

中学物理

习题与解

下册

哈尔滨市中学物理教学研究会

目 录 (下册)

电学	(1)
(一)电场.....	(1)
(二)直流电路.....	(50)
(三)磁场.....	(95)
(四)电磁感应.....	(115)
(五)交流电.....	(144)
(六)电子技术基础.....	(156)
光学	(161)
(一)几何光学.....	(161)
(二)光的本性.....	(171)
原子核物理的初步知识	(175)
附录	(183)

电 学

(一) 电场

1. 试举例说明，摩擦起电时，如果摩擦时间很长，一个物体会不会失去所有的电子？

不会失去所有的电子。因为一般大小的物体中所含的电子是非常多的。（金属导体内每立方厘米体积约有自由电子 10^{22} 个左右）设取 1 克分子的某种物体，根据阿佛加德盘带数，则应含有 6.62×10^{23} 个分子。又假设每个分子含 10 个电子。那么，1 克分子的物体将含有 6.62×10^{24} 个电子！这些电子的总电量应为 $6.62 \times 10^{24} \times 4.8 \times 10^{-10}$ 静电系单位，即 2.89×10^{15} 静电系单位电量，也就是等于 9.63×10^5 库仑。如总有两个各带 2.89×10^{15} 静电系单位电量的物体，在空气中若相距 100 米，那么根据库仑定律得其相互作用力应为

$$F = \frac{(2.89 \times 10^{15})^2}{(10^4)^2} = 8.35 \times 10^{22} \text{ 达因} = 8.5 \times 10^{10} \text{ 克重。}$$

这个力是非常大的。为 8.5×10^{10} 公斤或 8.5×10^{13} 吨重。

由此可见，一般大小的物体，在普通的摩擦带电实验中，物体相互摩擦后所带的电量，最多也不过几百个静电系单位电量。这样失去的电子数约占该物体所含总电子数的几万亿分之一。因此摩擦时物体只会失去极其少量的电子，绝对不会失去大部份电子，更不会失去全部电子。

2. 计算时常用一个带电体带的电量为1静电系单位电量的电荷。这句话在实际生活中是否可能存在？

答：实际生活中不可能存在。因为根据目前的科技发展情况认为所有带电体所带的电荷都应是电子带电量的整数倍。而一个电子带电量为 4.8×10^{-10} 静电系单位，那么1静电系单位电量则应有 $\frac{1}{4.8 \times 10^{-10}} = 2.083 \times 10^9$ 个电子，即出现不到一个电子所带的电量。（1库仑的电量 $= 6.3 \times 10^{18}$ 个电子的带电量）。

3. 在库仑定律中，若力采用达因时 $k=1$ ，试求当力采用牛顿时， k 应为多少？

解：由 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ F —牛顿 r —米

q —库仑

$$1 \text{ 达因} = 10^{-5} \text{ 牛顿}$$

$$1 \text{ 厘米} = 10^{-2} \text{ 米}$$

$$1 \text{ 静电系单位} = 3 \times 10^{-9} \text{ 库仑}$$

$$k = \frac{F r^2}{q^2} = \frac{10^{-5} \times (10^{-2})^2}{(3 \times 10^{-9})^2} = 9 \times 10^9 \text{ 牛顿米}^2/\text{库仑}^2$$

（精确值应为 8.94×10^9 牛顿米²/库仑²，因为1库仑 $= 2.997925 \times 10^9$ 静电单位）。

4. 在煤油($\epsilon=2$)中，两个点电荷相距2米，一个带电量是另一个的4倍，相互作用力为45牛顿。求每一个点电荷的电量。

$$\text{解: } \because F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon \cdot \gamma^2} \dots\dots\dots ①$$

$$q_1 = 4q_2 \dots\dots\dots ②$$

$$\text{②代入① } F = k \frac{4q_2^2}{\epsilon \cdot \gamma^2}$$

$$q_2 = \sqrt{\frac{F \cdot \epsilon \cdot \gamma^2}{4k}} = \sqrt{\frac{45 \times 2 \times 2^2}{4 \times 9 \times 10^9}} = 10^{-4} (\text{库仑})$$

$$q_1 = 4q_2 = 4 \times 10^{-4} (\text{库仑})$$

5. 有两个完全相同的球体，各带+10和-2静电系单位电量，在空气中相距2厘米时，作用力是多少？假设两球接触一下后，再分开仍相距2厘米时作用力又是多少？

提示：接触后正负电荷中和，剩余的电量被两个球体平分。（-5达因。4达因）

6. 两个点电荷在真空中相距11厘米时的作用力和在松节油中相距7.4厘米时相同。求松节油的介电常数。

$$\text{解: } F_{\text{真}} = \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon_1 \cdot \gamma_1^2} \dots\dots\dots ①$$

$$F_{\text{松}} = \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon_2 \cdot \gamma_2^2} \dots\dots\dots ②$$

$$\text{①} = \text{②} \quad \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon_1 \cdot \gamma_1^2} = \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon_2 \cdot \gamma_2^2}$$

$$\epsilon_2 = \frac{\epsilon_1 \cdot \gamma_1^2}{\gamma_2^2} = \frac{1 \times 11^2}{7.4^2} = 2.2$$

7. 有 q_1 和 q_2 两个点电荷，相距 γ 厘米，它们间的作用力是100达因。今将 q_1 向 q_2 移近2厘米，这时两电荷间的作用力是250达因。那么(1)最初两电荷间的距离 γ 是多少厘米？(2)如果电荷 q_1 和 q_2 的电量之比为1:10，则 q_1 和 q_2 各是多少？

($\gamma = 10$ 厘米， $q_1 = 40$ 静电系单位电量，
 $q_2 = 400$ 静电系单位电量)。

8. 有大小相同的两个小球，分别带异种电荷，在真空中相距2厘米时，其间引力为4达因，若相接触一下再分开仍相距2厘米，则斥力为2.25达因。求两球原来的电量各是多少？

解： 设 $q_1 > q_2$

$$F = \frac{q_1 q_2}{\gamma^2}$$

$$4 = \frac{q_1 q_2}{2^2} \quad \text{得 } q_1 \cdot q_2 = 16 \dots\dots\dots ①$$

当接触后分开

$$2.25 = \frac{\left(\frac{q_1 - q_2}{2}\right)^2}{2^2} \quad \text{得 } q_1 - q_2 = 6 \dots\dots\dots ②$$

联立解①，② 得：

$q_2 = 2$ 静电系单位电量。

$q_1 = 8$ 静电系单位电量。

9. 有两个固定的正电荷，所带电量分别是 e 和 $4e$ ，电荷间的距离是 l 。第三个电荷应该放置何处，才能处于平衡状态？在什么情况下是稳定平衡？什么情况下是不稳定平衡？

（第三个电荷应放在距带电量小的电荷 $l/3$ 的地方。第三个电荷是正电荷时为稳定平衡，负电荷为不稳定平衡）。

10. 如图：AB表示两个带电小球，在水中相互作用而静止。已知A球的质量为10克，体积为1立方厘米，带电量为负160静电系单位；B球带电量为正400静电系单位，AB间相距10厘米。求绳子上的张力是多少？水的介电常数为81，水的比重为1克/厘米³。

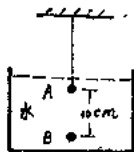
解：如果没有B球则张力 $T = P - F_{\text{浮力}}$ 但因B而使A受到向下的力 $F_{\text{电}} = \frac{q_A q_B}{\epsilon \gamma^2}$

$$\therefore T = P + F_{\text{电}} - F_{\text{浮}}$$

$$= mg + \frac{q_A q_B}{\epsilon \cdot \gamma^2} - m_1 g$$

$$= 10 \times 980 + \frac{160 \times 400}{81 \times 10^2} - 1 \times 980$$

$$= 8828 \text{ 达因。}$$



10题图

11. 两个带等量同种电荷的小球，质量各为0.1克，各用50厘米长的绝缘细线挂在同一点上，两球彼此相斥，在平衡状态下相距20厘米。求两个小球所带的电量和细线的张力。（ $g = 980 \text{ 厘米/秒}^2$ ）

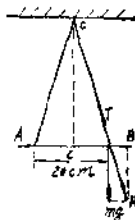
解：两球各受三力平衡，作 $OC \perp AB$ ，

则: $\triangle OCB \sim \triangle BFR$

$$\text{得 } \frac{F}{mg} = \frac{CB}{OC}$$

$$\therefore F = \frac{q^2}{\gamma^2} = \frac{q^2}{20^2},$$

$$mg = 0.1 \times 980 = 98$$



11题图

$$CB = \frac{20}{2} = 10, OC = \sqrt{OB^2 - CB^2} = \sqrt{50^2 - 10^2} \\ = 20\sqrt{6}.$$

$$\text{代入 } q = \sqrt{\frac{20^2 \times 980}{20\sqrt{6}}} = 89.5 \text{ 静电系单位。}$$

$$\text{又: } T = \sqrt{mg^2 + F^2} = 132 \text{ 达因}$$

12. A、B两球重量各为100毫克，带有等量异种电荷，悬点相距10厘米，悬线长均为20厘米。由于电荷间的相互吸引，使两球相距2厘米。求每个球的电量是多少？ $g = 980$ 厘米/秒²。

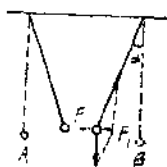
解：静电引力与重力和悬线张力的合力平衡

$$\text{得 } \frac{q^2}{\gamma^2} = F \dots\dots\dots ①$$

$$\therefore F_1 = P \tan \alpha \dots\dots\dots ②$$

$$F = F_1$$

$$\therefore q^2 = 0.1 \times 980 \times \frac{4}{\sqrt{384}} \times 4 = 80$$



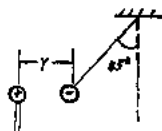
12题图

$q = \sqrt{80} = 8.9$ 静电系单位电量。

13. 把质量 $m = 1.5 \times 10^{-3}$ 公斤的物体，用线绳悬挂起来，使其带负电。用带电 $q = 3.0 \times 10^{-6}$ 库仑的物体靠近它，如图所示。两个电荷高度相同，相距 $r = 0.3$ 米。绳与竖直方向成 45° 角而平衡， g 取 10 米/秒²。

试求：

- (1) 电荷间的相互作用力是多少？
- (2) 带负电物体所带的电量是多少？



13题图

① $F = 1.5 \times 10^{-2}$ 牛顿，

② $Q = 5 \times 10^{-8}$ 库仑

14. 两个带等量同种电荷的小球，用等长的不导电的线悬于同一点，因相斥而距离 5 厘米。问若其中一个球放电后，情况如何？

答：当其中一个球放电后，则电荷之间的斥力消失，在重力的作用下，两球要恢复到竖直方向而相互接触。但因接触使未放电的球所带的电荷重新分配，各带电为一个球所带的电荷的一半，而相互排斥，根据库仑定律计算，应相距 3.15 厘米。

15. 两个质量均为 m 克的小球，带等量同种电荷，分别用 1 厘米的绝缘细线悬挂于同一点。若因两球相斥使两细线所成张角为 2θ 。求各球所带电量是多少？



15题图

$$(q = 2l \sin \theta \sqrt{mg \tan \theta})$$

16. 一个重 10 克的小球 A 制成的单摆，它的振动周期 $T_1 = 2$ 秒。今使球 A 带电量 q_A 为负 46 静电系单位，并在它的

正下方2厘米处，放置另一小球B， q_B 为正200静电系单位。那么① 两球都带电后，单摆的振动周期将怎样改变？② 假设两球间的引力不变，带电后的振动周期 T_2 为多少？

〈(1) 单摆的振动周期减小。〉

$$(2) T_2 = 1.8 \text{秒}。 \text{提示 } T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a+g}}, \quad a = \frac{F}{m}, \quad F = \frac{PA \cdot PB}{\gamma_2}。$$

17. 试求：氢原子的核外电子，围绕原子核作圆周运动时的向心力是多少？线速度又是多少？若电子跟原子核间的平均距离为 1×10^{-8} 厘米，电子和原子核分别带电量为 $\pm 4.8 \times 10^{-10}$ 静电系单位电量。

〔提示：向心力等于静电引力。〕

$$F_{\text{向}} = F_{\text{电}} = \frac{e \cdot q}{R^2} = 2.3 \times 10^{-8} \text{达因}。$$

$$\text{又} \because F_{\text{向}} = m \frac{v^2}{R} \quad m \frac{v^2}{R} = \frac{e^2}{R^2}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{e^2}{m \cdot R}} = 1.59 \times 10^8 \text{厘米/秒}。$$

18. 氢原子的核外电子的最小轨道半径为 0.53×10^{-8} 厘米。试求电子在这轨道上运转时(1) 线速度；(2) 角速度；(3) 每秒转数。(4) 周期。电子电量为 -4.8×10^{-10} 静电系单位；质子电量为 $+4.8 \times 10^{-10}$ 静电系单位；电子质量为 9.1×10^{-28} 克。

$$(1) v = 2.19 \times 10^8 \text{厘米/秒}，$$

(2) $\omega = 4.12 \times 10^{10}$ 弧度/秒;

(3) $n = 6.56 \times 10^{16}$ 1/秒。

(4) $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{6.56 \times 10^{16}} = 1.5 \times 10^{-18}$ 秒

19. 已知电荷 $q_2 = 2 \times 10^{-9}$ 库仑与点电荷 q_1 相距 $l = 0.1$ 米, q_2 受力 $F_{2,1} = 3 \times 10^{-3}$ 牛顿。求 q_1 为多少?

解: $\because E_2 = \frac{F_{2,1}}{q_2} = \frac{3 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-9}} = 1.5 \times 10^6$ 牛顿/库仑
 $= 1.5 \times 10^6$ 伏特/米。

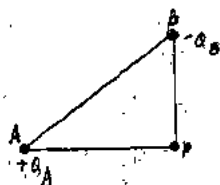
又 $E_2 = \frac{q_1}{l^2}$

$q_1 = E_2 \cdot l^2 = 1.5 \times 10^6 \times (0.1)^2 \times \frac{1}{9 \times 10^9}$
 $= 1.67 \times 10^{-6}$ 库仑。

20. 电场强度 $E = 1$ 牛顿/库仑等于多少伏特/厘米。

解: $1 \text{ 牛顿/库仑} = 1 \text{ 牛顿} \cdot \text{米/库仑} \cdot \text{米} = 1 \text{ 焦耳/库仑} \cdot \text{米}$
 $= 1 \text{ 伏特/米}, = 1 \text{ 伏特/100 厘米},$
 $= \frac{1}{100} \text{ 伏特/厘米}。$

21. 在已知直角三角形ABP中,
 $AP = 80$ 厘米, $BP = 60$ 厘米。 $Q_A = +3.2 \times 10^{-9}$ 库仑, $Q_B = -3.2 \times 10^{-9}$ 库仑。求P点的电场强度为多少牛顿/库仑?



21题图

($E_P = 91.8$ 牛顿/库仑。)

22. 地球的半径是6400公里。假如地球表面上的电场强度等于1.30伏特/厘米，那么地球所带的电量是多少？

$$\text{解：} \because E = \frac{q}{R^2}$$

$$\therefore q = E \cdot R^2 = \frac{1.30 \text{ 伏特} / \times (64 \times 10^7)^2}{300 \times 3 \times 10^9} \\ \approx 5.9 \times 10^5 \text{ 库仑。}$$

23. 有两个点电荷， $q_1 = 180$ 静电系单位电量， $q_2 = -20$ 静电系单位电量，相距6厘米。现要在它们的电场中放入另一电荷 q_3 ，使整个系统都处于平衡状态。(1) q_3 应放在什么地方？(2) q_3 的电量是多少？

解：欲使 q_3 处于平衡状态，则 q_3 所受的电场力的合力应满足为零的条件。也就是该点的合电场强度应为零。这一点应在 $q_1 q_2$ 的连线上，而且在距电量较小即 q_2 的外侧。

设该点距 q_2 为 X 厘米

$$\therefore E_1 + (-E_2) = 0 \quad \text{即 } E_1 = E_2$$

$$\text{得 } \frac{q_1}{(6+X)^2} - \frac{q_2}{X^2} = 0$$

解得 $X = 3$ 厘米 $X = -1.5$ 厘米 (不合要求舍去)。

又按题意。当引入 q_3 后整个系统处于平衡。故 q_2 或 q_1 所在点的电场强度亦应为零。

$$\text{则 } \frac{q_1}{6^2} = \frac{q_3}{3^2} \quad \text{得 } q_3 = \frac{9}{36} \times 180 = 45 \text{ 静电系单位。}$$

代入验算 q_1 所在点的电场强度亦应为零。

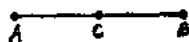
$$\frac{q_3}{q_2} = \frac{q_1}{6^2} \quad \frac{45}{81} = \frac{20}{36} = \frac{5}{9}$$

符合要求。故整个系统为平衡状态

24. 如图：在AB两点上分别放置+20和-20静电系单位电量的电荷。AB=6厘米，C点为AB中点，CD=1厘米。如果在CD两点分别放以5静电系单位电量。求(1) 它在C、D两点各受力多少？(2) C、D两点的电场强度是多少？

解：先求C、D两点的电场强度

$$\text{在C点 } E_A = \frac{Q_A}{AC^2}, \quad E_B = \frac{Q_B}{BC^2}$$



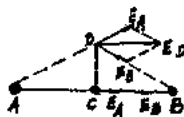
$$E_C = E_A + E_B \quad \text{在C点方向相同} \quad 24\text{题图 (1)}$$

$$\therefore E_C = \frac{20}{3^2} + \frac{20}{3^2} = \frac{40}{9} \text{ 静电系单位。}$$

在C点受力

$$F_C = E_C \cdot Q_C = \frac{40}{9} \times 5 = \frac{200}{9}$$

$$= 22\frac{2}{9} \text{ 达因。}$$



24题图 (2)

在D点的场强

$$\because AD = BD = \sqrt{AC^2 + CD^2} = \sqrt{3^2 + 1^2} = \sqrt{10} \text{ 厘米。}$$

$$\therefore E_A = \frac{Q_A}{AD^2} = \frac{20}{10} = 2 \text{ 静电系单位场强。}$$

$$E_B = \frac{Q_B}{BD^2} = \frac{-20}{10} = -2 \text{ 静电系单位场强。}$$

$$\triangle ABD \sim \triangle DE_D E_A$$

$$A. E_D : E_A = AB : AD \quad E_D : 2 = 6 : \sqrt{10},$$

$$E_D = \frac{12}{\sqrt{10}} = \frac{6}{5} \sqrt{10} \text{ 静电系单位场强,}$$

在D点受力

$$F_D = Q_D \cdot E_D = 5 \times \frac{6}{5} \sqrt{10} = 6 \sqrt{10} \text{ 达因。}$$

25. 在距离点电荷Q, $r_1 = 5$ 厘米远的A点, 和 $r_2 = 10$ 厘米远的B点。求AB两点场强之比。

$$\text{解: } E_A = \frac{Q}{r_1^2}, \quad E_B = \frac{Q}{r_2^2}$$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{Q/r_1^2}{Q/r_2^2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{10^2}{5^2} = \frac{100}{25} = 4:1.$$

26. 大地的电场强度为1伏特/厘米, 方向向下, 若有质量为5克的物体, 带有+60静电系单位电量。问此物体自由下落的加速度将发生什么变化?

$$\text{解: } a = g + a', \quad a' = \frac{qE}{m} = \frac{1 \times 60}{5} \times \frac{1}{300} = 0.04 \text{ 厘米/秒}^2$$

故改变了0.04厘米/秒²

27. 一个电子在 $E = 1.2 \times 10^5$ 牛顿/库仑的匀强电场中, 由静止开始运动。求(1) 电子所受的电场力和电子获得的加速度。(2) 电子走过2厘米所需要的时间。

$$\text{解: } E = \frac{F}{q}$$

$$\begin{aligned} F &= q \cdot E = 1.2 \times 10^5 \text{ 牛顿/库仑} \times 1.6 \times 10^{-14} \text{ 库仑} \\ &= 1.9 \times 10^{-14} \text{ 牛顿。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{F}{m} \quad (m = 9.1 \times 10^{-28} \text{ 克} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ 千克}) \\ &= \frac{1.9 \times 10^{-14} \text{ 牛顿}}{9.1 \times 10^{-31}} = 2.1 \times 10^{16} \text{ 米/秒}^2. \end{aligned}$$

$$S = \frac{1}{2} at^2 \quad (S = 2 \text{ 厘米} = 0.02 \text{ 米})$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.02}{2.1 \times 10^{16}}} \approx 1.4 \times 10^{-9} \text{ 秒}.$$

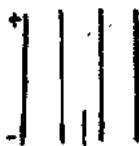
28. 在 $E = 50$ 静电系单位的匀强电场中, 放置一个质量为 2 克带有 1 静电系单位的正电荷的小球 (重力不计)。如果给它一个与电场平行而方向相反的速度, $V_0 = 75$ 厘米/秒, 问 (1) 这个电荷所受的电场力为多少? (2) 四秒末小球的速度为多少? (3) 四秒末小球距出发点多远?

解: (1) $F = E \cdot q = 50 \times 1 = 50$ 达因

$$(2) \because F = ma,$$

$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{50}{2} = 25 \text{ 厘米/秒}^2,$$

$V_4 = V_0 - at = 75 - 25 \times 4 = -25$ 厘米/秒, 匀减速运动。



28 题图

$$\begin{aligned} (3) S_4 &= V_0 t - \frac{1}{2} at^2 = 75 \times 4 - \frac{1}{2} \times 25 \times 4^2 \\ &= 300 - 200 = 100 \text{ 厘米} \end{aligned}$$

29. 电子质量是 9.1×10^{-28} 克, 放置在 5 静电系单位电

场强度的匀强电场内。求电子所受电场力及产生的加速度是多少？电子在第3秒末的即时速度和动能是多少？

$$(a = 2.6 \times 10^{18} \text{厘米/秒}^2,$$

$$V = 7.8 \times 10^{18} \text{厘米/秒},$$

$$E_{\text{动}} = 276.8 \times 10^8 \text{尔格})。$$

30. 一质量为 2×10^{-3} 克的带电质点，带电量为负100静电系单位电量，以200厘米/秒的初速度沿电场方向进入电场强度为0.8静电系单位的匀强电场中。求(1) 进入电场0.001秒后质点运动速度的量值和方向？(2) 0.01秒后质点运动速度和方向？(重力作用不计)。

解：(1) 带电质点进入电场后，所受到的电场力的方向与运动方向相反，故作匀减速运动。

$$\because F = E \cdot q \quad \text{则} \quad a = \frac{F}{m} = \frac{E \cdot q}{m}$$

(1) 进入后0.001秒的速度方向与初速度方向相同。

$$\begin{aligned} V_1 &= V_0 - at = V_0 - \frac{E \cdot q \cdot t}{m} = 200 - \frac{0.8 \times 100 \times 0.001}{2 \times 10^{-3}} \\ &= 160 \text{厘米/秒}。 \end{aligned}$$

(2) 进入后0.01秒的速度

$$V_2 = 200 - \frac{0.8 \times 100 \times 0.01}{2 \times 10^{-3}} = -200 \text{厘米/秒}。$$

方向与初速度方向相反(即作匀减速运动到速度为零后，即向反方向作初速度为零的匀加速度运动)。

31. 阴极射线射入平行板电容器ab间，通过5厘米的路

程后向下偏离31毫米，平行板的电场强度为150伏特/厘米。
求电子射入时的速度。（重力不计）。

解：设水平速度为V，则通过5厘米的距离是匀速直线运动。

$$V = \frac{S}{t} = \frac{5}{t} \dots\dots\dots ①$$

电子受电场力 $F = E \cdot e = ma$

$$a = \frac{E \cdot e}{m} \quad (E = 150 \times \frac{1}{300} = 0.5 \text{ 静电系})$$

向下偏离 $h = \frac{1}{2}at^2,$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2hm}{E \cdot e}} \dots\dots\dots ②$$

②代入①

$$V = \frac{5}{t} = 5 \sqrt{\frac{E \cdot e}{2h \cdot m}} = 5 \sqrt{\frac{4.8 \times 10^{-10} \times 0.5}{2 \times 3.1 \times 9.1 \times 10^{-28}}} \\ = 2 \times 10^8 \text{ 厘米/秒。}$$

32. 电子沿水平方向以速度 V_0 射入匀强电场，电场强度是E，电场方向与水平方向垂直。产生电场的两个极板长为l。在电场板板的另一端垂直放置一荧光屏。求(1)电子从射入电场到打到荧光屏上所经历的时间；(2)电子打到荧光屏上的位置；(3)电子运动的轨迹方程。（电子质量为m，电量为e）。

解：(1) 所经历时间 $t = \frac{l}{V_0}$