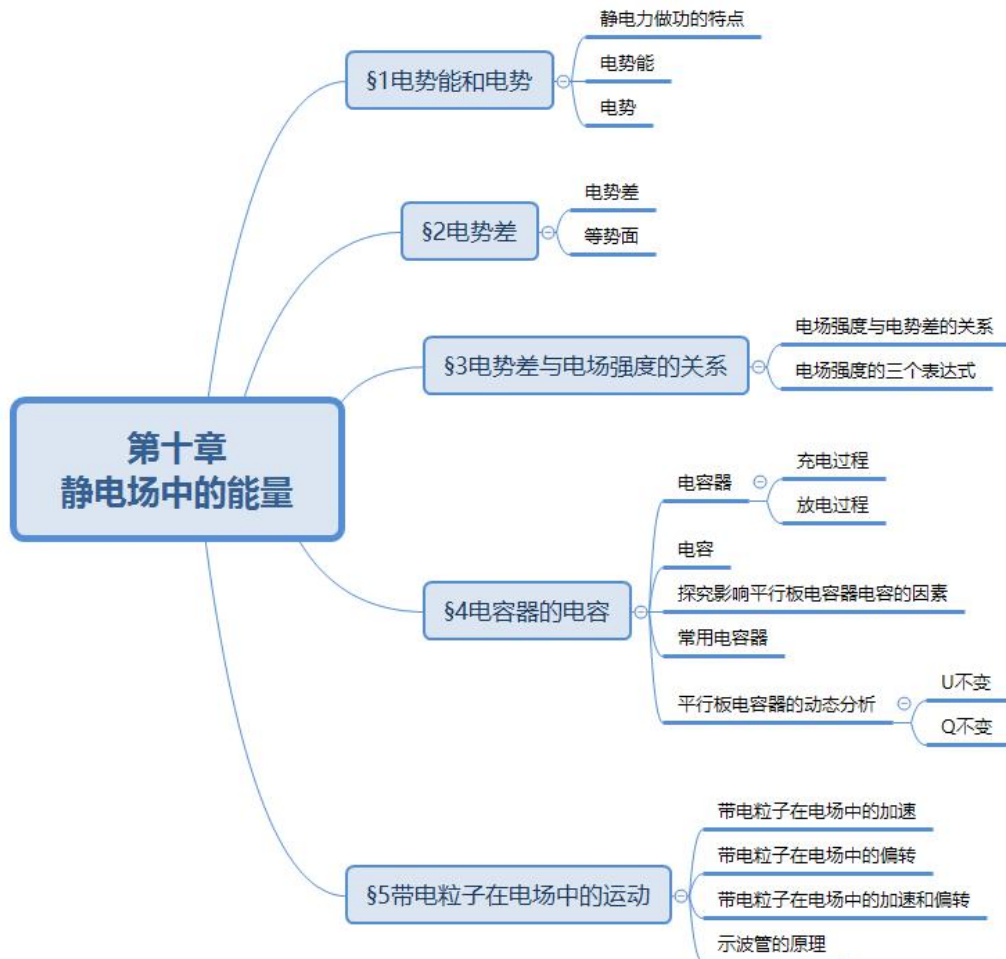


姓名： 完成评价：

一、核心知识的归纳总结和梳理模块



一、平行板电容器的电容及动态分析

1. 抓住不变量, 分析变化量, 紧抓三个公式:

$$C = \frac{Q}{U}, E = \frac{U}{d} \text{ 和 } C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}.$$

2. 平行板电容器的两类典型问题:

(1) 平行板电容器始终连接在电源两端: 电势差 U 不变。

由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d} \propto \frac{\epsilon_r S}{d}$ 可知, C 随 d 、 S 、 ϵ_r 的变化而变化。

由 $Q = CU = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d} \cdot U$ 可知, 当 U 不变时, Q 也随 d 、 S 、 ϵ_r 的变化而变化。

由 $E = \frac{U}{d} \propto \frac{1}{d}$ 可知,当 U 不变时, E 随 d 的变化而变化。

(2)平行板电容器充电后,切断与电源的连接:电荷量 Q 保持不变。

由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d} \propto \frac{\epsilon_r S}{d}$ 可知, C 随 d 、 S 、 ϵ_r 的变化而变化。

由 $U = \frac{Q}{C} = \frac{4\pi k d Q}{\epsilon_r S} \propto \frac{d}{\epsilon_r S}$ 可知,当 Q 不变时, U 也随 d 、 S 、 ϵ_r 的变化而变化。

由 $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{C d} = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S} \propto \frac{1}{\epsilon_r S}$ 可知, E 随 S 、 ϵ_r 的变化而变化,而与 d 无关。

二、带电粒子在电场中的加速

1.关于带电粒子在电场中的重力

(1)基本粒子:如电子、质子、 α 粒子等,除有说明或有明确的暗示以外,此类粒子一般不考虑重力(但并不忽略质量)。

(2)带电微粒:如液滴、油滴、尘埃、小球等,除有说明或有明确的暗示以外,一般都不能忽略重力。

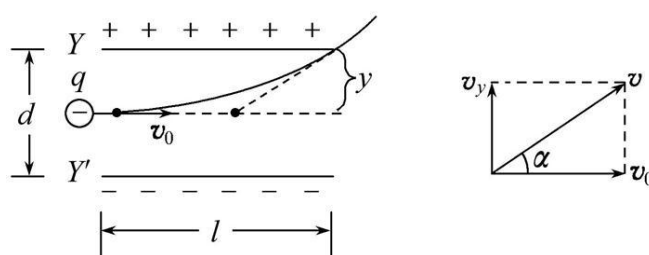
2.带电粒子的加速:当带电粒子以很小的速度进入电场中,在静电力作用下做加速运动,示波器、电视显像管中的电子枪都是利用电场对带电粒子加速的。

3.处理方法:可以从动力学和功能关系两个角度进行分析,其比较如表所示。

项目	动力学角度	功能关系角度
涉及知识	牛顿第二定律 匀变速直线运动公式	功的公式及动能定理
选择条件	匀强电场,静电力是恒力	可以是匀强电场,也可以是非匀强电场,静电力可以是恒力,也可以是变力

二、带电粒子在电场中的偏转

1.基本规律:带电粒子在电场中的偏转,轨迹如图所示。



$$(1) \text{初速度方向} \begin{cases} \text{速度: } v_x = v_0 \\ \text{位移: } x = v_0 t \end{cases}$$

$$(2) \text{电场线方向} \begin{cases} \text{速度: } v_y = at = \frac{qUl}{mdv_0} \\ \text{位移: } y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{qUl^2}{mdv_0^2} \end{cases}$$

$$(3) \text{离开电场时的偏转角: } \tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = \frac{qUl}{mdv_0^2}.$$

$$(4) \text{离开电场时位移与初速度方向的夹角: } \tan \beta = \frac{y}{l} = \frac{qUl}{2mv_0^2 d}.$$

2.几个常用推论

$$(1) \tan \alpha = 2 \tan \beta.$$

(2) 粒子从偏转电场中射出时,其速度反向延长线与初速度方向交于沿初速度方向分位移的中点。

(3) 以相同的初速度进入同一个偏转电场的带电粒子,不论 m 、 q 是否相同,只要 $\frac{q}{m}$ 相同,即比荷相同,则偏

转距离 y 和偏转角 α 相同。

(4) 若以相同的初动能 E_{k0} 进入同一个偏转电场,只要 q 相同,不论 m 是否相同,则偏转距离 y 和偏转角 α 相同。

(5) 不同的带电粒子经同一加速电场加速后(即加速电压相同),进入同一偏转电场,则偏转距离 y 和偏转

角 α 相同($y = \frac{U_2 l^2}{4U_1 d}$, $\tan \alpha = \frac{U_2 l}{2U_1 d}$, U_1 为加速电压, U_2 为偏转电压)。

二、练习模块

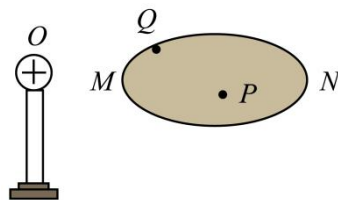
第十章《静电场中的能量》

一、单项选择题 (本题共 7 小题, 每小题 4 分, 共 28 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的)

1. 带正电荷的导体球 O 靠近某不带电的枕形导体。枕形导体的左右两端分别记为 M 、 N , P 、 Q 分别为枕形导体内部和外表面上的两点, 枕形导体处于静电平衡状态, 如图所示。下列说法正确的是

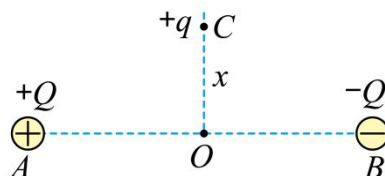
()

- A. M 端感应出正电荷, N 端感应出负电荷
- B. P 点电场强度方向沿 OP 连线由 O 指向 P
- C. Q 点的电场方向与 Q 点所在表面垂直
- D. 枕形导体上 Q 点的电势比 P 点的电势高



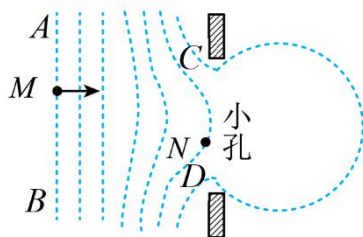
2. 如图, 两个电荷量都为 Q 的正、负点电荷固定在 A 、 B 两点, AB 连线中点为 O 。现将另一个电荷量为 $+q$ 的试探电荷放在 AB 连线的中垂线上距 O 为 x 的 C 点, 沿某一确定方向施加外力使试探电荷由静止开始沿直线从 C 点加速运动到 O 点, 不计重力, 则此过程中 ()

- A. 施加的外力沿 CO 方向
- B. 试探电荷受到的电场力一直变小
- C. 试探电荷做加速度增大的加速运动
- D. 试探电荷的电势能逐渐增加



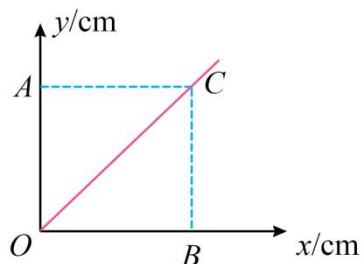
3. 电子显微镜通过“静电透镜”实现对电子束的会聚或发散, 进而使微小物体成像。如图所示, 图中虚线为某“静电透镜”区域的等势面, 其中 M 、 N 两点电势 $\phi_M < \phi_N$ 。现有一电子束沿垂直虚线 AB 的方向进入“透镜”电场, 仅在电场力的作用下穿过小孔 CD 。下列说法正确的是 ()

- A. M 点的电场强度小于 N 点的电场强度
- B. 正对 N 点射入“透镜”电场的电子会经过 N 点
- C. 电子在电场中运动, 电势能增大
- D. 该“透镜”电场对垂直虚线 AB 射入小孔 CD 的电子束有发散作用



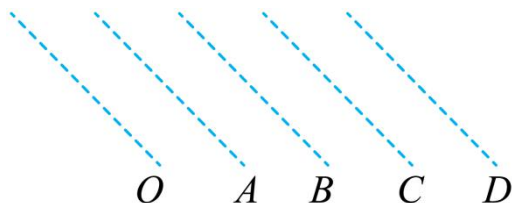
4. 一匀强电场的方向平行于 xOy 平面, 平面内 $A(0, 10)$ 、 $B(10, 0)$ 、 $C(10, 10)$ 三点的位置如图所示, 已知平面内的各点电势分别为 $\varphi_O = 0\text{V}$ 、 $\varphi_A = 12\text{V}$ 、 $\varphi_B = 16\text{V}$ 。下列说法不正确的是 ()

- A. 电势沿直线 OC 均匀变化
- B. C 点的电势为 28V
- C. 电子在 A 点的电势能比在 B 点的低 4eV
- D. 电子从 B 点运动到 C 点, 电场力做功为 12eV



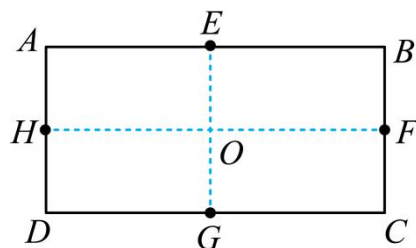
5. 如图所示, 虚线 O 、 A 、 B 、 C 、 D 是某匀强电场中的 5 个平行且相邻间距为 2cm 的等势面, 一电子经过 O 时的动能为 10eV, 从 O 到 C 的过程中克服电场力所做的功为 6eV, 已知等势面 D 的电势为 0V, 下列说法错误的是 ()

- A. 等势面 B 的电势为 4V
- B. 该匀强电场的场强大小为 1000V/m
- C. 该电子经过等势面 C 时, 其电势能为 -2eV
- D. 该电子经过等势面 A 时的动能是经过等势面 C 时动能的 2 倍



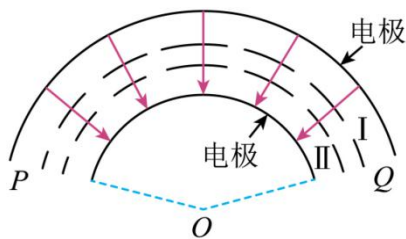
6. 如图所示, E 、 F 、 G 、 H 为矩形 $ABCD$ 四边的中点, O 为 EG 、 HF 的交点, AB 边的长度为 d , E 、 G 两点各固定一对等量点电荷, 另一电荷量为 $+Q$ 的正点电荷置于 H 点时, F 点处的电场强度恰好为零。若将 H 点的正点电荷移到 O 点, 则 F 点处电场强度的大小和方向为 (静电力常量为 k) ()

- A. $\frac{4kQ}{d^2}$ 方向向右
- B. $\frac{4kQ}{d^2}$ 方向向左
- C. $\frac{3kQ}{d^2}$ 方向向右
- D. $\frac{3kQ}{d^2}$ 方向向左



7. 中国新一代粒子研究器“超级陶粲”装置近日正式启动, 静电分析器是其重要组成部分。静电分析器的两电极之间存在如图所示的静电场, 以静电场中任意一点电场方向均沿半径方向指向圆心, 大小均满足 $E = \frac{k}{r}$ (k 为与装置有关的常数, r 为该点到圆心 O 的距离)。某次实验中质量之比为 1: 2、电荷量之比为 2: 1 的甲、乙两粒子由入射口 P 进入静电分析器, 分别沿轨迹 I、II 仅在电场力作用下做圆心为 O 的匀速圆周运动, 最后从出射口 Q 射出, 下列说法正确的是 ()

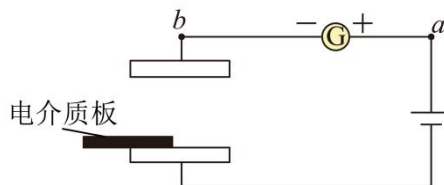
- A. 甲、乙两粒子运动时的速率之比为 4: 1
- B. 甲、乙两粒子运动时的角速度之比 2: 1
- C. 甲、乙两粒子运动时的动量大小之比为 1: 1
- D. 甲、乙两粒子运动时的动能之比为 1: 2



二、多项选择题 (本题共 3 小题, 每小题 6 分, 共 18 分。在每小题给出的四个选项中, 有两个或两个以上选项符合题目要求, 全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

8. 如图所示为一电容式位移传感器, 其原理是电介质板和物体固定在一起, 当物体发生一小段位移时, 插入两极板间的电介质的长度发生变化, 导致电容发生变化。电介质板向右平移进入电容器一小段距离过程, 则下列说法正确的是 ()

- A. 平行板电容器的电容变小
- B. 平行板电容器的带电量增大
- C. 通过灵敏电流计的电流方向从 a 到 b
- D. 当电介质板停止运动后, 电路中仍有电流通过



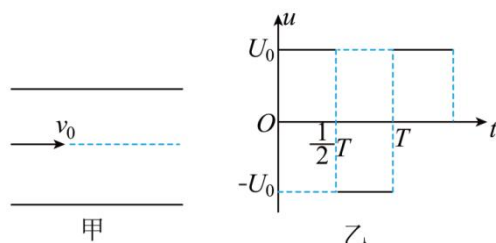
9. 图甲为板间距为 d ，长度 $2d$ 两水平金属板，在两板间加上周期为 T 的交变电压 u ，电压 u 随时间 t 变化的图线如图乙所示，质量为 m 、重力不计的带电粒子以初速度 v_0 沿中线射入两板间，在 $t=0$ 时刻，一不计重力的带电粒子沿板间中线垂直电场方向射入电场，粒子射入电场时的速度为 v_0 ，刚好沿板右边缘射出电场。已知电场变化周期 $T = \frac{2d}{v_0}$ 。下列关于粒子运动的描述正确的是（ ）

A. 粒子的电荷量为 $\frac{mv_0^2}{U_0}$

B. 若粒子在 $t=0$ 时刻以 $\frac{v_0}{2}$ 进入电场，则该粒子在 $t=2T$ 时刻射出电场

C. 若该粒子在 $t = \frac{1}{4}T$ 时刻以速度 v_0 进入电场，从进入到射出电场，电场力对粒子不做功

D. 若该粒子在 $t = \frac{1}{8}T$ 时刻以速度 v_0 进入电场，粒子会水平射出电场



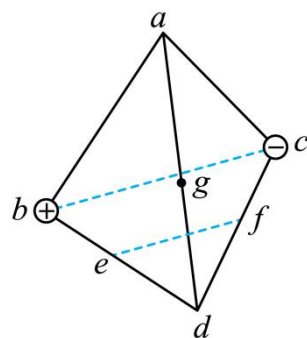
10. 如图所示，正四面体 $abcd$ 的棱长为 L ，点 e 、 f 、 g 分别是棱 bd 、 cd 、 ad 的中点，在 b 、 c 两点分别固定电量为 $+Q$ 和 $-Q$ 的点电荷，静电力常量为 k ，下列说法正确的是（ ）

A. e 、 f 两点的电场强度相同

B. g 点的场强大小为 $\frac{8\sqrt{3}kQ}{9L^2}$

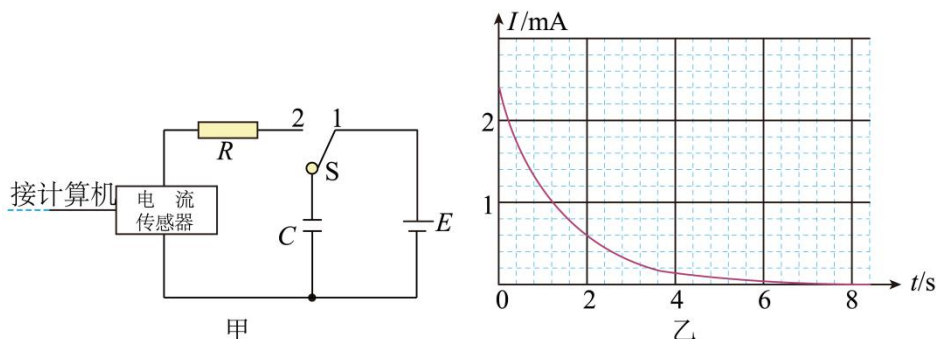
C. g 点电势等于 a 点电势

D. 两点间电势差满足 $U_{eg} = U_{df}$



三、非选择题（本题共 5 小题，共 54 分。请按题目要求作答）

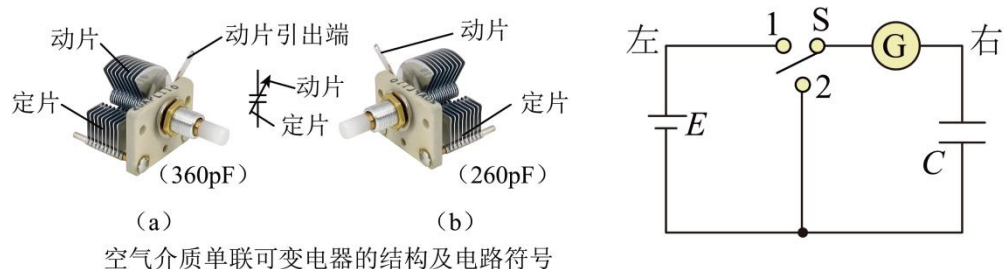
11. (6 分) 在“用传感器观察电容器的充放电过程”实验中，按图甲所示连接电路，电源电动势为 $8.0V$ ，内阻可以忽略。单刀双掷开关 S 先跟 1 相接，一段时间电路稳定后把开关再改接 2，实验中使用了电流传感器来采集电流随时间的变化情况，以开关改接 2 为计时起点得到的图像如图乙所示。



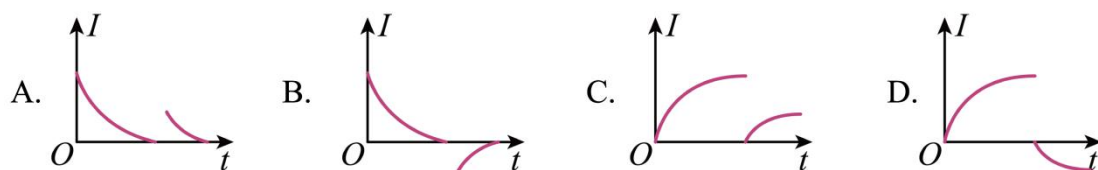
(1) 开关 S 改接 2 后，电容器进行的是_____（选填“充电”或“放电”）过程。如果不改变电路其他参数，只减小电阻 R 的阻值，则此过程 $I-t$ 的曲线与坐标轴所围成的面积将_____（选填“减小”或“不变”或“增大”）；

(2) 该电容器的电容约为_____ μF 。（结果保留两位有效数字）

12. (8 分) 收音机中可变电容器作为调谐电台使用。如图为空气介质单联可变电容器的结构，它是利用正对面积的变化改变电容器的电容大小，某同学想要研究这种电容器充、放电的特性，于是将之接到如图所示的实验电路中，实验开始时电容器不带电。



(1) 首先将开关 S 打向 1，这时观察到灵敏电流计 G 有短暂的示数，稳定后，旋转旋钮，使电容器正对面积迅速变大，从开始到最终稳定，灵敏电流计示数随时间变化的图像可能是_____ (填选项中的字母序号)

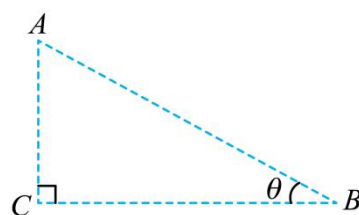


(2) 充电稳定后，断开单刀双掷开关，用电压表接在电容器两端测量电压，发现读数缓慢减小，原因_____。

(3) 该同学做完实验，得到电容器的电容后，突然想起他用的是一节旧电池（电动势不变，内阻不可忽略），为了尽量精确的得出电容的测量结果，他有没有必要把旧电池更换成新电池？ 在下面的横线上做一个简要分析_____。

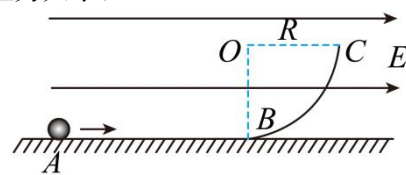
13. (10 分) 如图所示，匀强电场中有一直角三角形 ABC ， AB 长度为 4cm， $\theta = 30^\circ$ ，一个带电荷量 $q = -4 \times 10^{-6} \text{C}$ 的点电荷由 A 移到 B 的过程中，电势能增加 $1.6 \times 10^{-5} \text{J}$ ，由 B 移到 C 的过程中电场力做功 $8 \times 10^{-6} \text{J}$ ，已知电场线平行于 $\triangle ABC$ 所在的平面，求：

- (1) A 、 B 两点的电势差 U_{AB} 及 C 、 B 两点的电势差 U_{CB} 分别是多少；
- (2) 该匀强电场的电场强度的大小是多少。



14. (12 分) 如图所示，光滑水平面上竖直固定有一半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 光滑绝缘圆弧轨道 BC ，水平面 AB 与圆弧 BC 相切于 B 点， O 为圆心， OB 竖直， OC 水平，空间有足够大水平向右的匀强电场。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电绝缘小球自 A 点由静止释放，小球沿水平面向右运动， AB 间距离为 $2R$ ，匀强电场的电场强度 $E = \frac{mg}{q}$ ，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力。求：

- (1) 小球到达 B 点时的速度大小；
 (2) 小球在光滑绝缘圆弧轨道 BC 上运动速度最大时对轨道的压力大小。



15. (18 分) 如图甲所示, 长为 L 的两块导体板水平平行放置, 大量质量为 m 、电量为 e 的电子由静止开始, 经电压 U_0 的电场加速后, 连续不断地沿平行板的方向从两板正中间射入两板之间。当两板均不带电时, 这些电子通过两板之间的时间为 T (T 未知), 现给两板间加上如图乙所示的幅值恒为 U_1 的周期性电压。

- (1) 求电压变化的周期 T ;
 (2) 为保证有电子能从两板间穿出,
 求两平行导体板间的最小距离 d_1 ;
 (3) 若所有电子均能从两板间穿出,
 求两平行导体板间的最小距离 d_2 。

