

电磁学A第五次作业

2022年3月24日

Question 1

无限大接地导体板上方距离为 d 处有一点电荷 q 。试求点电荷所在的上半空间 ($z > 0$) 中的电场和电势。

二、点电荷对无限大接地导体的电像

无限大接地导体板上方距离为 d 处有一点电荷 q 。

试求点电荷所在的上半空间 ($z > 0$) 中的电场和电势。

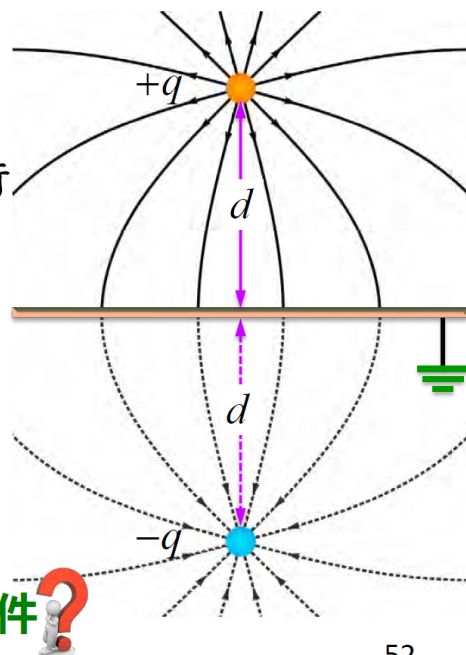
■ 简单分析

- q 会吸引到导体板上的负电荷
- q 发出的电场线终止于感应的负电荷

■ 严格求解涉及到泊松方程

- 求解区域：上半空间
 - 电荷分布有奇异性（点电荷）
- 区域边界：平面+无限大的半球面
 - 边界上电势为零

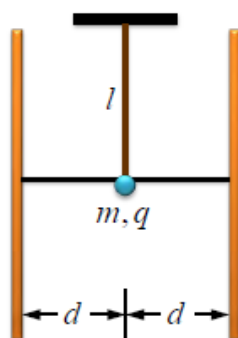
是否有哪个熟悉的电场满足以上所有条件?



Question 2

接地导体板之间的单摆

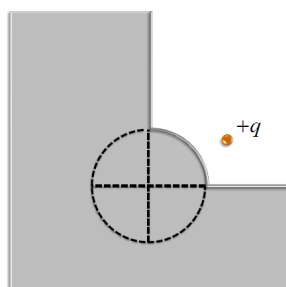
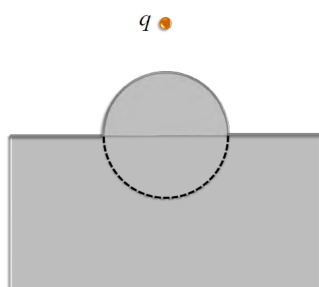
例题：如图所示，两块足够大的接地导体平面A和B平行竖直放置，相距 $2d$ ， $d = 10\text{ cm}$ 。在两板之间的中央位置，用长 $l = 1\text{ m}$ 的绝缘细线悬挂一个质量 $m = 0.1\text{ g}$ 、电量 $q = 5 \times 10^{-9}\text{ C}$ 的小摆球，让小摆球稍稍偏离平衡位置后释放，使之小角度摆动。忽略各种电磁阻尼和空气阻尼。试求小球的摆动周期 T 。



58

Question 3

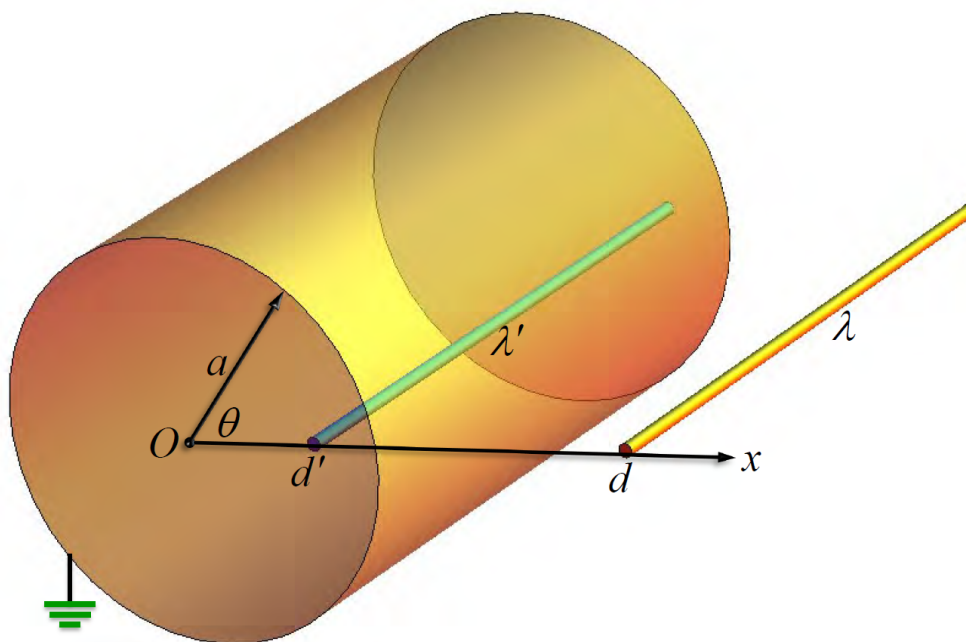
画出下面情况的电像（导体接地）。



Question 4

求无限长线电荷对无限长接地圆柱的电像。

四、无限长线电荷对无限长接地圆柱



Question 5

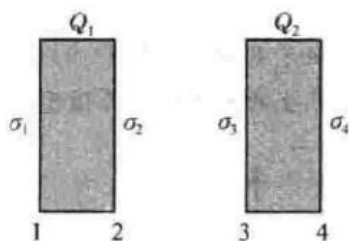
课本习题2.1-2.5

- 2.1 如习题 2.1 图所示的两块大小相同的平行金属板,所带的电量 Q_1 和 Q_2 不相等,若 $Q_1 > Q_2$,略去边缘效应.

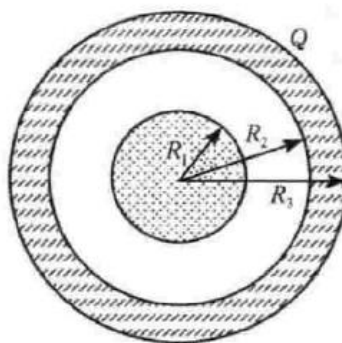
(1) 证明:相向的两面上电荷的面密度的大小相等而符号相反,相背的两面上电荷的面密度大小相等而符号相同.

(2) 计算金属板各面的电量.

- 2.2 如习题 2.2 图所示,半径为 R_1 的导体球外有同心的导体球壳,壳的内外半径分别为 R_2 和 R_3 ,已知球壳带的电量为 Q ,内球的电势为零.求内球的电荷量和球壳的电势.



习题 2.1 图



习题 2.2 图

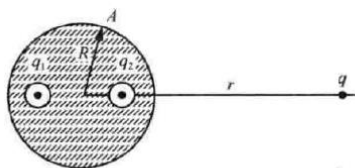
- 2.3 一肥皂泡的半径为 r ,肥皂水的表面张力系数为 α ,外部空气的压强为 p .使这肥皂泡带上电荷 Q 后,半径增大为 R ,证明

$$(R^3 - r^3)p + 4\alpha(R^2 - r^2) = \frac{Q^2}{32\pi^2\epsilon_0 R}$$

- 2.4 有若干个互相绝缘的不带电的导体 $A, B, C, \dots$,它们的电势都是零,如果使其中任一个导体例如 A 带上正电,证明:

- (1) 所有这些导体的电势都高于零;
- (2) 其他导体的电势都低于 A 的电势.

- 2.5 如习题 2.5 图所示,在金属球 A 内有两个球形空腔,此金属球整体上不带电,在两空腔中心各放置一点电荷 q_1 和 q_2 ,在金属球 A 之外远处放置一点电荷 q (q 至 A 中心距离 $r \gg$ 球 A 的半径 R).计算作用在 A, q_1, q_2, q 四物体上的静电力.



习题 2.5 图

Question 6

课本习题2.22-2.23

2.22 一电量为 $+q$ 的点电荷位于 $(x, y) = (a, b)$, 两半无限接地导体平面相交于 z 轴, 如习题2.22图所示.

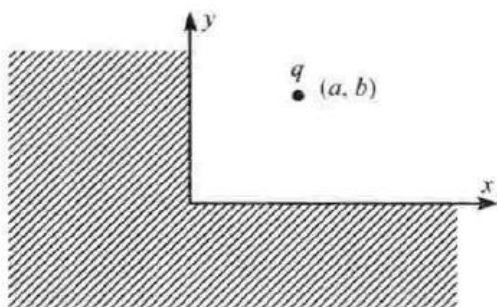
(1) 求 $+q$ 所在区域 $(x, y \geq 0, -\infty < z < \infty)$ 中任一点的电场;

(2) 利用 E_y 的表达式, 确定哪一个导体平板表面 $E_y = 0$, 并计算 $E_y \neq 0$ 的导体平板的面电荷密度 σ_e .

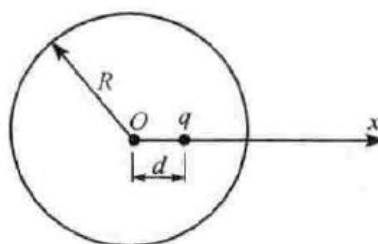
* 2.23 如习题2.23图所示, 一半径为 R 的导体球壳, 球内部距离球心为 d ($d < R$) 处有一点电荷 q , 求

(1) 当球壳接地时球内的电场强度和电势;

(2) 当球壳不接地且带电量为 Q 时球内的电场强度和电势.



习题 2.22 图



习题 2.23 图