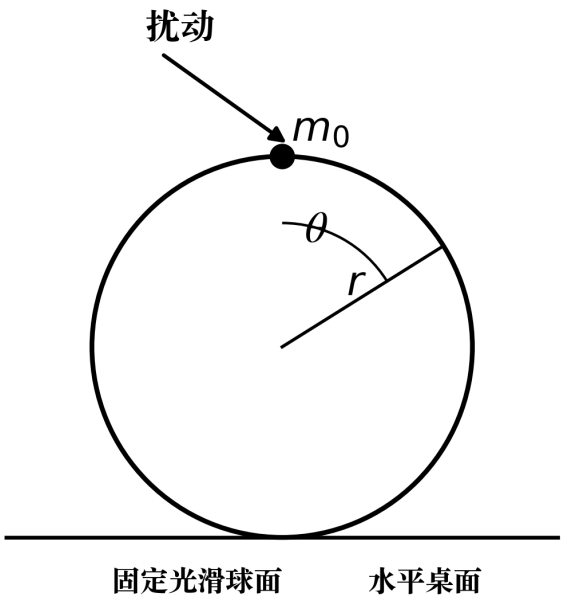
南京大学 2026 年硕士研究生招生考试 805 普通物理三

科目：普通物理三（含力学、电磁学） 满分：150 分 考试时间：180 分钟

本卷共 3 页、八大题 23 小题；题干逐题重排，示意图按原卷几何重绘。

一、解答题 I（第 1—4 题，共 20 分）

1．（5 分）如图所示，有一个固定于水平桌面的、半径为 r 的光滑球面，其顶端静置一质量为 m_0 的质点。已知地球质量为 M、引力常量为 G、地表重力加速度为 g。若质点在顶端受到微小扰动后沿球面下滑，求其脱离球面时距离水平桌面的高度。



第 1 题图

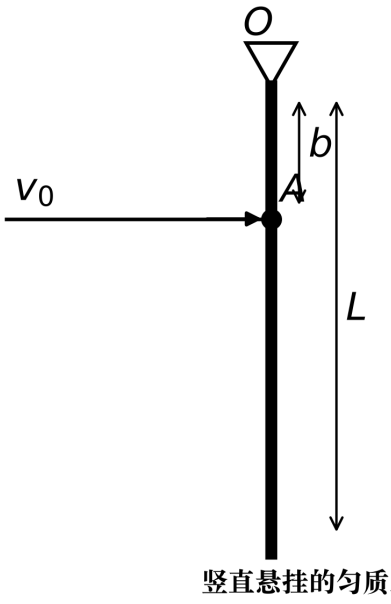
2．（5 分）求质点 m_0 脱离球面后，落到水平桌面时的速度大小 v_f。

3．（5 分）若质点 m_0 初始静止于顶端，现有一质量为 m、水平初速度为 v 的子弹与其发生完全非弹性碰撞，碰撞后二者共同沿球面运动，求此后系统脱离球面时的角度 θ_2。

4．（5 分）若碰撞后系统恰能在顶端脱离球面，求子弹初速度 v 满足的条件。

二、解答题 II（第 5—7 题，共 15 分）

5．（5 分）如图所示，一颗质量为 m 的子弹以恒定水平初速度 v_0 射出，在 A 点处击中并嵌入一个竖直悬挂的匀质木棍。木棍的质量为 M、总长度为 L，上端固定于光滑铰链 O 点，$|OA| = b$。已知重力加速度为 g，求碰撞后瞬间木棍的角速度 ω_0。



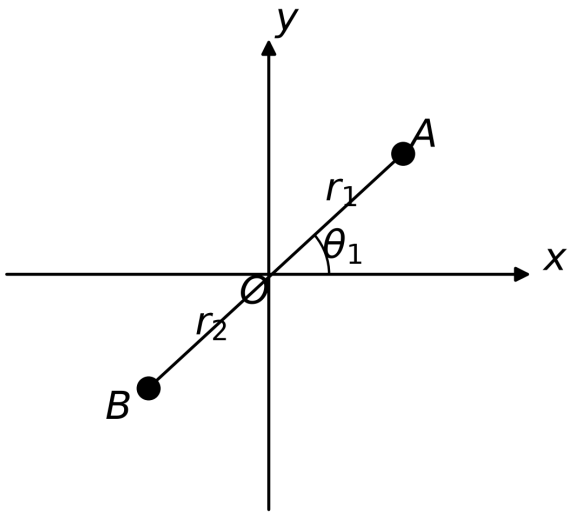
第 5 题图

6．（5 分）试求碰撞后系统能转过的最大角度 θ_m。

7．（5 分）若要求木棍能恰好到达竖直平面最高点，求子弹初速度 v_0 应满足的条件。

三、解答题 III（第 8—9 题，共 15 分）

8．（8 分）如图所示，在 xOy 平面中，有两个质量分别为 m_1、m_2 且相互吸引的质点 A 和 B，二者坐标分别为 $\vec{r}_1$、$\vec{r}_2$，距离为 $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2| = r$，相互作用势为 $V(r) = kr^2$，k 为大于零的常数。取 A、B 两点的质心为 xOy 平面的原点，在极坐标 (r, θ) 下，质点 A 的坐标为 (r_1, θ_1)。写出该二体系统的拉格朗日量和哈密顿量。



第 8 题图

9．（7 分）证明：该二体系统的能量 E 和角动量 J 守恒。

四、解答题 IV（第 10—14 题，共 25 分）

10．（5 分）在空间中有一个半径为 R 、质量为 M 的匀质球体行星。该行星由大量等质量碎块受引力聚合而成，以一恒定角速度 Ω 绕任意直径轴旋转。为保证该行星在自转过程中不发生解体，求其自转角速度的最大临界值 $\Omega_{\max}$ 。

11．（5 分）求在该行星表面发射物体时，对应的宇宙第一速度与第二速度。

12．（5 分）现考虑一颗质量为 m （ $m \ll M$ ）的同步卫星，在该行星的引力场中作椭圆轨道运动，卫星运动周期为 T 。试根据开普勒第二定律和第三定律，求椭圆轨道的半长轴 a 的表达式。

13．（5 分）在运动过程中，设卫星到行星质心的平均距离为 b 。某时刻与一个质量为 dm 的微小尘埃在瞬间发生碰撞，碰撞后捕获该尘埃。在碰撞发生前， dm 相对于行星质心处于静止状态。请采用合理的物理近似，估算卫星在此次碰撞过程中机械能的变化量 ΔE 。

14．（5 分）假设碰撞后卫星的新轨道仍为椭圆，利用第 13 题的结果，计算新轨道的半长轴 a' 。

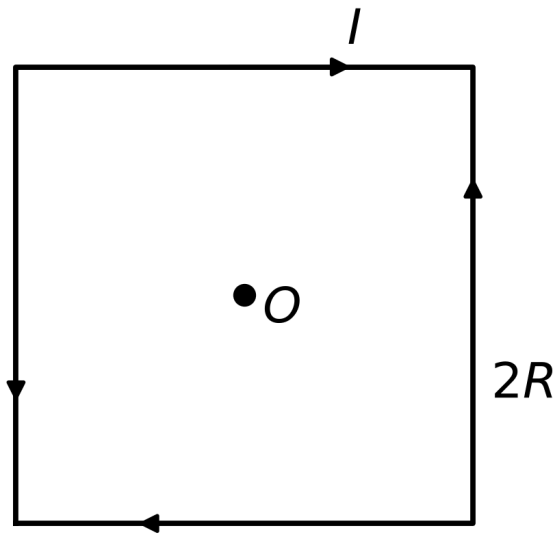
五、解答题 V（第 15—16 题，共 15 分）

15．（5 分）在球坐标系下，已知真空中某静电场分布为 $\vec{E}(r) = kr^2\hat{e}_r$ （ $k > 0$ ）。求产生该电场的电荷密度分布 $\rho(r)$ 。

16．（10 分）设有一半径为 R 的球面，采用两种不同方法计算该球面所包围的总电荷量 Q 。

六、解答题 VI（第 17—19 题，共 20 分）

17．（5 分）如图所示，一个边长为 $2R$ 的刚性正方形导体线框中通有沿逆时针方向的恒定电流 I 。写出适用于线电流的毕奥-萨伐尔定律。



第 17 题图

18．（7 分）求该正方形线框的其中任一边产生磁场的空间分布。

19．（8 分）求整个正方形电流环在其几何中心点 O 处产生的总磁感应强度 B 的大小及其方向。

七、解答题 VII（第 20—21 题，共 20 分）

20．（10 分）一个均匀线性电介质球壳的内外半径分别为 r_1 和 r_2（$0 < r_1 < r_2$），其电容率为 ε。在 $r_1 < r < r_2$ 的介质区域内均匀分布有自由电荷，体密度为 ρ，真空电容率为 ε_0。求空间各区域的电场强度分布 $\vec{E}(r)$。

21．（10 分）求该电介质球壳内表面 $r = r_1$ 和外表面 $r = r_2$ 上的束缚面电荷密度 σ_b，以及介质内部的束缚体电荷密度 $\rho_b(r)$。

八、解答题 VIII（第 22—23 题，共 20 分）

22．（10 分）在静止惯性参考系 K 中，有两根平行且静止长度均为 L_0 的尺子，沿其长度方向（设为 x 轴）分别以速度 $+v$ 和 $-v$（$v \ll c$）匀速反向运动。写出三维速度分量 (v_x, v_y, v_z) 从一个惯性系到另一个惯性系的洛伦兹变换式。

23．（10 分）若观察者固定在向右运动的尺子上（处于参考系 K'），试求在该参考系中测量另一根向左运动的尺子所得到的长度 L'。