

# 北京航空航天大学 2005 年

## 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 491

### 大学物理 (共 4 页)

考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本试题单不参与阅卷)

#### 一、填空题 (本题共 32 分, 每小题各 4 分)

1、在半径为  $R$  的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为  $v = ct^2$  (式中  $c$  为常量), 则从  $t = 0$  到  $t$  时刻质点走过的路程  $S(t) =$  \_\_\_\_\_;

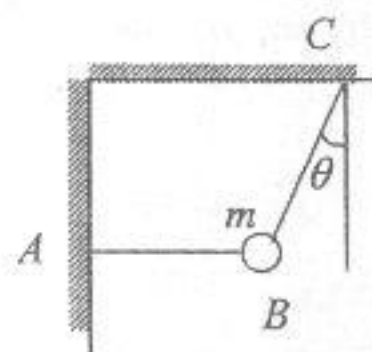
$t$  时刻质点的切向加速度  $a_t$

$=$  \_\_\_\_\_;  $t$  时刻质点的

法向加速度  $a_n =$  \_\_\_\_\_.

2、质量为  $m$  的小球, 用轻绳  $AB$ 、 $BC$  连接, 如图, 其中  $AB$  水平. 剪断绳  $AB$  前后的瞬间, 绳  $BC$  中的张力比

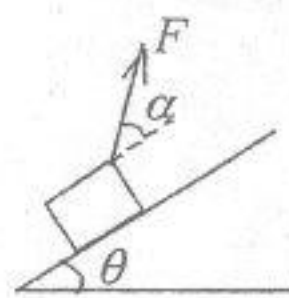
$T : T' =$  \_\_\_\_\_.



题一、2 图

3、如图所示, 一斜面倾角为  $\theta$ , 用与斜面成  $\alpha$  角的恒力  $\vec{F}$  将一质量为  $m$  的物体沿斜面拉升了高度  $h$ , 物体与斜面间的摩擦系数为  $\mu$ . 摩擦力在此过程中所作的功  $W_f =$  \_\_\_\_\_.

4、一块木料质量为  $45 \text{ kg}$ , 以  $8 \text{ km/h}$  的恒速向下游漂动, 一只  $10 \text{ kg}$  的天鹅以  $8 \text{ km/h}$  的速率向上游飞动, 它企图降落在这块木料上面, 但在立足尚未稳时, 它就又以相对于木料为  $2 \text{ km/h}$  的速率离开木料, 向上游飞去. 忽略水的摩擦, 木料的末速度为 \_\_\_\_\_.

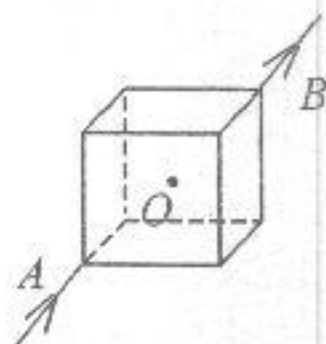


题一、3 图

5、一金属球壳的内外半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ ，带有电荷  $Q$ ，在球壳内距球心  $O$  为  $r$  处有一电荷为  $q$  的点电荷，则球心处的电势为\_\_\_\_\_。

6、带电粒子穿过过饱和蒸汽时，在它走过的路径上，过饱和蒸汽便凝结成小液滴，从而显示出粒子的运动轨迹。这就是云室的原理。今在云室中有磁感强度大小为  $B = 1 \text{ T}$  的均匀磁场，观测到一个质子的径迹是半径  $r = 20 \text{ cm}$  的圆弧。已知质子的电荷为  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，静止质量  $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，则该质子的动能为\_\_\_\_\_。

7、将同样的几根导线焊成立方体，并在其对顶角  $A$ 、 $B$  上接上电源，则立方体框架中的电流在其中心处所产生的磁感强度等于\_\_\_\_\_。

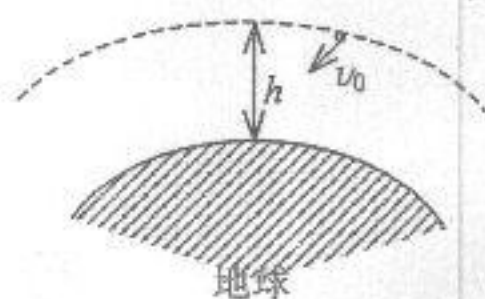


8、一平行板空气电容器的两极板都是半径为  $R$  的圆形导体片，在充电时，板间电场强度的变化率为  $dE/dt$ 。若略去边缘效应，则两板间的位移电流为\_\_\_\_\_。

题一、7 图

二、简单计算题，答题时只要求给出解题的基本方程和结果，不要求计算过程（本题共 48 分，每小题各 8 分）

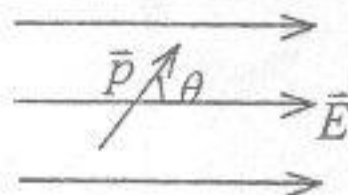
1、当火车静止时，乘客发现雨滴下落方向偏向车头，偏角为  $30^\circ$ ，当火车以  $35 \text{ m/s}$  的速率沿水平直路行驶时，发现雨滴下落方向偏向车尾，偏角为  $45^\circ$ ，假设雨滴相对于地的速度保持不变，试计算雨滴相对地的速度大小。



2、如图所示陨石在距地面高  $h$  处时速度为  $u_0$ 。忽略空气阻力，求陨石落地的速度。令地球质量为  $M$ ，半径为  $R$ ，万有引力常量为  $G$ 。

题二、2 图

3、一半径为  $R$  的均匀带电圆盘，电荷面密度为  $\sigma$ 。设无穷远处为电势零点，计算圆盘中心  $O$  点电势。

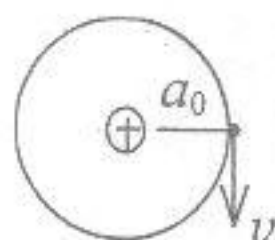


4、一电偶极子的电矩为  $\vec{p}$ ，放在场强为  $\vec{E}$  的匀强电场中， $\vec{p}$  与  $\vec{E}$  之间夹角为  $\theta$ ，如图所示。若将此偶极子绕通过其中心垂直于  $\vec{p}$ 、 $\vec{E}$  平面的轴转  $180^\circ$ ，外力需做功多少？

题二、4 图

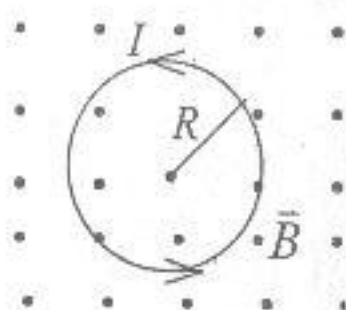


5、设氢原子基态的电子轨道半径为  $a_0$ ，求由于电子的轨道运动(如图)在原子核处(圆心处)产生的磁感强度的大小和方向。



题二、5 图

6.一圆线圈的半径为  $R$ ，载有电流  $I$ ，置于均匀外磁场  $\vec{B}$  中(如图示)。在不考虑载流圆线圈本身所激发的磁场的情  
况下，求线圈导线上的张力。

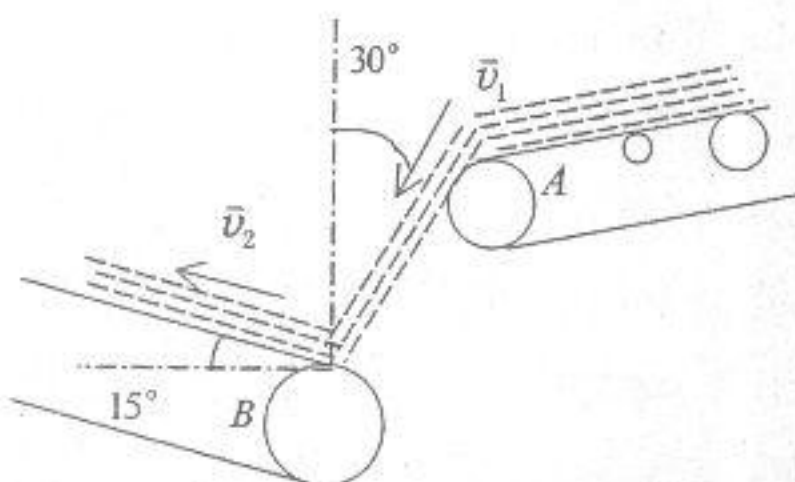


题二、6 图

(载流线圈的法线方向规定与  $\vec{B}$  的方向相同。)

### 三、(本题 10 分)

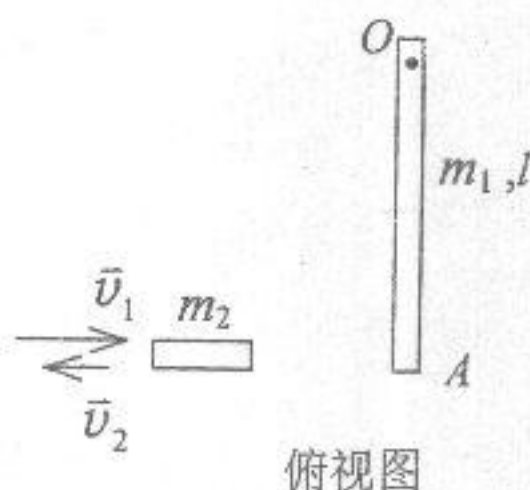
矿砂从传送带  $A$  落到另一传送带  $B$  (如图)，其速度的大小  $v_1 = 4 \text{ m/s}$ ，速度方向与竖直方向成  $30^\circ$  角，而传送带  $B$  与水平成  $15^\circ$  角，其速度的大小  $v_2 = 2 \text{ m/s}$ 。如果传送带的运送量恒定，设为  $q_m = 2000 \text{ kg/h}$ ，求矿砂作用在传送带  $B$  上的力的大小和方向。



题三图

### 四、(本题 15 分)

有一质量为  $m_1$ 、长为  $l$  的均匀细棒，静止平放在滑动摩擦系数为  $\mu$  的水平桌面上，它可绕通过其端点  $O$  且与桌面垂直的固定光滑轴转动。另有一水平运动的质量为  $m_2$  的小滑块，从侧面垂直于棒与棒的另一端  $A$  相碰撞，设碰撞时间极短。已知小滑块在碰撞前后的速度分别为  $\vec{v}_1$  和  $\vec{v}_2$ ，如图所示。求碰撞后从细棒开始转动到停止转动的过程所需的时间。(已知棒绕  $O$  点的转动惯量



俯视图

题四图

$$J = \frac{1}{3} m_1 l^2$$

### 五、(本题 15 分)

两导体球  $A$ 、 $B$ 。半径分别为  $R_1 = 0.5 \text{ m}$ ， $R_2 = 1.0 \text{ m}$ ，中间以导线连接，两

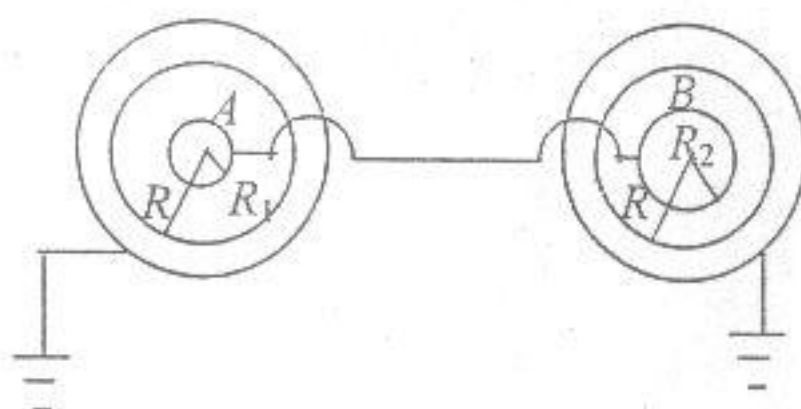
球外分别包以内半径为  $R=1.2\text{ m}$  的同心导体球壳(与导线绝缘)并接地, 导体间的介质均为空气, 如图所示. 已知: 空气的击穿场强为  $3\times 10^6\text{ V/m}$ , 今使  $A$ 、 $B$  两球所带电荷逐渐增加, 计算:

(1) 此系统何处首先被击穿? 这里场强为何值?

(2) 击穿时两球所带的总电荷  $Q$  为多少?

(设导线本身不带电, 且对电场无影响.)

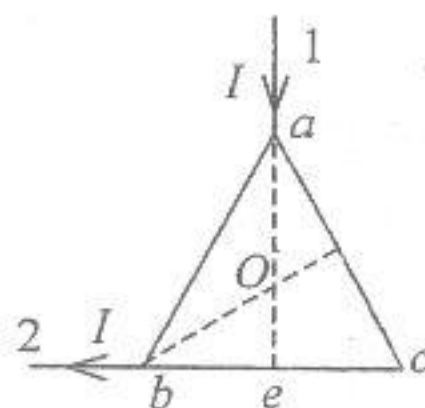
(真空介电常量  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )



题五图

## 六、(本题 15 分)

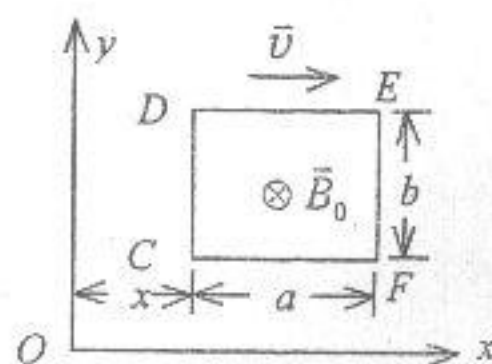
在真空中, 电流由长直导线 1 沿垂直于底边  $bc$  方向经  $a$  点流入一由电阻均匀的导线构成的正三角形金属线框, 再由  $b$  点从三角形框流出, 经长直导线 2 沿  $cb$  延长线方向返回电源(如图). 已知长直导线上的电流强度为  $I$ , 三角框的每一边长为  $l$ , 求  $ab$  段电流和整个电路在正三角形的中心点  $O$  处的磁感强度  $\vec{B}$ .



题六图

## 七、(本题 15 分)

如图所示, 有一矩形回路, 边长分别为  $a$  和  $b$ , 它在  $xy$  平面内以匀速  $\vec{v}$  沿  $x$  轴方向移动, 空间磁场的磁感强度  $\vec{B}$  与回路平面垂直, 且为位置的  $x$  坐标和时间  $t$  的函数, 即  $\vec{B}(x, t) = \vec{B}_0 \sin \omega t \sin kx$ , 其中  $\vec{B}_0$ ,  $\omega$ ,  $k$  均为已知常数. 设在  $t=0$  时, 回路在  $x=0$  处. 求回路中感应电动势对时间的关系.



题七图