

## 深圳大学 2011 年硕士研究生入学考试初试试题

(答题必须写在答题纸上, 写在本试题纸上无效)

专业: 理论物理、光学考试科目代码: 713 考试科目名称: 普通物理

计算下列各题

一. (16 分) 质量为  $m$  的质点, 其位矢随时间变化的函数关系为  $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ , 其中  $a, b, \omega$  均为常数, 沿  $x, y, z$  坐标轴方向的单位矢量分别为  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ , 则:

1. 证明该质点所受的合外力始终指向某固定点;
2. 求该质点对于坐标原点的角动量, 并回答该角动量是否守恒.

二. (20 分) 如图 1 所示, 光滑水平桌面上放置有一质量为  $M$  的相对桌面静止的三棱柱体 A, 其横截面为直角三角形, 横截面斜边长为  $l$ , A 的斜面上有一质量为  $m$  的小滑块 B, A 与 B 的接触面光滑. 斜面的倾角为  $\theta$ , 设开始时滑块 B 从斜面最高点无初速的下滑, 求:

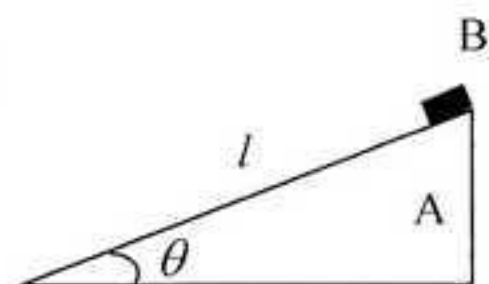


图 1

1. 当滑块 B 滑到斜边底部时 A 的速度;
2. 当滑块 B 滑到斜边底部时 A 从静止开始移动过的距离.

三. (18 分) 如图 2 所示, 定滑轮的半径为  $r$ , 绕转轴的转动惯量为  $J$ , 一根细绳绕过滑轮两边, 并分别连接物体 A 和 B, 物体 A 和 B 的质量分别为  $M_1$  和  $M_2$ . 物体 A 置于粗糙的水平面上, A 与桌面之间的滑动摩擦系数为  $\mu$ , 若 B 向下做加速运动时, 试求: 1. B 下落的加速度大小;

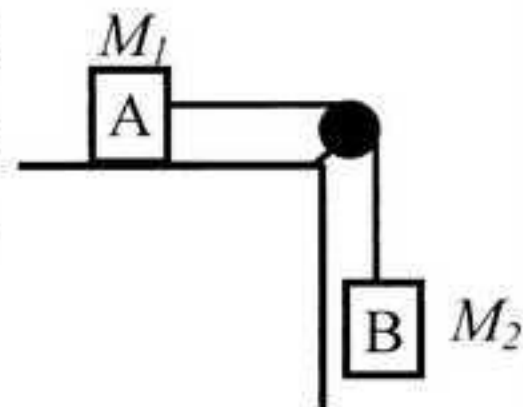


图 2

2. 滑轮两边绳中的张力.

(设绳的质量及伸长均不计, 绳与滑轮间无相对滑动, 滑轮轴光滑)

四. (16 分) 如图 3 所示, 一质量为  $M$ 、半径为  $R$  的飞轮(该飞轮为匀质圆盘) 以角速度  $\omega$  围绕通过盘中心且垂直于盘面的光滑水平轴做定轴转动. 在某一瞬间突然有一质量为  $m$  的碎片从轮的边缘上飞出, 假定碎片脱离飞轮时的瞬时速度方向正好竖直向上, 求:

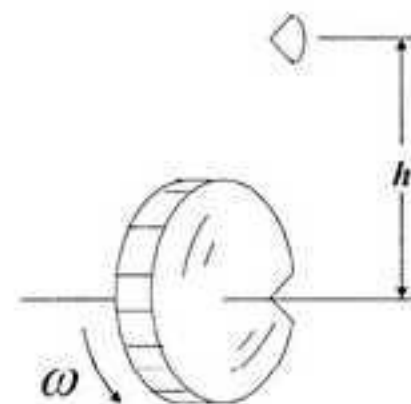


图 3

1. 碎片上升的最大高度  $h$ ;
2. 碎片飞出后, 飞轮剩余部分的角速度、角动量和转动动能.

(质量为  $M$ 、半径为  $R$  的匀质圆盘绕垂直盘面的中心轴线的转动惯量为  $J = \frac{1}{2} MR^2$ )



五. (16 分) 如图 4 所示, 一绝缘细棒弯成半径为  $R$  的圆弧, 圆心角为  $\theta_0$ , 细棒上均匀带正电, 电荷线密度为  $\lambda$  (常量), 圆弧的圆心  $O$  处有一点电荷  $q$  ( $q > 0$ ), 求:

1. 点电荷  $q$  受到的库仑力;
2. 若半径  $R$  和  $\lambda$  保持不变, 当  $\theta_0$  分别为  $\frac{\pi}{2}$  和  $\pi$  时, 点电荷  $q$  受到的库仑力.

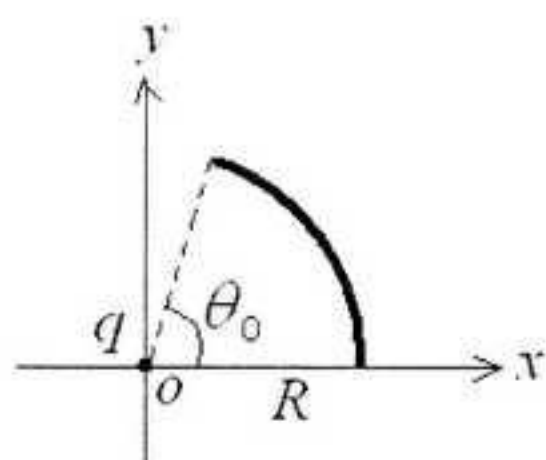


图 4

六. (24 分) 如图 5 所示, 一半径为  $R$  的带电球体, 其体电荷密度分布为  $\rho(r) = Kr$ ,  $K$  为大于零的常量, 球外有一同心金属球壳, 球壳的内、外半径分别为  $2R$  和  $3R$ , 求:

1. 在  $r < R$  和  $3R \leq r < \infty$  区域内的电场强度分布;
2.  $R$  和  $2R$  之间的电势差和在  $2R \leq r < 3R$  区域内的电势分布;  
(以无穷远点为电势零点);
3. 在  $3R \leq r < \infty$  区域内的电场能量.

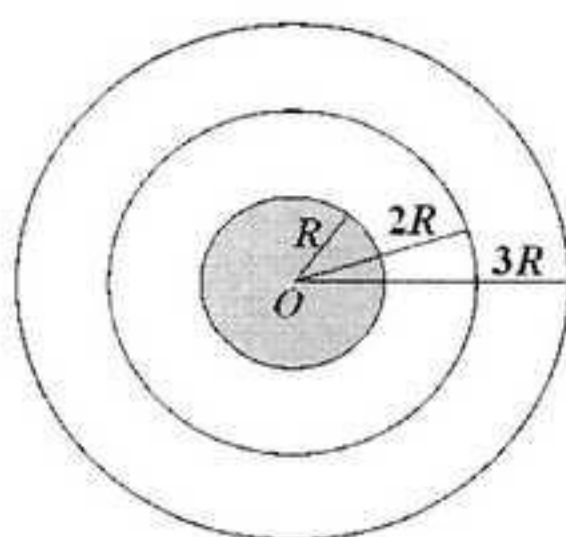


图 5

七. (18 分) 如图 6 所示, 均匀带电刚性细杆  $ACD$ ,  $AC$  段长度为  $a$ , 电荷线密度分布  $\lambda_1 = 2\lambda$ , ( $\lambda$  为大于零的常量),  $CD$  段长度为  $2a$ , 电荷线密度为  $\lambda_2 = -\lambda$ ,  $AC$  和  $CD$  段彼此绝缘, 细杆绕垂直纸面的固定轴  $O$  以匀角速度  $\omega$  逆时针转动(轴  $O$  在细杆  $ACD$  的延长线上,  $OA$  段长度为  $a$ ). 求:

1.  $O$  点的磁感应强度  $\vec{B}$ ;
2. 带电细杆对  $O$  点的磁矩  $\vec{p}_m$ .

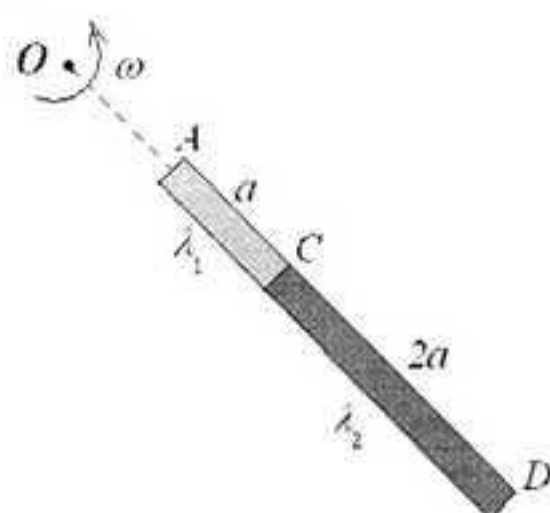


图 6

八. (22 分) 如图 7 所示, 平行光滑导轨固定在水平面上(纸面), 质量为  $m$ 、长度为  $2\sqrt{L}$  的金属杆  $ab$  可在导轨上滑动, 两导轨的左端由一电阻相连, 电阻值为  $R$  (其他电阻忽略), 在两导轨间有一由边界  $y = \pm k\sqrt{x}$  ( $k > 0$ ) 围成的均匀磁场区域, 磁感应强度为  $B$ , 方向垂直纸面向里. 设  $t = 0$  时, 杆  $ab$  从(抛物线的顶点)  $O$  处, 以速度  $v_0$  向右做直线运动(忽略自感). 求:

1. 在  $0 < x < \frac{L}{k^2}$  内, 金属杆的速率  $v$  与位置  $x$  间的关系式;
2. 当磁感应强度  $B$  大小为何值时, 金属杆恰好停在磁场边界与导轨相交的位置.

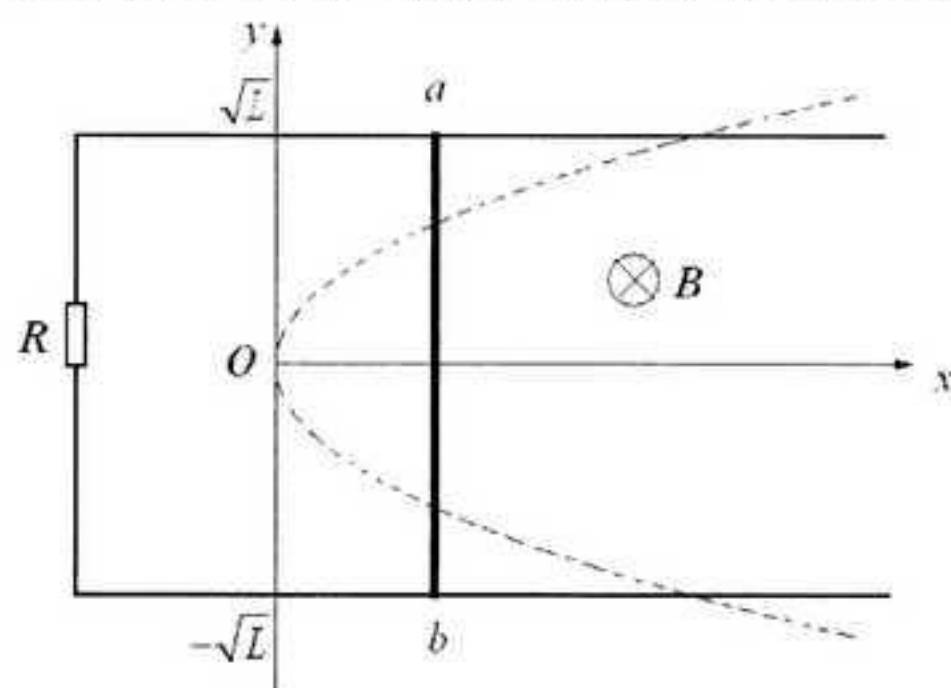


图 7