

四川大学

2004 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目: 大学物理 (电磁学)
 科目代码: 471#
 适用专业: 无线电物理、电磁场与微波技术

(试题共 6 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不记分)

可能用到的物理常数: 真空中的介电常数: $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, 真空中的磁导率: $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$, 一个电子的电量: $1.62 \times 10^{-19} \text{ C}$

一、填空题 (每空 2 分, 共 40 分)

1. 导体的静电平衡条件是_____。
2. 磁材料分为硬磁材料和软磁材料, 录音机所用磁头的材料为_____磁材料, 磁带上的磁粉为_____磁材料。
3. 三个线圈中心在一条直线上, 相隔的距离很近, 如何放置可使它们之间的互感系数为零? _____
4. 金属探测器的探头内通入_____电流, 才能探测到埋在地下的金属物品发回的电磁信号。
5. 电磁波的电场为 \vec{E} , 磁场为 \vec{H} , 则电磁波能流密度的矢量表达式为_____。
6. 平行板电容器的电容为 1F , 其中一极板带电量 1C , 另一极板带电量为 -2C , 请问此时板间电压为_____, 若此时带电量为 1C 的极板接地, 请问此时板间电压为_____。
7. 磁瓶可以用两个电流方向_____的线圈产生一个中间_____两端_____的磁场, 从而把带电粒子约束在磁场内来回运动而不能逃脱。
8. 一次闪电的放电电压大约是 $1.0 \times 10^9 \text{ V}$, 而被中和的电量大约是 30C 。如果有一所学校每天消耗电能约 $20\text{kW}\cdot\text{h}$, 则上述一次放电所释放的电能够该学校用_____小时。
9. 相互垂直的电场 \vec{E} 和磁场 \vec{B} 可做成一个带电粒子速度选择器, 它能使选定速

10. 度的带电粒子垂直于电场和磁场射入后无偏转地前进。试写出这带电粒子的速度 \vec{v} 和 \vec{E} 及 \vec{B} 的关系_____。

11. 输电线上均匀带电，线电荷密度为 4.2nC/m ，距电线 0.5m 处的电场强度为_____。

12. 长螺线管（管长比半径大得多的螺线管）内部轴线上任一点的磁场是其任一端口中心处的磁场的_____倍。

13. 一线圈的自感为 $L=0.10\text{H}$ ，电阻为 $R=2.0\Omega$ ，与电容 C 串联后接到 $\nu=50\text{Hz}$ 的交流电源上。当 C 为_____时，线圈中的电流为最大。若这电容器的耐压为 400V ，则电源的峰值电压最大不超过_____。

14. 设氢原子中的电子沿半径为 r 的圆轨道绕原子核运动，若把氢原子放在磁感应强度为 \vec{B} 的磁场中，使电子的轨道平面与 \vec{B} 垂直，假定 r 不因 \vec{B} 而改变，则当观测者顺着 \vec{B} 得方向看时，若电子是沿顺时针方向旋转，试问电子的角频率（角速度）是增大还是减小？_____。

15. 两线圈的自感分别为 0.5H 和 0.1H ，并联后测得总自感为 0.1H 。请问它们之间的互感是_____。

16. 超导型核磁共振成像装置的磁体被简化为两个空心线圈（如图 1 所示）。在两线圈中间点 O 附近可产生一比较均匀的磁场。若线圈半径 $a=0.5\text{m}$ ，两线圈相距的距离等于线圈的半径，欲使 O 点的磁感应强度达到 0.6T ，则线圈的安匝数为_____。

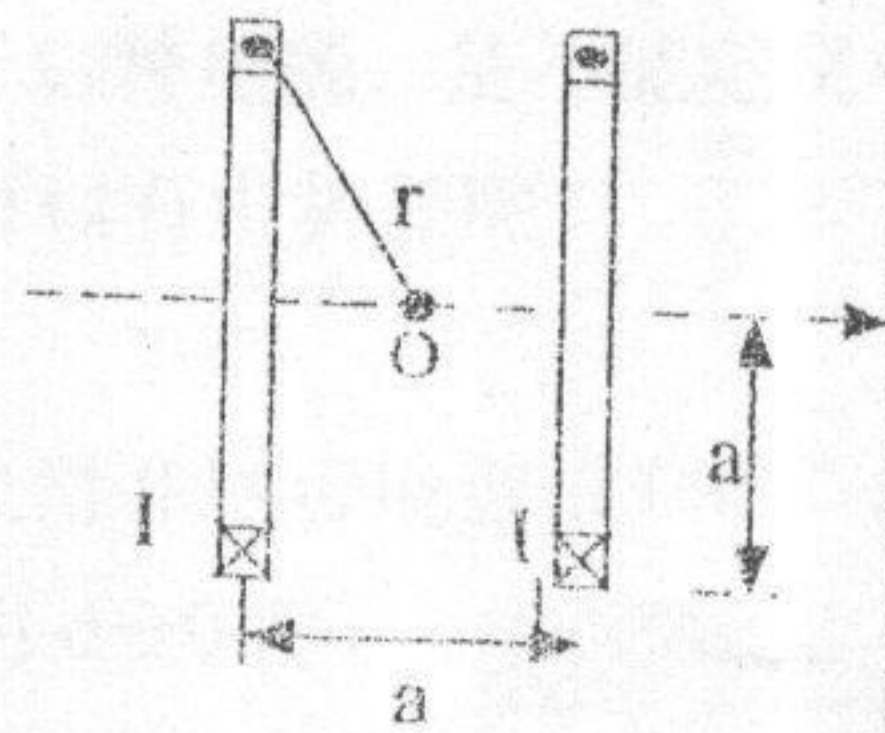


图 1（一、15 题图）

二、选择题（每题 2 分，共 20 分）

1. 考虑平板电容器的边缘场，那么其电容比不考虑边缘场时的电容（ ）

A. 变大

B. 变小

C. 不变

D. 不确定

2. 宇宙射线是高速带电粒子流（基本上是质子），它们交叉来往于星际空间并从各个方向撞击着地球。请问宇宙射线穿入地球磁场时，在下列哪个位置最容易？
（ ）

- A. 赤道 B. 两极 C. 北回归线 D. 南回归线

3. 关于静磁场，下列说法错误的是：（ ）

- A. \vec{H} 仅与传导电流有关
B. 不论抗磁质与顺磁质， \vec{B} 总与 \vec{H} 同向
C. 通过以闭合曲线 L 为边线的任意曲面的 \vec{B} 通量均相等
D. 通过以闭合曲线 L 为边线的任意曲面的 \vec{H} 通量不一定相等

4. 在一个带正电的大导体附近 P 点放置一个试探点电荷 q_0 ($q_0 > 0$)，实际测得它受力 F 。若考虑到电荷量 q_0 不是足够小的，则 F/q_0 比 P 点的实际场强 E ()；若大导体带负电，则 F/q_0 比 P 点的实际场强 E ()。

- A. 大 B. 小 C. 不变 D. 不确定

5. 图 1 所示为一电介质板置于平行板电容器的两板之间。作用在电介质板上的电力是把它 () 电容器两板间的区域。

- A. 拉进 B. 推出
C. 不移动 D. 不确定

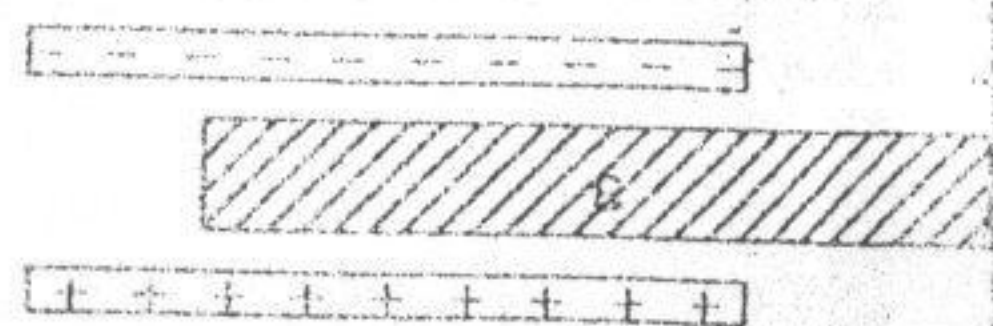


图 2 (二、5 题图)

6. 在静电平衡情况下，下列说法正确的是：()

- A. 若导体球壳带电，则电荷只分布在外表面上；
B. 导体带电时，电荷量的面密度与该处表面的曲率半径成反比；
C. 把一个带电物体移近一个导体壳，则该带电体在导体壳的腔内产生的电场不为零。
D. 一条电力线的两端可以在同一个导体上。

7. 下列科学家中，除 () 之外，都对磁学的发展做出了直接的贡献。

- A. 奥斯特 B. 毕奥 C. 安培 D. 库仑

8. 下列关于超导体与理想导体的说法，哪一个不正确？()

- A. 超导体的电阻为零
B. 理想导体的电阻为零

并从各
容易?

得它受
)

的电力

自

口

)

的电场不

- C. 超导体内可以存在磁感应强度 \bar{B}
- D. 理想导体内可以有不随时间变化的磁感应强度 \bar{B}

9. 如图 3 所示, 一封闭的导体壳 A 内有两个导体 B 和 C, 它们都不带电。现在设法让 B 带上正电。请问下列说法正确的是: ()

- A. $U_B > U_C > U_A$
- B. $U_C > U_A > U_B$
- C. $U_A > U_B > U_C$
- D. $U_B > U_A > U_C$

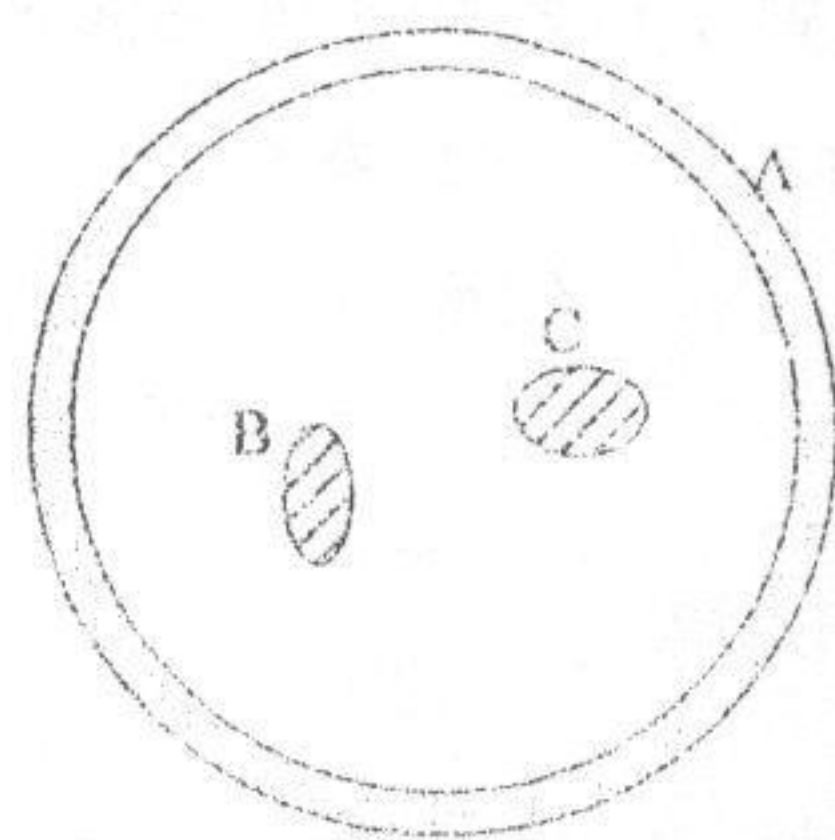


图 3 (二、9 题图)

10. 四个电容器的电容都是 C, 联接成如图 4 所示, 则 A、B 间的电容为 ()

- A. $C/2$
- B. C
- C. $4C/3$
- D. $2C$

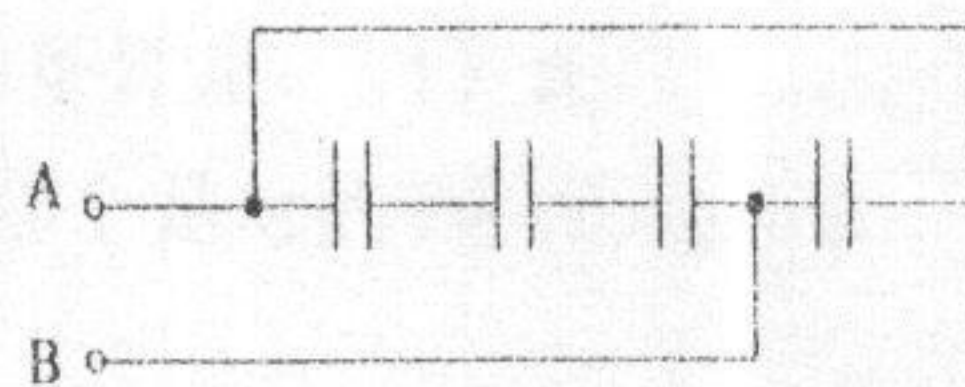


图 4 (二、10 题图)

三、简答题 (每小题 5 分, 共 30 分)

1. 在静电情况下, 空间某一点的电势 U 已定, 该点电场强度 \bar{E} 的大小 E 可以是任何值, 方向可以是任何方向; 反过来, 该点的 \bar{E} 已定, 该点的电势可以是任何值。因此, 空间同一点的 \bar{E} 和 U 没有直接关系。你认为这种说法怎样?
2. 磁场变化产生的感应电场是涡旋电场, 对于这种电场, 是不能定义电势的。为什么处在这电场中的导体上不同的地方可以有电势差呢?
3. 请问高温气体与等离子体有何区别?
4. 试说明“高电压的零部件的表面做得十分光滑并尽可能做成球面”的理由。
5. 平行板电容器的电容公式表示, 当两板间距 $d \rightarrow 0$ 时, 电容 $C \rightarrow \infty$, 在实际中我们为什么不能用尽量减小 d 的办法来制造大电容?
6. 试论证: 磁铁必定有边缘效应, 换句话说, 在两级间磁场是均匀的, 而到外边磁场突然变为零 (如图 5 所

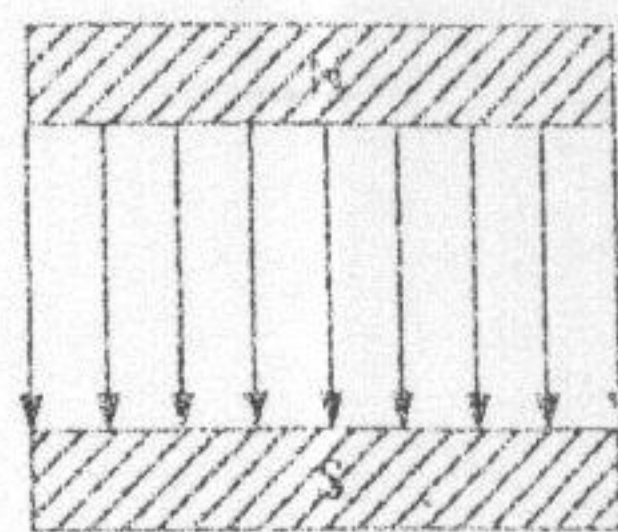


图 5 (三、6 题图)

示)是不可能的。

四、计算题 (每小题 10 分, 共 40 分)

1. 球形电容器由半径为 R_1 的导体球和与它同心的导体球壳构成, 壳的内半径为 R_2 , 球与壳间有一层同心的均匀介质球壳, 其内外半径分别为 a 和 b , 介电常数为 ϵ , 如图 6 所示。(1) 求这电容器的电容; (2) 当内球带电荷量 Q 时, 介质内外表面上的极化电荷量的面密度各是多少?

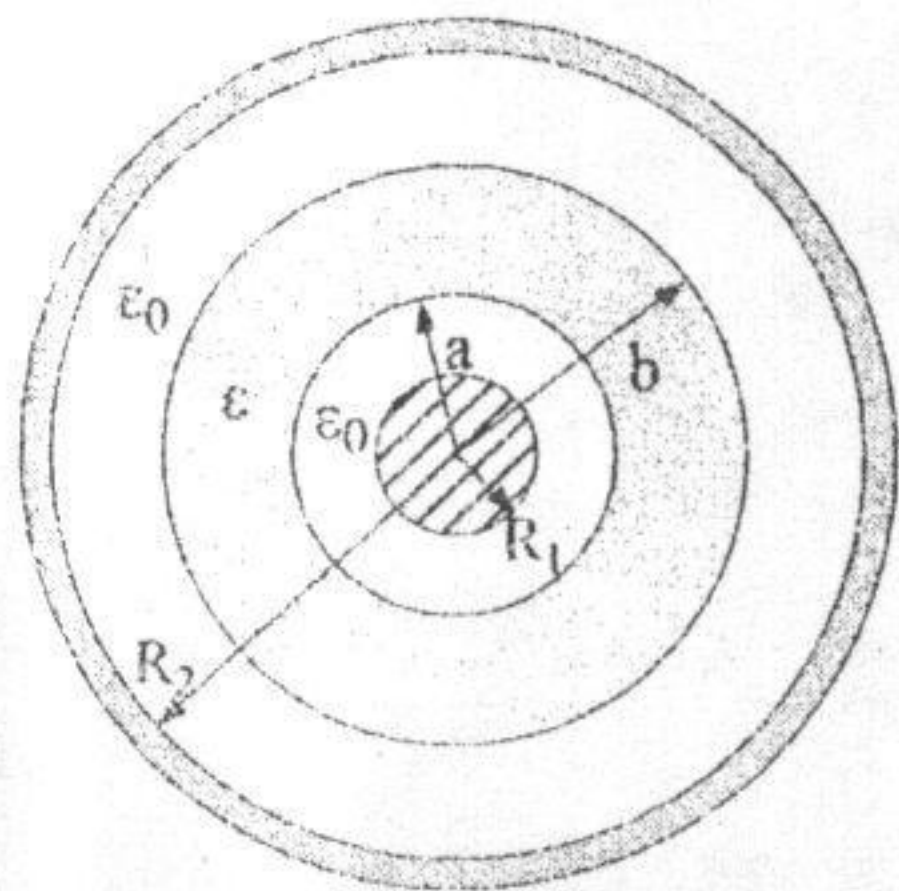


图 6 (四、1 题图)

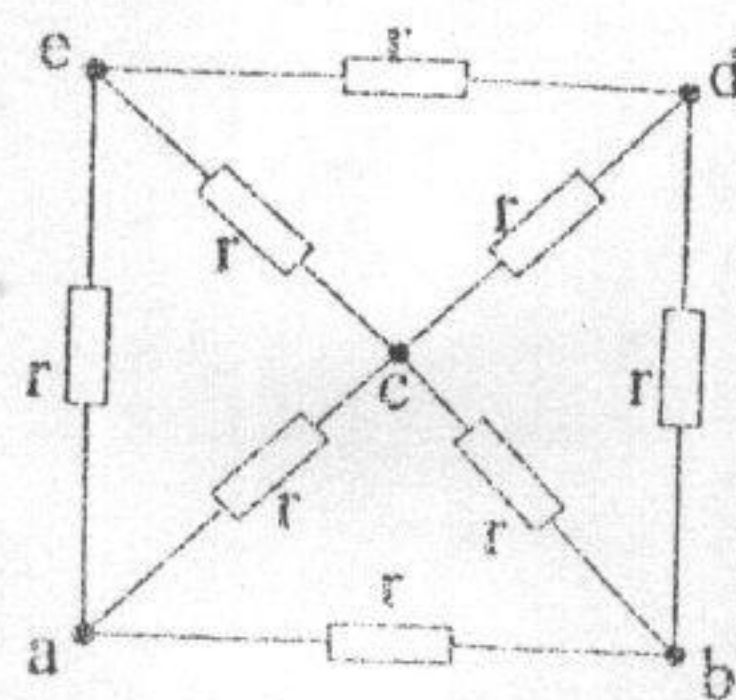


图 7 (四、2 题图)

2. 试求图 7 中 (1) a 、 b 间的电阻 R_{ab} ; (2) a 、 c 间的电阻 R_{ac} ; (3) a 、 d 间的电阻 R_{ad} 。

3. 一载有电流 I 的无穷长直导线垂直到地面, I 到达地面后, 便分散开来, 均匀地向各个方向流去, 如图 8 所示。把地面当作无穷大的平面, 设大地的磁导率为 μ_0 , 试求地面上和地面以下各处的磁感应强度。

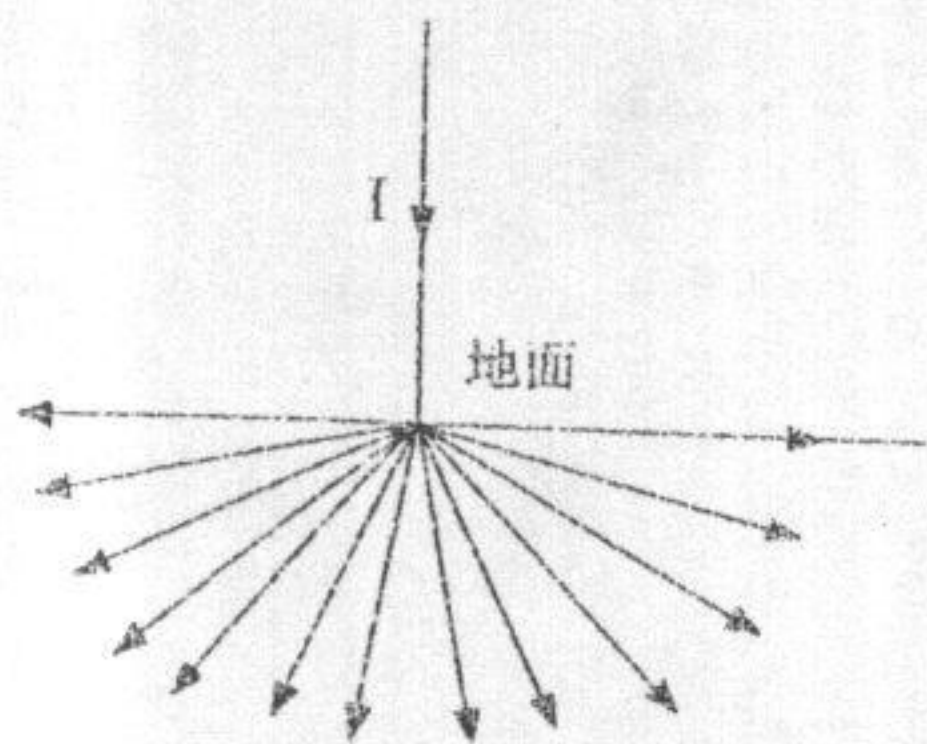


图 8 (四、3 题图)

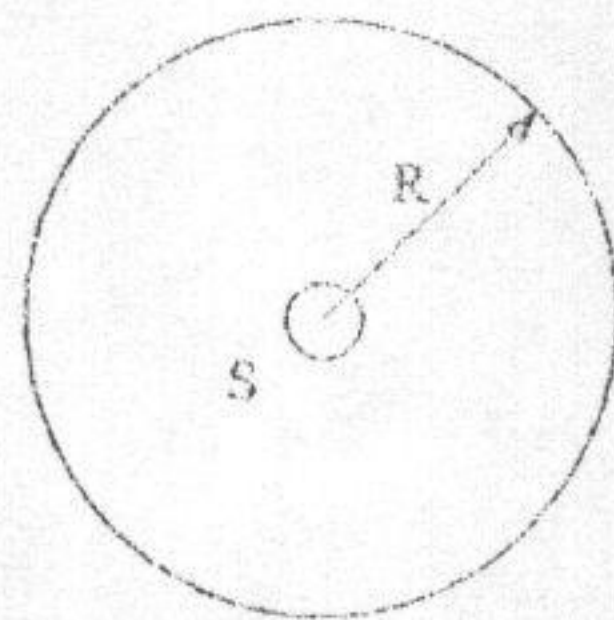


图 9 (四、4 题图)

4. 一圆线圈由 $n=50$ 匝表面绝缘的细导线绕成, 圆面积为 $S=4.0\text{cm}^2$, 放在另一个半径为 $R=20\text{cm}$ 的大圆形线圈中心, 两者共轴, 如图 9 所示。已知大线圈由 $N=100$ 匝表面绝缘的导线绕成。(1) 试求这两线圈之间的互感 M ; (2) 当大线圈中的电流每秒减少 50A 时, 试求小线圈中的感应电动势。

五、分析综合题 (每题 10 分, 共 20 分)

1. 电阻为 R_1 的小灯泡 S 与自感为 L 、电阻为 R_2 的线圈并联后, 接到电动势为 E 、内阻为 r 的电源上, 如图 10 所示, 接通开关 K , 使小灯泡稳定地发光。(1) 请计算 K 断开时, 流过灯泡 R_1 的电流; (2) 为了使 K 断开时, 小灯泡闪亮一下再熄灭, 所需的条件是: (1) $R_1 > r$; (2) $R_2 > r$; (3) $R_1 > R_2$; (4) $R_2 > R_1$ 。试分析其中哪个是对的? 并说明理由。

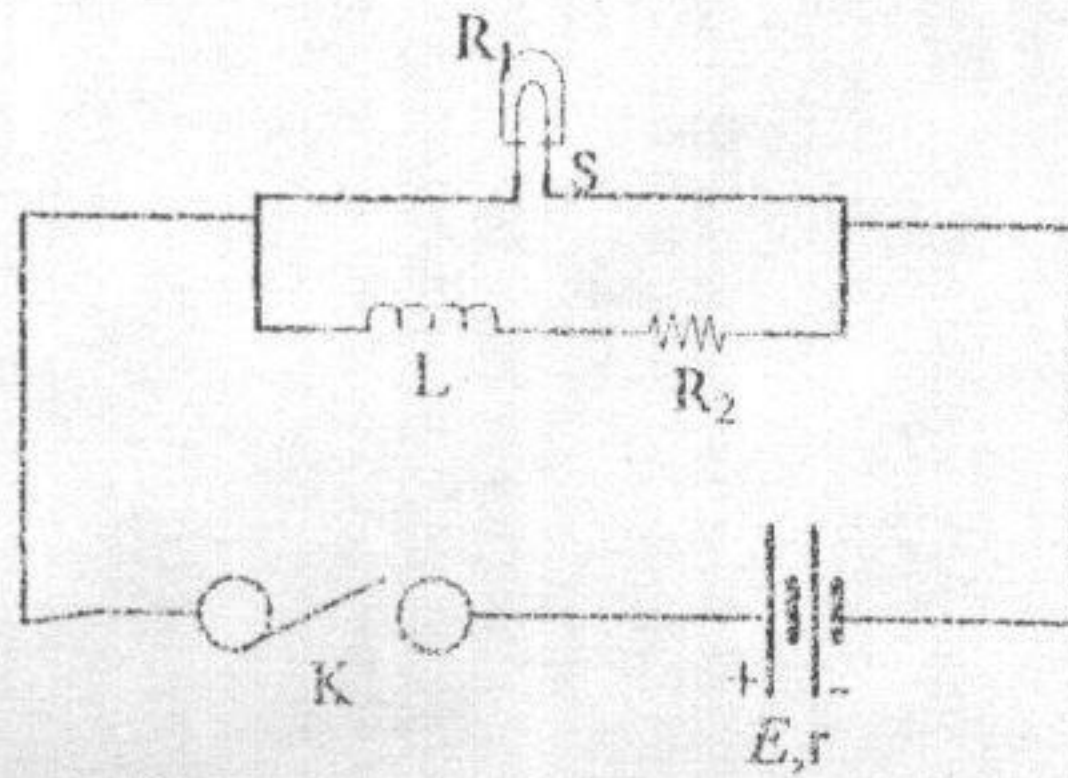


图 10 (五、1 题图)

2. 相互平行而且相距为 d 的两条长直带电线分别以速度 v_1 和 v_2 沿长度方向运动, 它们所带电荷的线密度分别是 λ_1 和 λ_2 (如图 11 所示)。求这两条直线各自单位长度受的力并比较电力和磁力的大小。

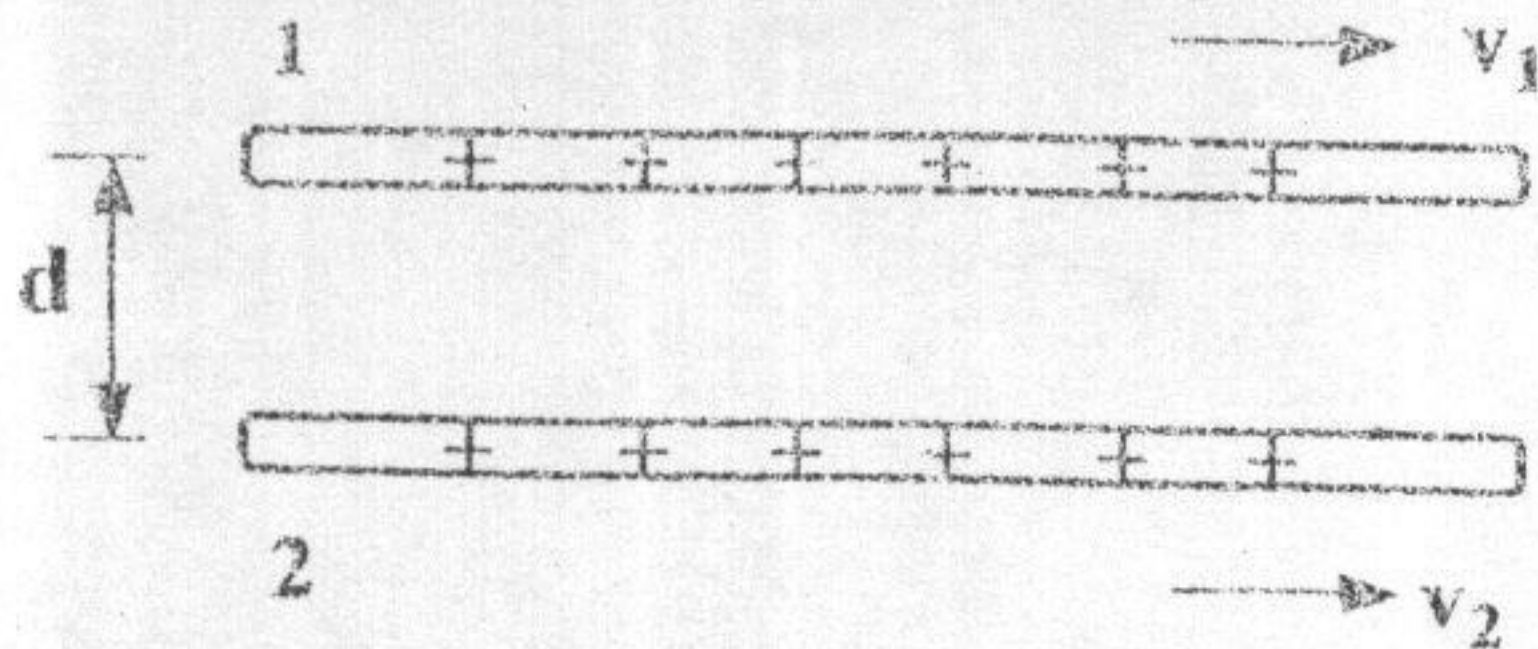


图 11 (五、2 题图)