

南京大学 2021 年硕士研究生入学考试

科目名称：普通物理一 考试时间：三小时 满分：150 分

科目代码：802 适用专业：物理学院等相关专业

注意：①所有答案必须写在答题纸或答题卡上，写在本试题纸或草稿纸上均无效；

②本科目不允许使用计算器；③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回！

1. 一个单摆，长度为 L ，小球质量为 m ，求在以下情况下，微小摆动的周期

①电梯以加速度 a 上升（单摆在电梯中）

②在某星球表面该行星质量为 $\frac{1}{3}$ 地球质量，密度为地球的 $\frac{1}{2}$

③小球带正电 Q ，电场方向竖直向下，场强为 E

④小球带正电 Q ，电场方向水平向右，场强为 E

2. 帆船在河中航行，风速对地 v_0 ，帆船表面与风垂直，空气密度 ρ ，帆面面积为 S （空气分子碰撞帆面看作完全非弹性碰撞）

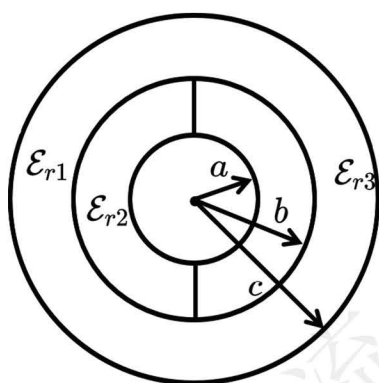
①若帆船速度为 v ，则所受风的作用力多大；

②求帆船速度与时间对应关系船受到的阻力为恒力 $F(F < \rho S v_0^2)$ ，给出船速与时间的关系，求船的最大速度。



三、两同心圆薄壳球体，如图所示， $b = 2a, c = 3a$

- (1) 求两球壳间为真空介质时的电容；
- (2) 分别在球壳中灌入三种不同的介质 $\epsilon_{r1}, \epsilon_{r2}, \epsilon_{r3}$ ，求壳间的等效电容（如图）；
- (3) 求 $\epsilon_{r2}, \epsilon_{r3}$ 接触面上的极化电荷密度。



四、氢原子模型，电子绕静止的质子运动，半径为 R ，电子的质量为 m ，电子与质子的电荷为 $-e, e$ ；

- (1) 求电偶极矩 \vec{q} 和磁偶极矩 \vec{d} ；
- (2) 已知电偶极辐射功率 $P_e = \frac{1}{6\pi} q^\alpha \omega^\beta \epsilon_0^\gamma c^\delta$ ，用量纲分析确定 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 并写出相应的磁偶极矩辐射功率的公式；
- (3) 忽略磁偶极矩辐射，仅考虑电偶极矩辐射，求质子与电子碰撞的时间（每次能量降低仍为圆周运动）

五、 (P_0, V_0) 经过准静态过程至 $(4P_0, 8V_0)$ ，

- (1) 求此过程的熵 ΔS ；



(2) 若在经过准静态过程中, 气体对外做功 dW 和吸热 dQ , 满足

$$\beta = \frac{dW}{dQ}, \beta \text{ 为常数, 求 } \beta;$$

六、油膜可视为等密度、高度、底面积的小圆柱体, 观察者与水平面成 30° 角观看, 当半径为 r_1 时, 第一次看见黄光, 当半径扩散到 $r_2 = 2r_1$ 时, 第三次看到黄光。空气的折射率 n_0 为 1, 油膜的折射率为 n_1 , 玻璃的折射率为 $n_2 (n_2 > n_1)$,

(1) 求油膜体积;

(2) 能否再次看到黄光。

七、 N 根天线组成的发射阵列发射出波长为 λ 的电磁波, 每根天线的间距为 $d = \frac{\lambda}{4}$, 相邻天线的相位差为 δ 。可在 $(-\pi, \pi)$ 之间调整,

(1) $\theta = \frac{\pi}{6}$ 时, 观测到最大强度, 求 δ ;

(2) $\delta = \frac{\pi}{4}$ 时, 观测到极大强度 $\theta = ?$, 有几个? 各朝什么方向?

