

**A01 质点运动学**

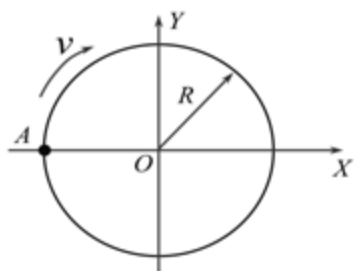
1 有一质点沿  $x$  轴作直线运动,  $t$  时刻的坐标为  $x = 4.5t^2 - 2t^3$  (SI). 试

求:

- (1) 第 2 秒内的平均速度;
- (2) 第 2 秒末的瞬时速度;
- (3) 第 2 秒内的路程.

2 如图, 一质点作半径  $R=1\text{m}$  的圆周运动,  $t=0$  时质点位于  $A$  点, 然后顺时针方向运动, 运动方程  $s = \pi t^2 + \pi t$  (SI) 求:

- (1) 质点绕行一周所经历的路程、位移、平均速度和平均速率;
- (2) 质点在 1 秒末的速度和加速度的大小.

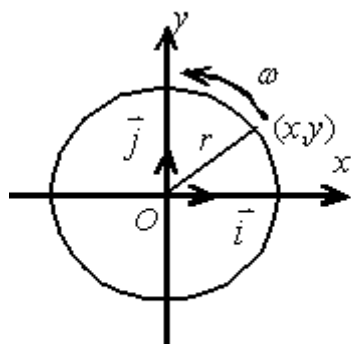


**Z1-04-25 图**

3 (1) 对于在  $xy$  平面内, 以原点  $O$  为圆心作匀速圆周运动的质点, 试用半径  $r$ 、角速度  $\omega$  和单位矢量  $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$  表示其  $t$  时刻的位置矢量. 已知在  $t = 0$  时,  $y = 0, x = r$ , 角速度  $\omega$  如图所示;

(2) 由(1)导出速度  $\vec{v}$  与加速度  $\vec{a}$  的矢量表示式;

(3) 试证加速度指向圆心.



Z1-04-26图

4 当一列火车以  $36 \text{ km/h}$  的速率水平向东行驶时, 相对于地面匀速竖直下落的雨滴, 在列车的窗子上形成的雨迹与竖直方向成  $30^\circ$  角.

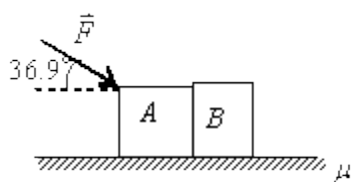
(1) 雨滴相对于地面的水平分速有多大? 相对于列车的水平分速有多大?

(2) 雨滴相对于地面的速率如何? 相对于列车的速率如何?

5 一质点沿  $x$  轴运动, 其加速度为  $a = 4t \text{ (SI)}$ , 已知  $t = 0$  时, 质点位于  $x_0 = 10 \text{ m}$  处, 初速度  $v_0 = 0$ . 试求其位置和时间的关系式.

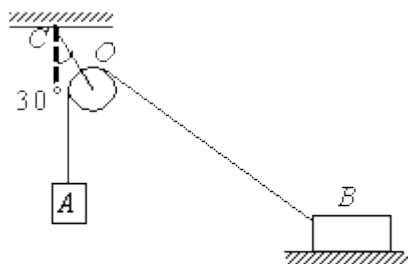
## A02 质点动力学

1 在水平桌面上有两个物体 A 和 B，它们的质量分别为  $m_1 = 1.0\text{kg}$ ， $m_2 = 2.0\text{kg}$ ，它们与桌面间的滑动摩擦系数  $\mu = 0.5$ ，现在 A 上施加一个与水平成  $36.9^\circ$  角的指向斜下方的力  $\vec{F}$ ，恰好使 A 和 B 作匀速直线运动，求所施力的大小和物体 A 与 B 间的相互作用力的大小。已知  $\cos 36.9^\circ = 0.8$ 。



Z2-04-25 图

2 如图，绳 CO 与竖直方向成  $30^\circ$  角，O 为一定滑轮，物体 A 与 B 用跨过定滑轮的细绳相连，处于平衡状态。已知 B 的质量为  $10\text{ kg}$ ，地面对 B 的支持力为  $80\text{ N}$ 。若不考虑滑轮的大小求：



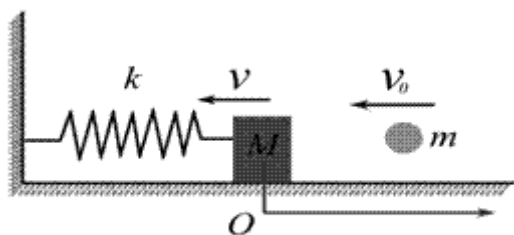
Z2-04-26 图

- (1) 物体 A 的质量。
- (2) 物体 B 与地面的摩擦力。
- (3) 绳 CO 的拉力。

(取  $g = 10\text{ m/s}^2$ )

3 一质量  $M=10\text{ kg}$  的物体放在光滑的水平桌面上，并与一水平轻弹簧相连，弹簧的倔强系数  $K=1000\text{ N/m}$ 。今有一质量  $m=1\text{ kg}$  的小球以水平速度  $v_0 = 4\text{ m/s}$  飞来，与物体  $M$  相撞后以  $v_1 = 2\text{ m/s}$  的速度弹回，试问：

- (1) 弹簧被压缩多少长度？小球和物体的碰撞是完全弹性碰撞吗？
- (2) 若小球和物体相撞后粘在一起，则上面所问的结果又如何？



Z2-04-27 图

4 设想有两个自由质点，其质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ ，它们之间的相互作用符合万有引力定律。开始时，两质点间的距离为  $l$ ，它们都处于静止状态，试求当它们的距离变为  $\frac{1}{2}l$  时，两质点的速度各为多少？

## A03 动能定理+功能原理

1 质量为  $2\text{ kg}$  的质点, 所受外力为  $\vec{F} = 6t \vec{i}$  (SI), 该质点从  $t = 0$  时刻由静止开始运动, 求前  $2\text{ s}$  内, 外力所作的功.

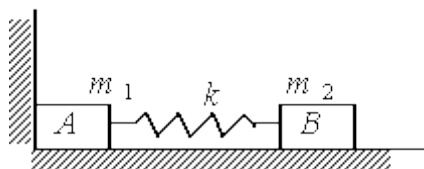
2 一个质点在指向中心的平方反比力  $F = \frac{k}{r^2}$  ( $k$  为常数) 的作用下, 作半径为  $r$  的圆周运动, 求质点运动的速度和总机械能, 选取距力心无穷远处的势能为零.

3 质量为  $m = 5.6\text{ g}$  的子弹 **A**, 以  $v_0 = 501\text{ m/s}$  的速率水平地射入一静止在水平面上的质量为  $M = 2\text{ kg}$  的木块 **B** 内, **A** 射入 **B** 后, **B** 向前移动了  $L = 50\text{ cm}$  而后停止, 求:

- (1) **B** 与水平面间的摩擦系数  $\mu$ ; (2) 木块对子弹所做的功  $W_1$ ;  
 (3) 子弹对木块所做的功  $W_2$ ; (4)  $W_1$  与  $W_2$  是否大小相等, 为什么?

4 两个质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的木块 **A** 和 **B**, 用一个质量忽略不计、劲度系数为  $k$  的弹簧联接起来, 放置在光滑水平面上, 使 **A** 紧靠墙壁, 如图所示. 用力推木块 **B** 使弹簧压缩  $x_0$ , 然后释放. 已知  $m_1 = m, m_2 = 3m$ , 求:

- (1) 释放后, **A**、**B** 两木块速度相等时的瞬时速度的大小;  
 (2) 释放后, 弹簧的最大伸长量.



Z3-04-24 图

## A04 刚体力学 1

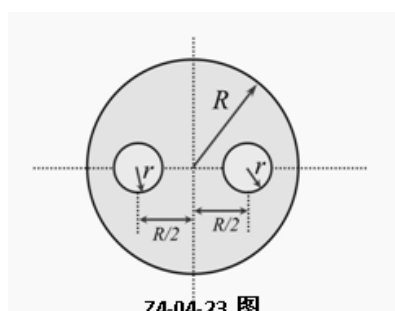
1 一半径为  $25\text{ cm}$  的圆柱体, 可绕与其中心轴线重合的光滑固定轴转动. 圆柱体上绕上绳子. 圆柱体初角速度为零, 现拉绳的端点, 使其以  $1\text{ m/s}^2$  的加速度运动. 绳与圆柱表面无相对滑动. 试计算在  $t = 5\text{ s}$  时 (1) 圆柱体的角加速度, (2) 圆柱体的角速度。

2 一电机的电枢转速为  $1800\text{ r/min}$ , 当断电后, 电枢经  $20\text{ s}$  停下, 半径为  $10\text{ cm}$ . 试求

(1) 在此时间内电枢转了多少圈?

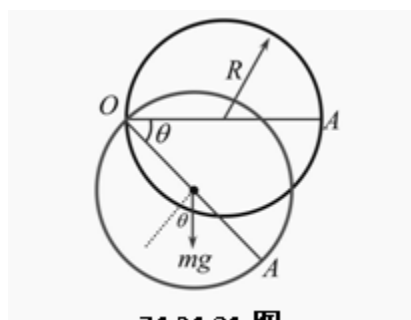
(2) 电枢经过  $10\text{ s}$  时的角速度以及电枢周边的线速度, 切向加速度和法向加速度。

3 如图, 在质量为  $M$ , 半径为  $R$  的匀质圆盘上挖出半径为  $r$  的两个圆孔, 孔心在半径的中点. 求剩余部分对过大圆盘中心且与盘面垂直的轴线的转动惯量。



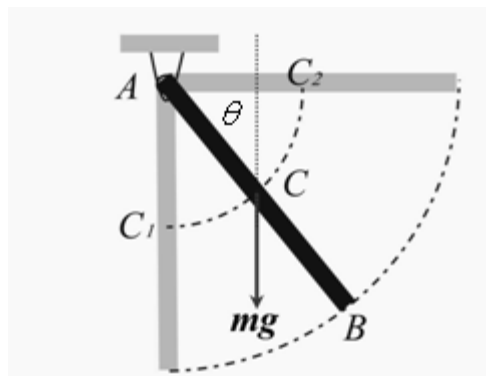
Z4-04-23 图

4 半径为  $R$  的均匀细圆环, 可绕通过环上  $O$  点且垂直于环面的水平光滑轴在竖直平面内转动. 若环最初静止时, 直径  $OA$  沿水平方向, 环由此下摆, 求  $A$  到达最低位置时的速度。



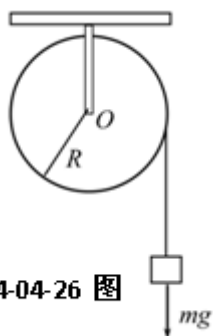
Z4-04-24 图

5 一均质细杆, 质量为  $0.5 \text{ kg}$ , 长为  $0.40 \text{ m}$ , 可绕杆一端的水平轴转动。若将此杆放在水平位置, 然后从静止释放, 试求杆转动到铅直位置时的动能和角速度。



Z4-04-25 图

6 如图所示, 一个质量为  $m$  的物体与绕在定滑轮上的绳子相联, 绳子质量可以忽略, 它与定滑轮之间无滑动。假定滑轮质量为  $M$ 、半径为  $R$ , 其转动惯量为  $\frac{MR^2}{2}$ , 滑轮轴光滑。试求该物体由静止开始下落的过程中, 下落速率与时间的关系。



Z4-04-26 图

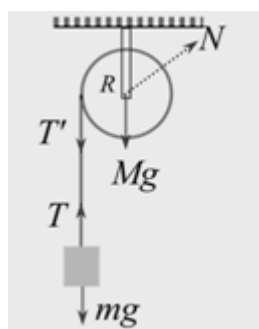
7 以  $M = 20 \text{ N} \cdot \text{m}$  的恒力矩作用在有固定轴的转轮上, 在  $10 \text{ s}$  内该轮的转速由零增大到  $100 \text{ r/min}$ 。此时移去该力矩, 转轮因摩擦力矩的作用又经  $100 \text{ s}$  而停止。试推算此转轮的转动惯量。

## A05 刚体力学 2

1 有一半径为  $R$  的圆形平板平放在水平桌面上，平板与水平桌面的摩擦系数为  $\mu$ ，若平板绕通过其中心且垂直板面的固定轴以角速度  $\omega_0$  开始旋转，它将在旋转几圈后停止？（圆形平板的转动惯量  $J = \frac{1}{2}mR^2$ ，其中  $m$  为圆形平板的质量）

2 一轴承光滑的定滑轮，质量为  $M=20.0\text{ kg}$ ，半径为  $R=0.10\text{ m}$ ，一根不能伸长的轻绳，一端固定在定滑轮上，另一端系有一质量为  $m=5.0\text{ kg}$  的物体，如图所示。已知定滑轮的转动惯量为  $J = \frac{1}{2}MR^2$ ，其初角速度  $\omega_0 = 10.0\text{ rad/s}$ ，方向垂直纸面向里。求：

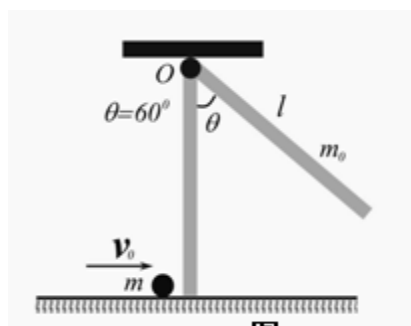
- (1) 定滑轮的角加速度；
- (2) 定滑轮的角速度变化到  $\omega = 0$  时，物体上升的高度；
- (3) 当物体回到原来位置时，定滑轮的角速度。



Z5-04-20 图



3 长为 $l$ 质量为 $m_0$ 的细杆可绕垂直于一端的水平轴自由转动。杆原来处于平衡状态。现有一质量为 $m$ 的小球沿光滑水平面飞来,正好与杆下端相碰(设碰撞为完全弹性碰撞)使杆向上摆到 $\theta = 60^\circ$ 处,如图所示,求小球的初速度。



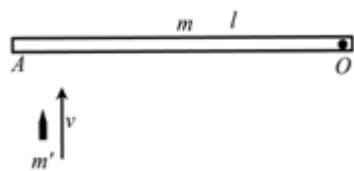
4 一根放在水平光滑桌面上的匀质棒,可绕通过其一端的竖直固定光滑轴 $O$ 转动。棒的质量为 $m = 1.5 \text{ kg}$ ,长度为 $l = 1.0 \text{ m}$ ,对轴的转动惯量

为 $J = \frac{1}{3} ml^2$ 。初始时棒静止。今有一水平运动的子弹垂直地射入棒的另一端,并留在棒中,如图所示。子弹的质量为 $m' = 0.020 \text{ kg}$ ,速率为

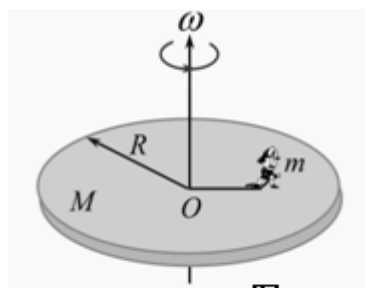
$v = 400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。试问:

(1) 棒开始和子弹一起转动时角速度 $\omega$ 有多大?

(2) 若棒转动时受到大小为 $M_f = 4.0 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的恒定阻力矩作用,棒能转过多大的角度 $\theta$ ?



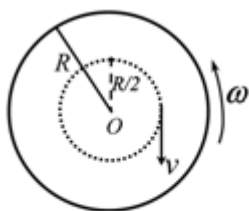
5 有一圆板状水平转台, 质量  $M=200\text{ kg}$ , 半径  $R=3\text{ m}$ , 台上有一人, 质量  $m=50\text{ kg}$ , 当他站在离转轴  $r=1\text{ m}$  处时, 转台和人一起以  $\omega_1 = 1.35\text{ rad/s}$  的角速度转动。若轴处摩擦可以忽略不计, 问当人走到台边时, 转台和人一起转动的角速度  $\omega$  为多少?



Z5-04-23 图

6 在半径为  $R$  的具有光滑竖直固定中心轴的水平圆盘上, 有一人静止站立在距转轴为  $R/2$  处, 人的质量是圆盘质量的  $1/10$ . 开始时盘载人对地以角速度  $\omega_0$  匀速转动, 现在此人垂直圆盘半径相对于盘以速率  $v$  沿与盘转动相反方向作圆周运动, 如图所示. 已知圆盘对中心轴的转动惯量为  $MR^2/2$ .

求: (1) 圆盘对地的角速度. (2) 欲使圆盘对地静止, 人应沿着  $R/2$  圆周对圆盘的速度  $\vec{v}$  的大小及方向?

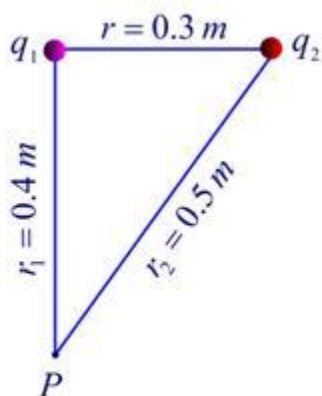


Z5-04-24 图

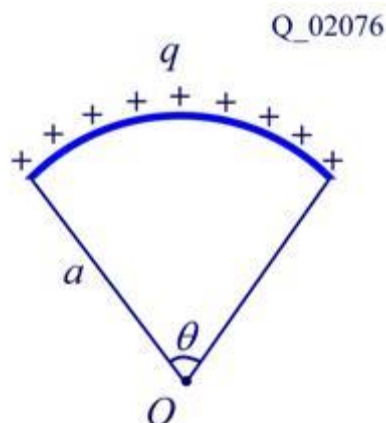
## A06 电场强度+高斯定理

1 如图 Q\_02074 所示, 两个电量分别为  $q_1 = +2 \times 10^{-7} \text{ C}$  和  $q_2 = -2 \times 10^{-7} \text{ C}$  的点电荷, 相距  $0.3 \text{ m}$ , 求距  $q_1$  为  $0.4 \text{ m}$ 、距  $q_2$  为  $0.5 \text{ m}$  处  $P$  点电场强度。

( $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.00 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ )。



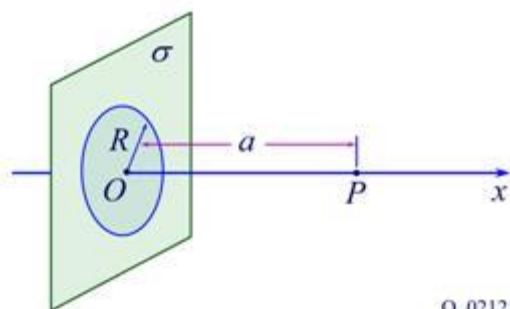
Q\_02074



Q\_02076

2 一段半径为  $a$  的细圆弧, 对圆心的张角为  $\theta$ , 其上均匀分布有正电荷  $q$ , 如图 Q\_02076 所示。试以  $a, q, \theta$  表示出圆心  $O$  处的电场强度。

3 如图 Q\_02121 所示, 一个电荷面密度为  $\sigma$  的“无限大”平面, 在距离平面  $a$  处的电场强度大小的一半是由平面上的一个半径为  $R$  的圆面积范围内的电荷所产生的, 求该圆的半径。

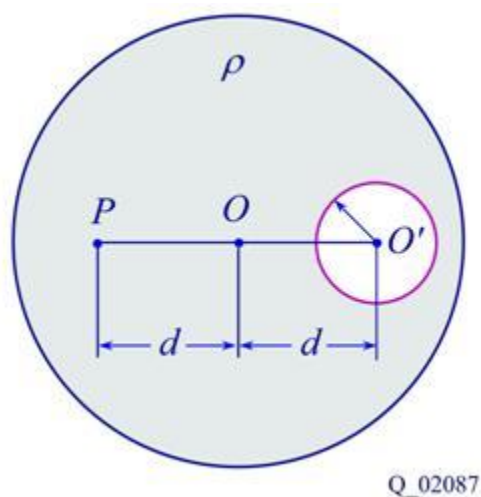


Q\_02121

4 两个均匀带电的同心球面, 分别带有净电荷  $q_1$  and  $q_2$ , 其中  $q_1$  为内球的电荷。两球之间的电场为  $\frac{3000}{r^2} \text{ N/C}$ , 且方向沿半径向里,  $r$  为到球心的距离; 球外的场强为  $\frac{2000}{r^2} \text{ N/C}$  牛顿/库仑, 方向沿半径向外, 试求  $q_1$  and  $q_2$  各等于多少?

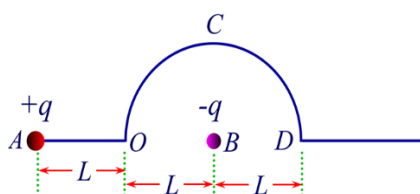
5 两个无限长同轴圆柱面, 半径分别为  $R_1, R_2 (R_2 > R_1)$  带有等值异号电荷, 每单位长度的电量为  $\lambda$ , 试分别求出当: 1)  $r < R_1$ ; 2)  $r > R_2$ ; 3)  $R_1 < r < R_2$  时离轴线为  $r$  处的电场强度。

6 一球体内均匀分布着电荷体密度为  $\rho$  的正电荷, 若保持电荷分布不变, 在该球体内挖去半径为  $r$  的一个小球体, 球心为  $O'$ , 两球心间距离  $\overline{OO'} = d$ , 如图 Q\_02087 所示, 求: 1) 在球形空腔内, 球心  $O'$  处的电场强度  $\vec{E}$ ; 2) 在球体内  $P$  点处的电场强度  $\vec{E}$ , 设  $O', O, P$  三点在同一直径上, 且  $\overline{OP} = d$ 。



## A07 电势

- 1 如图 Q\_02091 所示,  $AB = 2L$ ,  $OCD$  是以  $B$  为中心  $L$  为半径的半圆,  $A$  和  $B$  处分别有正负电荷  $+q$  和  $-q$ , 试问: 1) 把单位正电荷从  $O$  沿  $OCD$  移动到  $D$ , 电场力对它作了多少功? 2) 把单位负电荷从  $D$  沿  $AB$  延长线移动到无穷远, 电场力对它作了多少功?



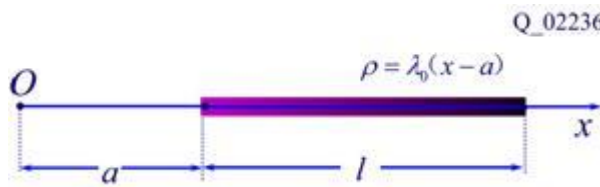
Q\_02091

- 2 电荷以相同的面密度  $\sigma$  分布在  $r_1 = 10\text{ cm}$  and  $r_2 = 20\text{ cm}$  的两个同心球面上, 设无限远处的电势为零, 球心处的电势为  $\varphi_0 = 300\text{ V}$ 。求:

- 1) 电荷面密度  $\sigma$ ;
- 2) 如果使球心处的电势为零, 外球面上应放掉多少电荷?

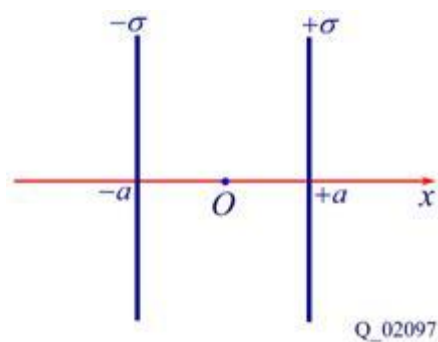
- 3 如图 Q\_02236 所示, 沿  $x$  轴放置的一根长度为  $l$  的不均匀带电细棒, 电荷线密度为  $\rho = \lambda_0(x - a)$ ,  $\lambda_0$  为一常量。若取无穷远处为电势零点, 求坐标原点  $O$  处的电势。2) 电荷  $q$  均匀分布在长为  $2l$  的细杆上。求杆的中垂线上与杆中心距离为  $a$  的  $P$  点的电势。(设无穷远处为电势零点, 积分公式:

$$\frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \frac{d(x + \sqrt{x^2 + a^2})}{x + \sqrt{x^2 + a^2}}).$$



Q\_02236

- 4 如图 Q\_02097 所示。电荷面密度分别为  $+\sigma$  and  $-\sigma$  的两块“无限大”均匀带电平行平面，分别与  $x$  轴垂直相交于  $\begin{cases} x_1 = a \\ x_2 = -a \end{cases}$  两点。设坐标原点  $O$  处电势为零，试求空间的电势分布表示式并画出曲线。



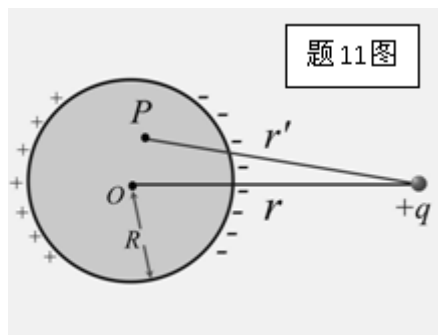
- 5 如图 Q\_02098 所示，两个电量分别为  $q_1 = 20 \times 10^{-9} \text{ C}$  和  $q_2 = -12 \times 10^{-9} \text{ C}$  的点电荷，相距  $5 \text{ m}$ 。在它们的连线上距  $q_2$  为  $1 \text{ m}$  处的  $A$  点从静止释放一电子，则该电子沿连线运动到距  $q_1$  为  $1 \text{ m}$  处的  $B$  点时，其速度多大？(电子质量

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} \quad e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.00 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2)$$

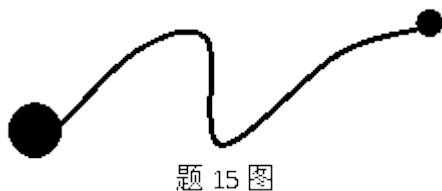


## A08 导体和电介质

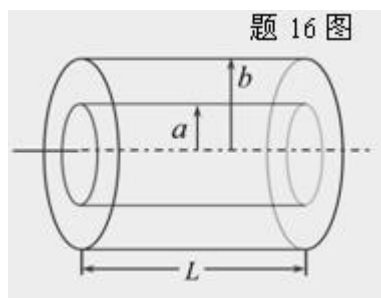
- 1 在一个不带电的金属球旁，有一个点电荷 $+q$ ，距离金属球的球心为 $r$ ，金属球的半径为 $R$ ，求：1) 金属球上的感应电荷在球心处产生的电场强度和此时球心处的电势；2) 金属球上的感应电荷在金属内任意一点 $P$ 处电场强度和电势；3) 如将金属球接地，球上的净电荷为多少？



- 2 半径分别为 $a$ 和 $b$ 的两个金属球，它们的间距比本身线度大得多，今用一细导线将两者相连接，并给系统带上电荷 $Q$ ，求：(1) 每个球上分配到的电荷是多少？(2) 按电容定义式，计算此系统的电容。

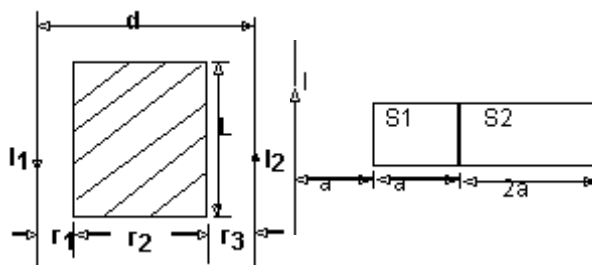


- 3 一电容器由两个同轴圆筒组成，内筒半径为 $a$ ，外筒半径为 $b$ ，筒长都是 $L$ ，两圆筒之间是真空。内、外筒分别带有等量异号电荷 $+Q$ 和 $-Q$ ，设 $b-a \ll a$ ， $L \gg b$ ，可以忽略边缘效应，求圆柱形电容器的电容。

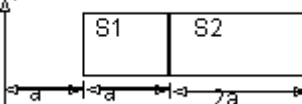


## A09 真空中的稳恒磁场

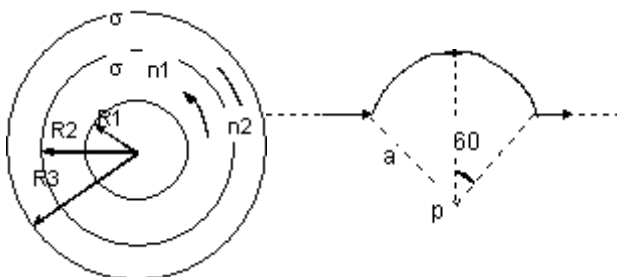
- 1 两平行直导线相距  $d=40\text{cm}$ , 每根导线载有电流  $I_1 = I_2 = 20\text{A}$ , 如图所示, 求: (1)两导线所在平面内与该两导线等距离的一点处的磁感应强度。(2) 通过图中斜线所示面积的磁通量。( $r_1 = r_3=10\text{cm}$ ,  $L=25\text{cm}$ )。



- 2 如图, 在无限长直载流导线的右侧有面积  $S_1$  和  $S_2$  两个矩形回路. 两个回路与长直载流导线在同一平面, 且矩形回路的一边与长直载流导线平行. 则通过面积为  $S_1$  的矩形回路的磁通量和通过面积为  $S_2$  的矩形回路的磁通量之比.



- 3 如图所示, 两个共面的平面带电圆环, 其内外半径分别为  $R_1, R_2$  和  $R_3$ , 外面的圆环以每秒钟  $n_2$  转的转速顺时针转动, 里面的圆环以每秒钟  $n_1$  转的转速反时针转动, 若电荷面密度都是  $\sigma$ , 求  $n_1$  和  $n_2$  的比值多大时, 圆心处的磁感应强度为零。



- 4 如图, 一根无限长直导线, 通有电流  $I$ , 中部一段弯成圆弧形, 求图中  $P$  点磁感应强度的大小。



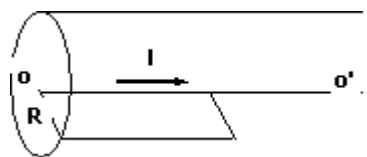
### A10 安培环路定理+作用力

1 无限长载流空心圆柱导体壳的内外半径分别为  $a, b$ , 电流  $I$  在导体截面上均匀分布, 求  $r < a, a < r < b, r > b$  各区域中的  $\vec{B}$  的分布, 并定性画出  $B - r$  曲线.

2 一根半径为  $R$  的无限长直铜导线, 导线横截面上均匀通有电流, 试计算:

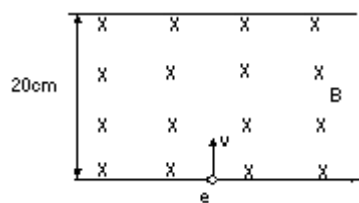
(1) 磁感应强度  $\vec{B}$  的分布.

(2) 通过单位长度导线内纵截面  $S$  的磁通量(如图所示,  $OO'$  为导线的轴)



3 在显像管里, 电子沿水平方向从南向北运动, 动能是  $1.2 \times 10^4 \text{ eV}$ , 该处地球磁场的磁感应强度在竖直方向的分量的方向向下, 大小是  $0.55 \times 10^{-4} \text{ T}$ , 问:

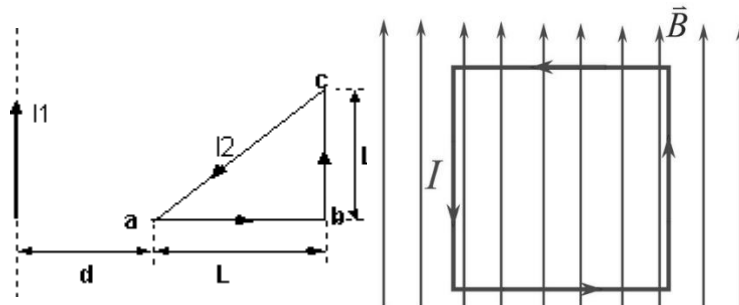
(1) 由于地球磁场的影响, 电子如何偏转? (2) 电子的加速度多大? (3) 电子在显像管内运动  $20\text{cm}$  时, 偏转有多少?



4 电子在  $B = 2 \times 10^{-3} \text{ T}$  的均匀磁场中运动, 其轨迹是半径为  $2.0\text{cm}$ , 螺距为  $5\text{cm}$  的螺旋线, 计算这个电子的速度大小.

### A11 安培力+磁场对电流的作用

1 一无限长直导线通以电流  $I_1$ , 其旁有一直角三角形线圈通以电流  $I_2$ , 线圈与长直导线在同一平面内, 尺寸如图所示, 求  $bc$  段导线所受的安培力.

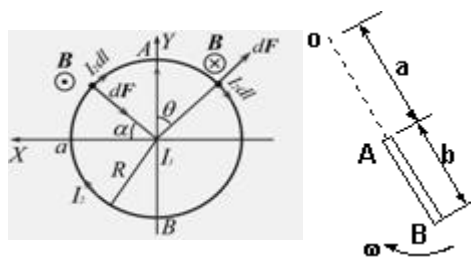


2 一边长  $a = 10\text{cm}$  的正方形铜线圈, 放在均匀外磁场中,  $\vec{B}$  竖直向上, 且  $B = 9.4 \times 10^{-3}\text{T}$  线圈中电流为  $I = 10\text{A}$ .

(1) 今使线圈平面保持竖直, 问线圈所受的磁力矩为多少?

(2) 假若线圈能以某一条水平边为轴自由摆动, 问线圈平衡时, 线圈平面与竖直面夹角为多少? (已知铜线横截面积  $S = 2.00\text{mm}^2$  铜的密度  $\rho = 8.9\text{g/cm}^3$ ).

3 如图所示, 有一半径为  $R$  的圆形电流  $I_2$ , 在沿其直径  $AB$  方向上有一无限长直导线电流  $I_1$ , 方向见图, 求: (1) 半圆弧  $AaB$  所受作用力的大小和方向; (2) 整个圆形电流所受作用力的大小和方向.



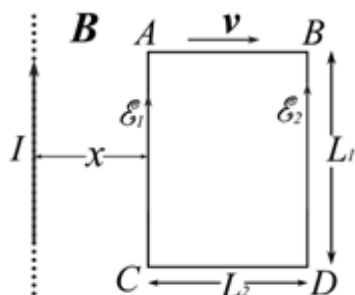
4 均匀带电刚性细杆  $AB$ , 电荷线密度为  $\lambda$ , 绕垂直于直线的轴  $O$  以  $\omega$  角速度匀速转动 ( $O$  点在细杆  $AB$  延长线上), 求:

(1)  $O$  点的磁感应强度  $\vec{B}_O$ ;

(2) 磁矩  $\vec{P}_m$ ;

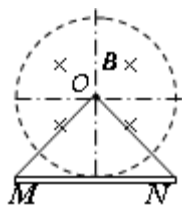
## A12 电磁感应定律

1 (1) 长直导线载有电流  $I$ ，矩形线圈与其共面，长  $L_1$ ，宽  $L_2$ ，长边与长导线平行，线圈共  $N$  匝，线圈以速度  $v$  垂直长导线向右运动，当  $AB$  边与导线相距  $x$  时，求线圈中感应电动势大小和方向；(2) 如果上题中线圈保持不变，而长直导线中通有交变电流  $I = I_0 \sin \omega t$ ，则线圈中感应电动势如何？



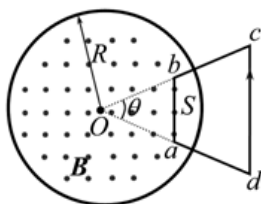
Z13-01-13 图

2 在半径为  $R$  的圆柱形体积内，充满磁感应强度为  $B$  的均匀磁场。有一个长为  $2R$  的金属棒  $MN$  放在磁场中，如图所示。设磁场在增强，并且  $dB/dt$  已知，求棒中的感生电动势，并指出哪端电势高。



Z13-04-14 图

3 均匀磁场  $B$  被限制在半径  $R=0.10\text{m}$  的无限长圆柱空间内，方向垂直纸面向外，设磁场以  $dB/dt=100\text{ T/s}$  的匀速率增加，已知  $\theta = \frac{\pi}{3}$ ， $Oa=Ob=0.04\text{ m}$ ，试求等腰梯形导线框  $abcd$  的感应电动势，并判断感应电流的方向。



Z13-04-15 图