

《大学物理 AI》作业 No.07 电势

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

*****本章教学要求*****

- 1、理解静电力做功的特点，理解静电场的保守性；
- 2、掌握静电场的环路定理；
- 3、理解电势、电势差的概念，掌握利用场强积分和叠加原理求电势的方法；
- 4、理解电势梯度的意义，并能利用它求电场强度；
- 5、掌握点电荷、均匀带电球面、均匀带电球体等典型带电体的电势分布。

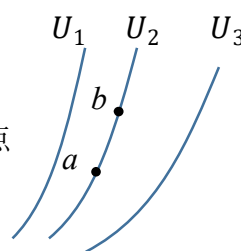
一、填空题

1. 以无穷远为电势零点，半径为 0.1m 的孤立导体球电势为 300V ，则距离导体球中心 30cm 处的电势为 _____ V 。
2. 当导体表面电场强度足以击穿周围空气时，导体表面净电荷将流失，从而导致无法维持导体表面原有的电场强度。已知空气的击穿场强为 3MV/m ，则处于空气中的一个半径为 0.8m 的球形导体能达到的最高电势为 _____ MV 。（其中 $1\text{M}=10^6$ ，以无穷远为零电势点）
3. 金原子核可看做均匀带电球，其半径为 $6.60 \times 10^{-15}\text{m}$ ，电荷为 $79 \times 1.60 \times 10^{-19}\text{C}$ 。一个粒子的荷质比 $\alpha = 4.78 \times 10^7\text{C/kg}$ ，已知该粒子沿着二者连线方向以 $1.50 \times 10^7\text{m/s}$ 的速度从很远处射向金原子核，则该粒子能到达距离金原子核的最短距离为 _____ m 。

（基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}\text{C}$ ，真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$ ）

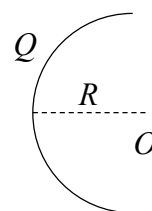


4. 图中所示为静电场的等势线图，已知 $U_1 > U_2 > U_3$ 。在图上画出 a 、 b 两点电场强度的方向，并比较它们的大小。 E_a _____ E_b (选填 $<$ 、 $=$ 、 $>$)



5. 一半径为 R 的均匀带电球面，带有电荷 Q 。若设该球面上电势为零，则球面内各点的电势 $U =$ _____。

6. 真空中有一半径为 0.2m 的半圆细环，均匀带电 10^{-9}C ，如图所示。设无穷远处为电势零点，将一电量为 10^{-10}C 的点电荷从无穷远处移到该细环圆心处，则电场力做功 _____ J 。（真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$ ）



7. 设有 n 个分散的很开的球状小水滴，具有相同半径并带相同电荷。若将他们聚集成一个球状的大水滴，此大水滴的电势将为小水滴电势的_____倍。

(设电荷分布在水滴表面上，水滴聚集时总电荷无损失。)

8. 真空中一“无限大”均匀带电平面，其电荷面密度 $\sigma = 5.1 \times 10^{-7} \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$ 。在平面附近有一个质子。则当质子在电场力作用下从静止开始垂直于平面方向运动了 $l = 26 \text{ cm}$ 时的速率为_____m/s。设重力的影响可以忽略不计。(真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ，质子的荷质比 $\alpha = 9.58 \times 10^7 \text{ C/kg}$)

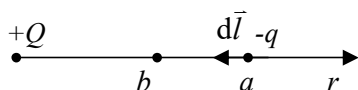
9. 已知某静电场的电势函数 $U = 6x - 6x^2y - 7y^2 \text{ (SI)}$ 。由场强与电势梯度的关系式可得点(2, 3, 0)处的电场强度 $\vec{E} = \underline{\hspace{1cm}} \vec{i} + \underline{\hspace{1cm}} \vec{j} + \underline{\hspace{1cm}} \vec{k} \text{ (SI)}$ 。

10. 一质量为 0.01 kg 、电荷为 $6.5 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的小球，在电场力的作用下，从电势为 5000 V 的 a 点移动到电势为 0 的 b 点。若已知小球在 b 点的速率为 0.18 m/s ，则小球在 a 点的速率为_____m/s。

11. 在静电场中取一任意闭合环路，将检验电荷从环路上任意点出发，沿着该环路移动一周又回到原点。在这一过程中，电场力做功为_____，即静电场中电场强度沿任意闭合环路的线积分_____ (选填：恒等于零、无穷大、结果不确定)，它说明静电场是_____场，它是反映静电场基本性质的两条基本定理之一。

二、简答题

1. 在电荷为 Q 的点电荷的静电场中，把电荷为 $-q$ 的点电荷从 a 点移动到 b 点，如图所示。



有人这样计算电场力的功： $A = \int_a^b -q\vec{E} \cdot d\vec{l} = -q \int_a^b E dl \cos\pi = q \int_a^b E dl$

$$= q \int_{r_a}^{r_b} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right) < 0$$

你认为上述计算过程和所得结果是否正确？如有错误请指出并改正。

2.在“孤立”的半径为 R 的带电导体球外作一个半径为 r 的同心球面。则下列说法是否正确？如有错误请改正。

- ① 球面上电场均匀
- ② 通过球面上任一单位面积的电场强度通量相等。
- ③ 一检验电荷从球面上各个不同点沿着任意路径移动到无穷远处，电场力做功不相等。

三、计算题

1.电荷以相同的面密度 σ 分布在半径为 10cm 和 20cm 的两个同心球面上。设无限远处电势为零，球心处的电势为 300V。求

- (1) 电荷面密度 σ
- (2) 若要使球心处的电势也为零，外球面上应放掉多少电荷？
(真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$)

2. 一半径为 R 的“无限长”圆柱形带电体，其电荷体密度为 $\rho = Ar$ ($r \leq R$)，式中 A 为常量。试求：圆柱体内、外各点的电势分布。（利用场强积分法解此题，以圆柱体表面为零电势面）

3. 图示一个均匀带电的球壳，其电荷体密度为 ρ ，球层内表面半径为 R_1 ，外表面半径为 R_2 。设无穷远处为电势零点，求球层中半径为 r 处的电势。（利用电势叠加原理解此题）

