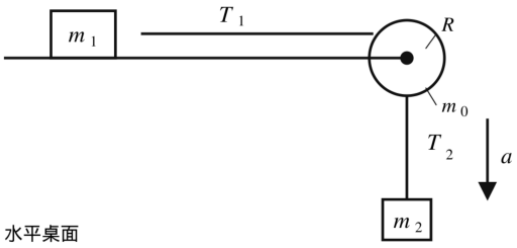
南开大学 2024 年硕士研究生招生考试 804 普通物理

科目：804 普通物理 满分：150 分 考试时间：180 分钟

原卷共 3 页 10 题；原卷未印逐题分值，按 10 题各 15 分编排。

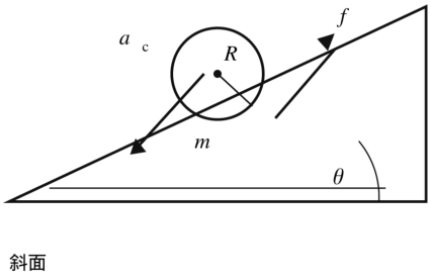
一、力学与刚体（第 1—3 题，共 45 分）

1．（15 分）如图，水平桌面上的物块 m_1 通过轻绳绕过定滑轮与悬挂物块 m_2 相连。滑轮质量为 m_0 、半径为 R ，可视为均匀圆盘；绳与滑轮间无相对滑动，桌面光滑，绳轻且不可伸长。求绳中张力 T_1 、 T_2 和物块加速度 a 。



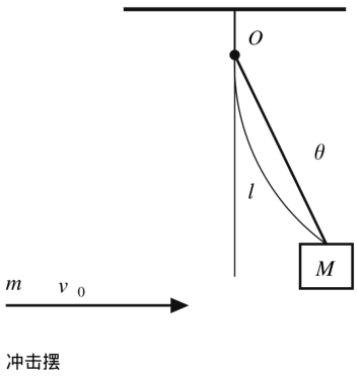
第 1 题图

2．（15 分）如图，一匀质圆柱体质量为 m 、半径为 R ，在倾角为 θ 的斜面上作纯滚动。求斜面对圆柱的静摩擦力 f 和圆柱质心的加速度 a_c 。



第 2 题图

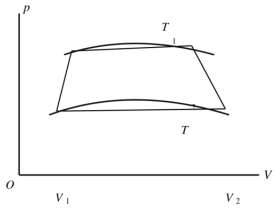
3．（15 分）如图，用冲击摆测子弹速度。质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 射入质量为 M 的摆锤并嵌入其中，摆长为 l ，碰后摆锤摆过的最大角度为 θ 。求子弹初速度 v_0 。



第 3 题图

二、热学（第 4—5 题，共 30 分）

4．（15 分）高温热源温度 $T_1 = 400$ K，低温热源温度 $T_2 = 300$ K，循环为卡诺循环。在高温热源处等温膨胀，体积由 $V_1 = 0.001$ m^3 膨胀到 $V_2 = 0.005$ m^3 。



第 4 题图

（1）求高温热源吸收的热量 Q_1 ；

（2）求循环所做的净功 W ；

（3）求向低温热源放出的热量 Q_2 ；

（4）若循环反向运行，求制冷系数。

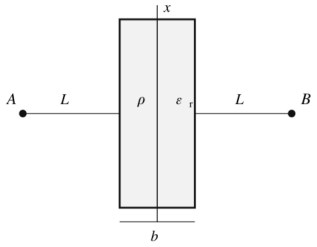
5．（15 分） 1 mol 气体，等容热容为 C_V ，在真空中绝热自由膨胀，体积由 V_1 膨胀到 V_2 。

（1）若为范德瓦尔斯气体，求温度改变量 ΔT ；

（2）若为理想气体，求熵变 ΔS 。

三、电磁学（第 6—7 题，共 30 分）

6．（15 分）无限大带电平板厚度为 b，电荷只分布在电介质内且均匀分布，已知自由电荷体密度为 ρ、相对介电常数为 ε_r。



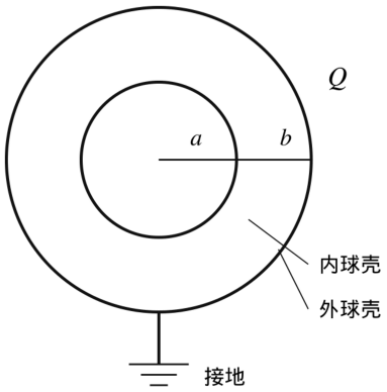
第 6 题图

（1）求板内、外的 $\vec{D}$、$\vec{E}$、$\vec{P}$ 分布；

（2）A、B 两点距平板距离都为 L，求 U_{AB}；

（3）求介质表面的束缚电荷密度。

7．（15 分）球形电容器内球壳半径为 a，外球壳半径为 b；内球壳接地，外球壳带电量为 Q。



第 7 题图

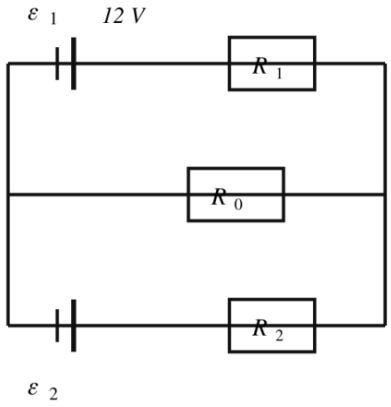
（1）求外球壳内、外表面的电荷量；

（2）求等效电容 C。

四、相对论、电路与磁学（第 8—10 题，共 45 分）

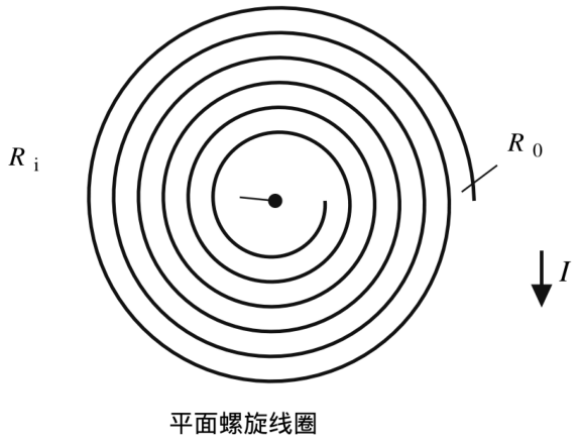
8．（15 分）在空间站有一圆柱形手电筒，顺着圆柱坐标系的轴线运动。将手电筒扔出，其光照功率为 1 W、质量为 0.2 kg，扔出后沿运动方向稳定自转。求两小时后手电筒速度的改变量。

9．（15 分）如图，中间电阻 R_0 中的电流为 O。已知 $\varepsilon_1 = 12$ V，$R_1 = 1\ \Omega$，$R_2 = 3\ \Omega$，求 ε_2。



第 9 题图

10．（15 分）导线螺旋式密绕，忽略平行导线的影响，可视为二维平面内的螺旋线。匝数为 N，内半径为 R_i，外半径为 R_0，电流为 I。求圆心处的磁感应强度 B。



第 10 题图