ，测得 q 所受的力 F 。试问 F/q 是小于、等于、还是大于该点的 E ？如果金属球带负电则又如何？怎样测才使 F/q 等于 E ？

答：因为放入正电荷 q 后，带正电的金属球将受到一库仑力 F 的排斥，使球的悬线偏转一个角度，直到库仑力、重力与绳子的张力平衡时，小球方才静止。这时，金属球至电荷 q 的距离 r 增加了，而力与距离的平方成反比，所以测得的力 F 将减小，故 F/q 小于该点的场强 E ；同时，因静电感应，电荷分布要发生变化，使 r 增加，而导致 F/q 减小。

当金属球为负电荷时，它们相互吸引，使距离 r 减小， F 增加，故 $F/q > E$ 。

综上所述，要使 $F/q = E$ ，(1) 必须使金属球固定，让两电荷间的距离不发生变化。(2) 使 q 充分小，才不至使产生电场的金属球上的电荷之大小和分布情形发生变化。其次，使 q 的几何线度充分小，即可以把它看做是点电荷，才能确定空间某点的电场性质。

16. 如图所示，在直角三角形 ABC 的 A 点上，有电荷 $q_1 = 1.8 \times 10^{-9}$ 库仑， B 点上有电荷 $q_2 = -4.8 \times 10^{-9}$ 库仑，试求 C 点的电场强度（大小和方向）。其中 $\overline{AC} = 0.03$ 米， $\overline{BC} = 0.04$ 米。

解： q_1 在 C 点产生的场强大小为

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{AC^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{1.8 \times 10^{-9}}{0.03^2}$$

$$= 1.8 \times 10^4 \text{ (伏/米)}$$

q_2 在 C 点产生的场强大小为

(16题)

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{BC^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4.8 \times 10^{-9}}{0.04^2}$$

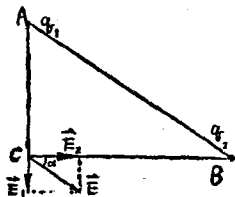
$$= 2.7 \times 10^4 \text{ (伏/米)}$$

\vec{E}_1 、 \vec{E}_2 的方向如图所示。

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(1.8 \times 10^4)^2 + (2.7 \times 10^4)^2}$$

$$= 3.24 \times 10^4 \text{ (伏/米)}$$

$$\alpha = \arctg \frac{E_1}{E_2} = \arctg 0.6667 = 33.7^\circ$$



17. 试求每边长度为 a 的正方形中心的电场强度, 若

(1) 四个相同的同号电荷 q 放在其顶点上。

(2) 两个正号, 两个负号的相同电荷任意放在其顶点上。

解: (1) 如图(a)建立坐标系, 各顶点电荷为 $+q$, 因 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 各顶点到 O 的距离相等, 电荷相同。故

$$\vec{E}_3 = -\vec{E}_1, \quad \vec{E}_4 = -\vec{E}_2$$

$$\text{即 } \vec{E}_3 + \vec{E}_1 = 0, \quad \vec{E}_4 + \vec{E}_2 = 0$$

$$\therefore \vec{E}_0 = \vec{E}_3 + \vec{E}_1 + \vec{E}_4 + \vec{E}_2 = 0$$

各场强方向如图(a)所示。

各顶点电荷为 $-q$ 时有 $\vec{E}_1 = -\vec{E}_3, \vec{E}_2 = -\vec{E}_4$

$$\therefore \vec{E}_0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_3 + \vec{E}_2 + \vec{E}_4 = 0$$

各场强方向与(a)图所示相反。

(2) 若 A_1 、 A_3 为 $+q$, A_2 、 A_4 为 $-q$ 。

同理 $\vec{E}_0 = 0$

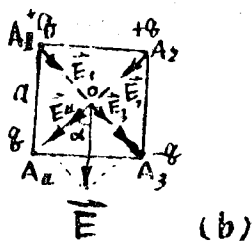
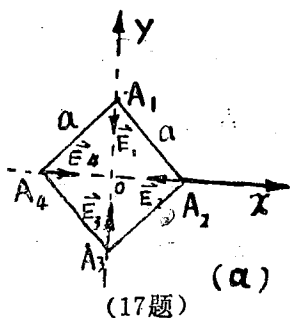
\vec{E}_1, \vec{E}_3 方向如图(a), \vec{E}_2, \vec{E}_4 的方向与图(a)所示相反。

若 A_1, A_3 为 $-q$, A_2, A_4 为 $+q$ 。

同理 $\vec{E}_0 = 0$, \vec{E}_2, \vec{E}_4 方向如图(a), \vec{E}_1, \vec{E}_3 的方向与图(a)所示相反。

若电荷如图(b)所示, A_1, A_2 为 $+q$, A_3, A_4 为 $-q$ 。

$$E_1 + E_3 = 2 \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{(\sqrt{2}a/2)^2} = \frac{1}{\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$$



$$\text{同理 } E_2 + E_4 = \frac{1}{\pi \epsilon_0} \frac{q}{a^2}$$

$$\begin{aligned} \therefore E_0 &= \sqrt{(E_1 + E_3)^2 + (E_2 + E_4)^2} = \sqrt{2 \left(\frac{q}{\pi \epsilon_0 a^2} \right)^2} \\ &= \frac{\sqrt{2}}{\pi \epsilon_0} \frac{q}{a^2} \end{aligned}$$

$$a = \text{tg}^{-1} \frac{E_3}{E_4} = \text{tg}^{-1} 1 = 45^\circ.$$

各场强方向见图(b)

若 A_1, A_2 为 $-q$, A_3, A_4 为 $+q$ 时

$$\text{同样得到 } E_0 = \frac{\sqrt{2}}{\pi \epsilon_0} \frac{q}{a^2}, \alpha = 45^\circ$$

各场强方向与(b)图相反。

18. 在空气中有两个相距 6.0 厘米的点电荷, $q_1 = 4.5 \times 10^{-6}$ 库仑, $q_2 = -4.5 \times 10^{-6}$ 库仑, 在它们连线的中垂线上一一点 C (垂足为 O), 放置点电荷 $q_3 = 3.0 \times 10^{-6}$ 库仑, 若 $\overline{OC} = 4.0$ 厘米, 求 C 点的电场强度和 q_3 所受的力。

(18题)

解: C 点的电场强度应该是点电荷 q_1 和 q_2 各自在 C 点的场强 \vec{E}_1 和 \vec{E}_2 的矢量和, 如图 E_1, E_2 的大小为

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1}{AC^2} \\ &= \frac{9.0 \times 10^9 \times 4.5 \times 10^{-6}}{(5.0 \times 10^{-2})^2} = 1.62 \times 10^7 \text{ (牛顿/库仑)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_2}{BC^2} = \frac{9.0 \times 10^9 \times 4.5 \times 10^{-6}}{(5.0 \times 10^{-2})^2} \\ &= 1.62 \times 10^7 \text{ (牛顿/库仑)} \end{aligned}$$

令 α 为 E_1, E_2 与 E 的夹角

$$\text{则 } E = 2E_1 \cos \alpha = 2E_1 \frac{\overline{OA}}{\sqrt{\overline{OA}^2 + \overline{OC}^2}} = 2 \times 1.62 \times 10^7 \times 0.6$$