

中国科学技术大学

2015 年硕士学位研究生入学考试试题

(普通物理)

所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

需使用计算器

不使用计算器

一、简答题（每题 10 分，共 10 分）

1. 电荷 Q 均匀分布在球面上，在球心有一个电荷量为 q 的点电荷。由对称性和高斯定理可知：球面上的 Q 在球心产生的电场强度为零，因此 Q 作用在 q 上的力为零；但 q 在球面上产生的电场强度不为零，因而有力作用在 Q 上。请问这违反牛顿第三定律吗？并说明为什么？

二、题型（每小题 20 分，共 140 分）

1. 一沿 y 轴运动的质点，加速度与位置的关系为 $a = 2 + 12y^2$ 。如质点在原点处的速度为 2m/s ，试写出质点在任意位置处的速度值的表达式。

2. 将不可压缩的空气吹进一个球对称的气球，当它的半径为 6.50cm 时，其半径增加速率为 0.900cm/s 。①给出此时气球体积的增加速率。②如果单位时间空气进入气球的体积是恒定的，试求当气球半径为 13.0cm 时，其半径增加速率。③如果②中的答案不同于 0.90cm/s ，请解释原因。

3. 在登月工程设计中，为安全起见要将登月舱与轨道舱分离的动作在朝向地球的一面完成，让登月舱在月球背向地球的一面着月。设轨道舱的质量为 M ，登月舱的质量为 m ，分离前轨道舱和登月舱对接在一起沿半径为 R 的圆轨道绕月飞行。分离时，使登月舱相对于轨道舱以速率 v 向后运动，两者脱离，登月舱开始下降，在月球背面着陆。已知月球的质量为 M_m ，半径为 R_m ，请确定：①登月舱和轨道舱分离时的相对速度 v ；②从分离到登月舱着陆的时间。

4. 什么是卡诺循环？在 p - V 图和 S - T 上表示之。推导可逆卡诺循环热机的效率？

5. 1mol 理想气体经历了体积从 V_1 到 $2V_1$ 的可逆等温膨胀过程，问：①气体的熵变是多少？②整个体系的总熵变是多少？如假定同样的膨胀为自由膨胀，上述结果又如何。

6. 电荷量都是 q 的三个点电荷，分别放在正三角形的三个顶点上。试问：①在这三角形中心放一个什么样的点电荷，可以使每个电荷受到其他三个电荷的库仑力之和均为零？②这种平衡与正三角形的边长有无关系？③这样的平衡是稳定平衡还是不稳定平衡？

7. 如图所示的法拉第圆盘发电机, 其圆盘半径为 R , 圆盘的轴线与均匀外磁场 \mathbf{B} 方向一致, 当它以角速度 ω , 绕轴线转动时, 试求: ①该发电机的电动势 ε ; ②盘心与盘边哪一点的电势高; ③设 $R = 0.15\text{cm}$, $B = 0.6\text{T}$, 圆盘的转速为 30 圈/秒, 其电动势 $\varepsilon = ?$

