

北京师范大学

2004 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

专业： 理论物理、凝聚态物理、光学 科目代码： 326

课程与教学论等

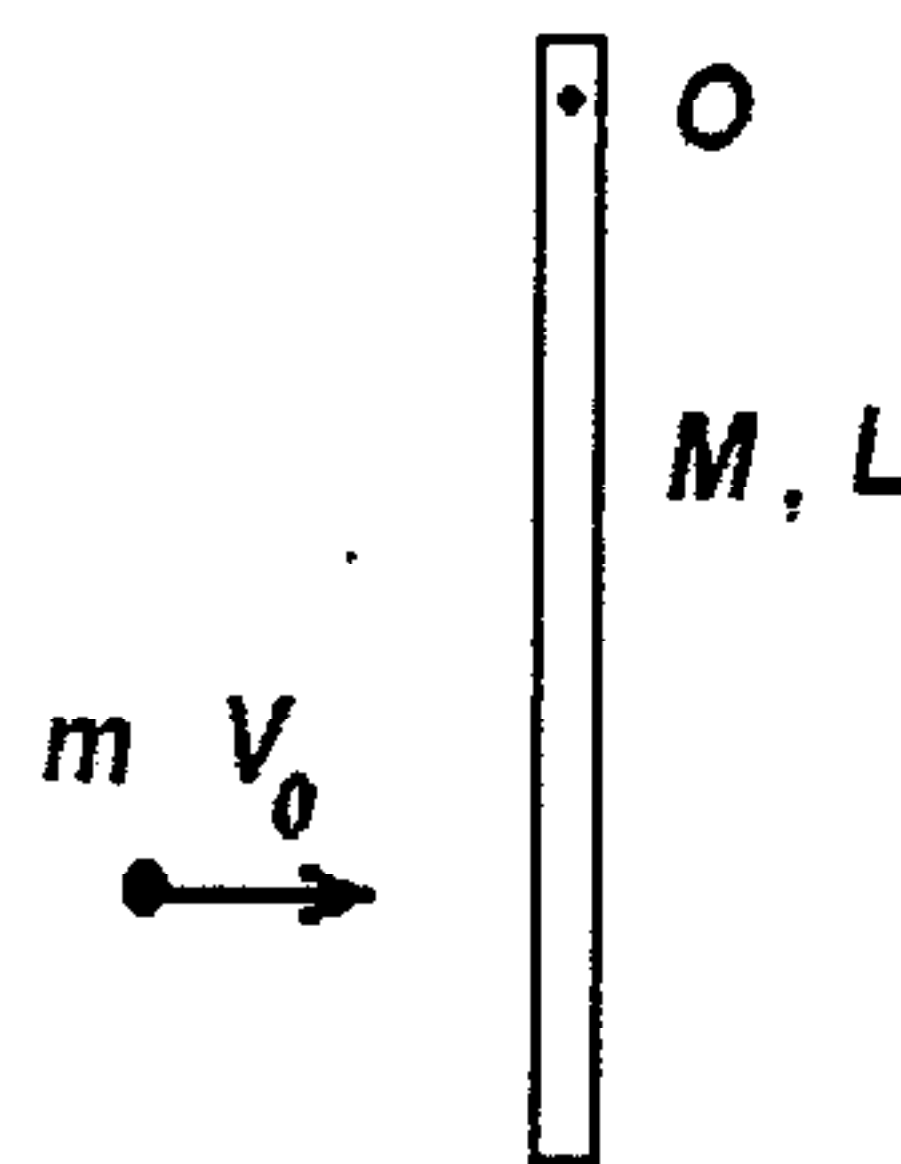
研究方向： 以上各方向

考试科目： 普物综合（力热电）

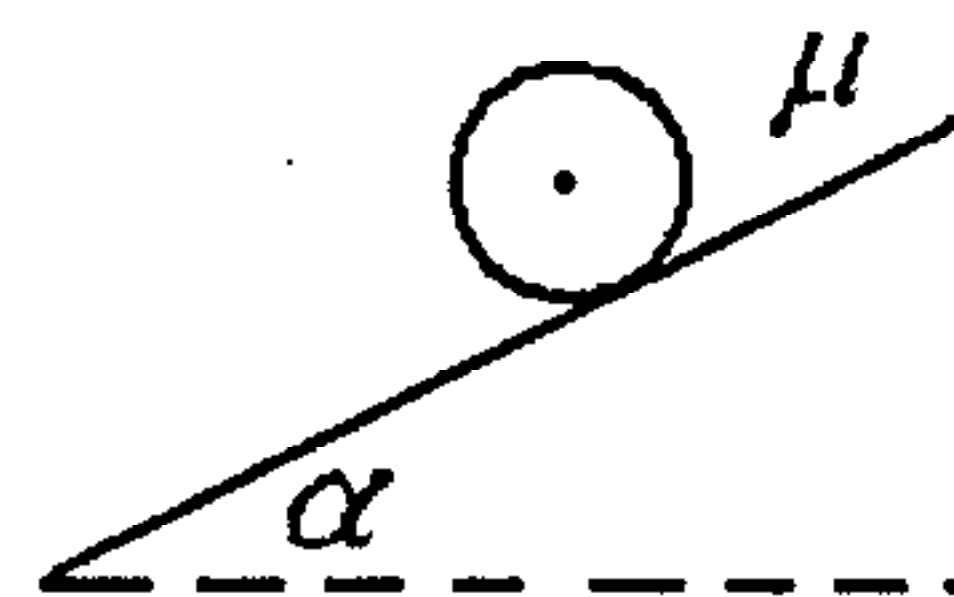
(一) 力、热部分

一、(12 分) 以很大初速度 v_0 (约 $5 \times 10^3 \text{ m/s}$) 自地球表面竖直向上抛出一物体, 求物体所能达到的最大高度. 已知地球的半径为 R , 地球表面重力加速度为 g . 不考虑地球的自转, 并忽略空气阻力, 误差不大于 5%. 又若 v_0 约为 $5 \times 10^4 \text{ m/s}$ 和 v_0 约为 $5 \times 10^2 \text{ m/s}$, 应如何最简便地完成计算?

二、(12 分) 有一质量为 M , 长为 L 的匀质细杆可绕过其一端的水平轴 O 在竖直平面内转动, 初始时杆静止于竖直位置. 有一质量为 m 的小球以初速度 V_0 沿水平方向飞来, 与杆发生碰撞. 调整小球飞行高度可使碰撞发生于杆的不同位置. 以杆和小球为系统, 试分析在什么情况下系统在碰撞过程中动量守恒? 什么情况下角动量守恒? 什么情况下动能守恒? 什么情况下机械能守恒? (并写出守恒方程)



三、(12 分) 有一匀质圆柱体, 沿一摩擦系数为 μ 的斜面滚下, 斜面倾角 α 可由小至大变化. 试问 α 角取何值时, 圆柱体与斜面间会产生滑动?



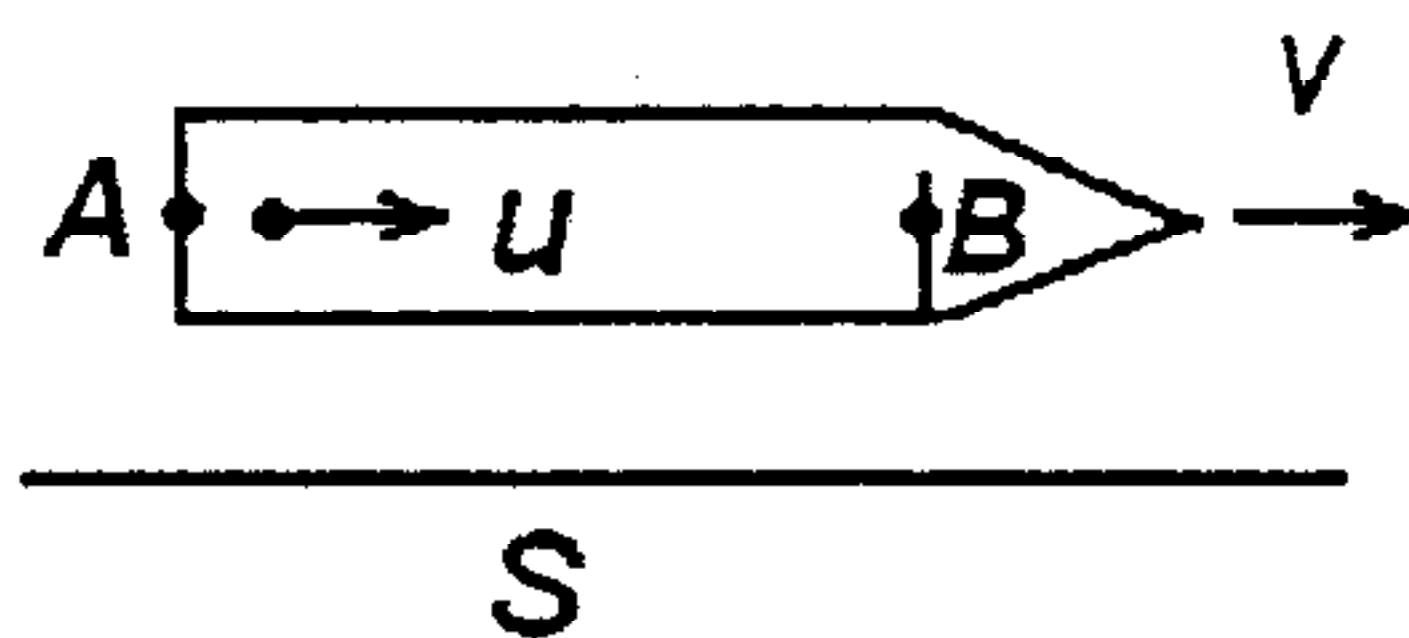
四、(8 分) 火车的站台边有一黄线, 当火车经过时禁止站在黄线内靠铁路的一边. 车站工作人员说, 如果人站在黄线内, 运动的火车会把人“吸”过去而发生危险. 试用半定量估算说明此说法是否有道理.

(空气密度 $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$)

考试科目：普物综合（力热电）

科目代码：326

五、（12 分）（此题为狭义相对论问题， v 和 u 均是高速）有一高速火箭相对 S 系以速度 v 飞行. 在火箭内由火箭后壁 A 处向火箭前部的靶 B 发射一高速子弹，子弹相对火箭的速度为 u . 后壁 A 到靶 B 的固有长度（原长）为 l_0 .



（1）有人认为在 S 系中测得子弹由 A 处

发射到击中靶 B 飞行距离为 $l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. 你认为对吗？（若不对，请说明理由.）

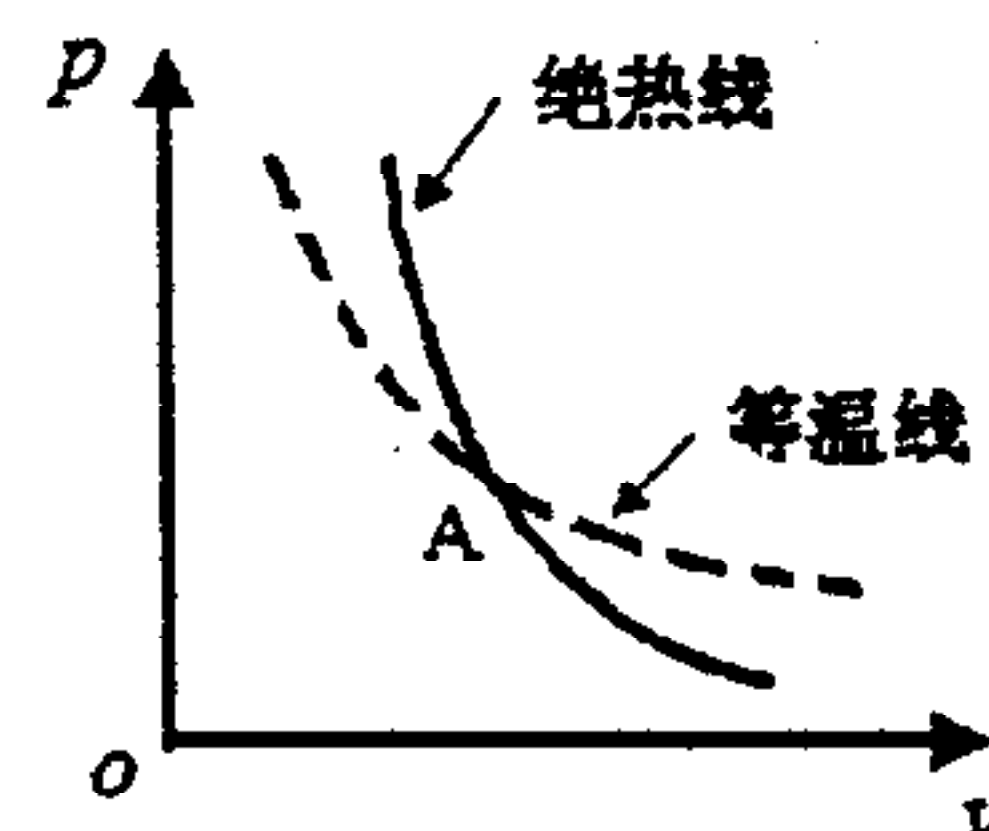
（2）有人认为在火箭参照系中，子弹由 A 处发射到击中靶 B 的飞行时间为 $\frac{l_0}{u}$. 你认为对吗？（若不对，请说明理由.）

（3）求在 S 系中测量子弹由 A 处发射到击中靶 B 所用的时间.

六、（12 分）试用熵增加原理判断：热量只能“自动地”从高温物体传向低温物体.（“自动地”指不引起其他变化）

七、（12 分）（1）试从热力学第一定律和理想气体状态方程导出理想气体准静态绝热过程的过程方程 $pV^\gamma = c$.

（2）试从宏观及微观两角度说明：对同一气体系统，过 p - V 图同一点 A 的绝热线比等温线要“陡”一些.



（二）电磁学部分

八、（17 分）已知两同心薄金属球壳，内外球壳半径分别为 a, b ($a < b$)，中间充满电导率为 σ 的材料，电导率随外电场变化，且 $\sigma = kE$ ，其中 k 是常数. 现将两球壳维持恒定电压 U_{ab} ，求两球壳间的电流强度和电场强度.

考试科目：普物综合（力热电）

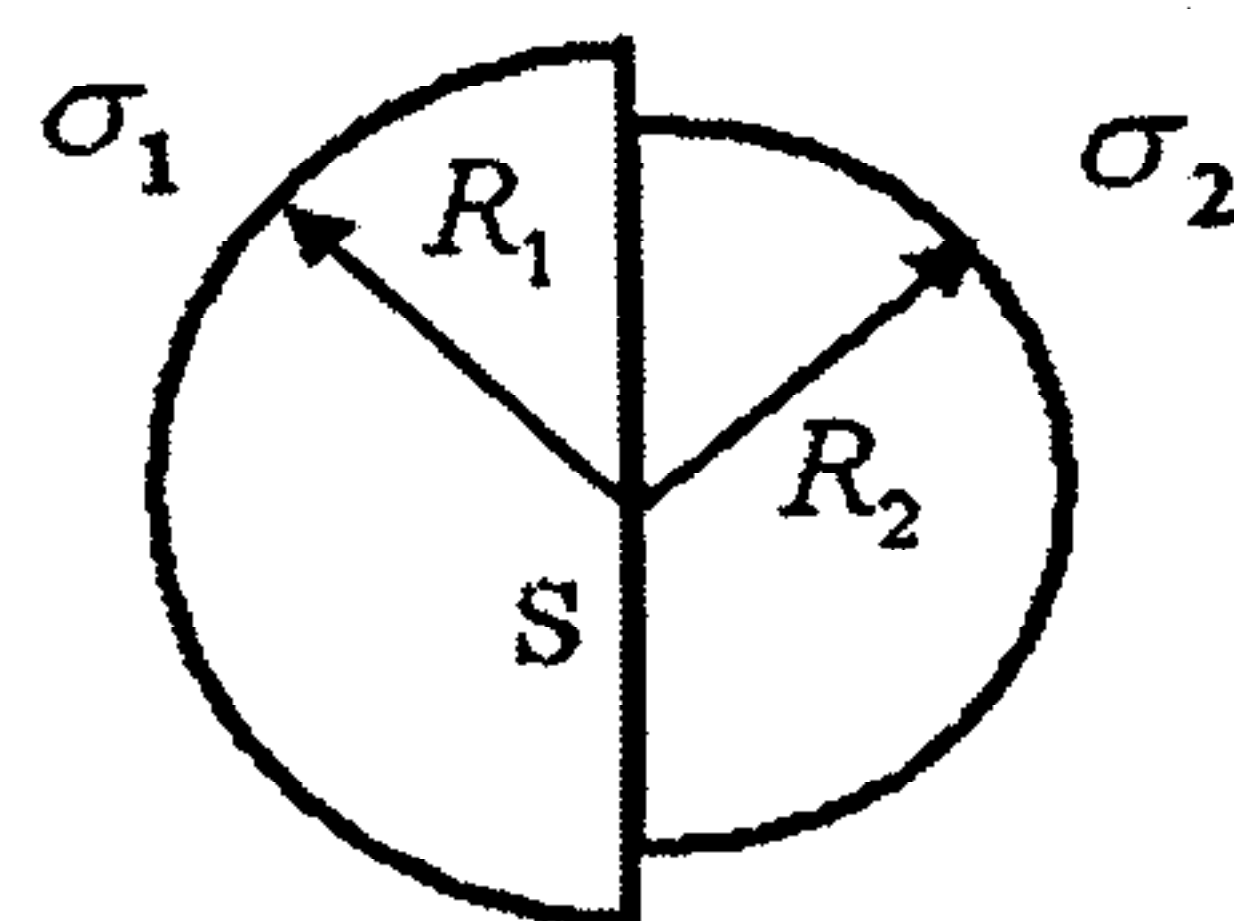
科目代码：326

九、（18 分）半径分别为 R_1 与 R_2 的两个同心均匀带电半球面，相对放置如图所示。两半球面上的面电荷密度为 σ_1 、 σ_2 且满足关系 $\sigma_1 R_1 = -\sigma_2 R_2$ 。

足关系 $\sigma_1 R_1 = -\sigma_2 R_2$ 。

(1) 试证小球面所对的圆截面 S 为一等势面。

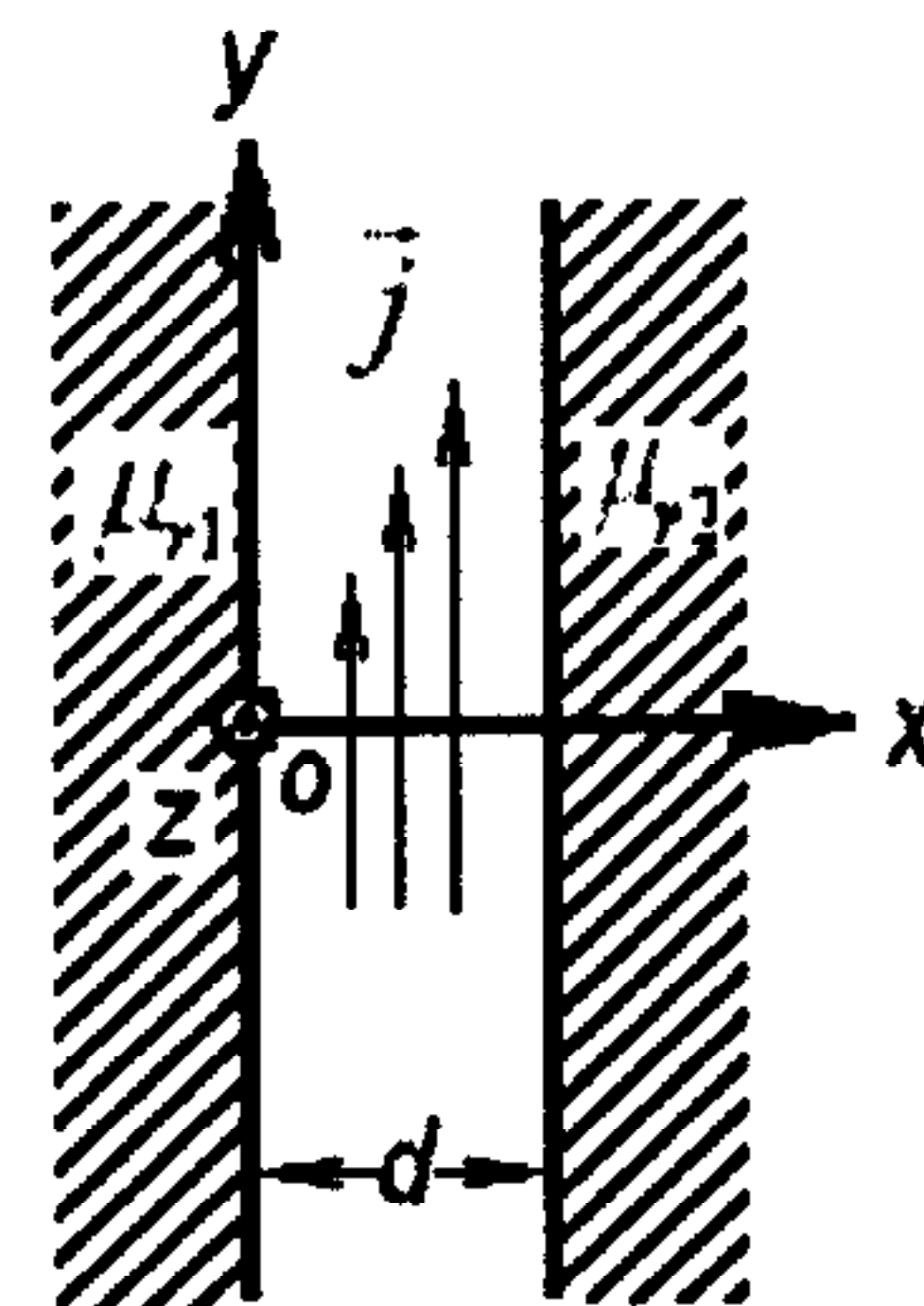
(2) 求等势面 S 上的电势值。



十、（17 分）如图所示，一厚度为 d ，在 yz 方向为无限大的导体板载有沿 y 轴正方向流动的体电流。电流密度 $\vec{j} = kx\hat{e}_y$ (k 为常数)。

设导体板相对磁导率 $\mu_r = 1$ ，在导体板两侧充满均匀介质，相对磁导率分别为 μ_{r1} 与 μ_{r2} (磁介质不导电)。试求空间各点磁感应强度 \vec{B} 的分布。

(z 轴正方向垂直纸面向外)



十一、（18 分）半径为 20cm 的无限长圆柱形空间内的均匀磁场随时间变化。 $B = kt$ 特 [$k = 225/\pi$ (特/秒)]，用电阻为 60Ω 的均匀导体圆环同轴地套在圆柱形空间外，其截面如图所示，圆环上的 MON 为一位于直径上的电阻为 30Ω 的电阻丝。

(1) 求电势差 U_{MN} 。

(2) 现将圆环右半环的电阻从 30Ω 改为 60Ω ，问在环的右半侧外用多大的电阻丝连接 M 、 N 点，可使直电阻丝 MON 上的电流为零。

