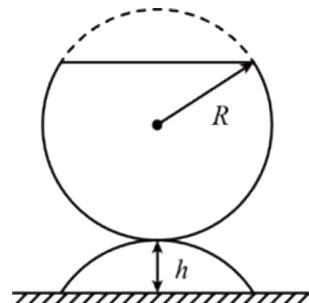


“ 力学 ”

01

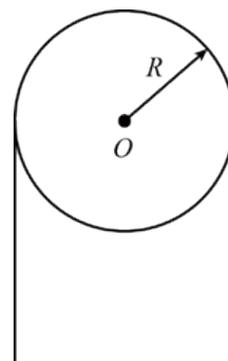
例题 1

半径为  $R$  的均匀薄壁球壳分成两部分并牢固地连接起来，如图所示。求所得高脚杯重心的高度，设高脚杯的脚高为  $h$ 。



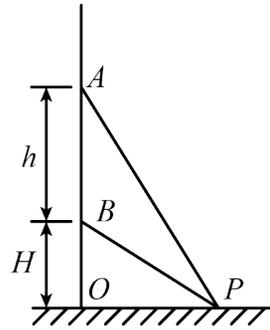
例题 2

质量为  $m$ 、长为  $l$  的均匀光滑绳，穿过半径为  $R$  的光滑滑轮并搭在轮上，如图所示，求绳上的最大张力。



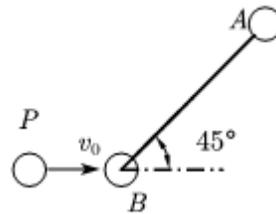
**例题 3**

如图所示，在同一竖直线上有  $A$ 、 $B$  两点，相距为  $h$ ， $B$  点离地高度为  $H$ ，现在地面上寻找一点  $P$ ，从  $A$ 、 $B$  两点分别向  $P$  点安放光滑的木板，满足物体从  $A$ 、 $B$  点静止开始下滑到  $P$  点的时间相等，求  $O$ 、 $P$  两点之间的距离。



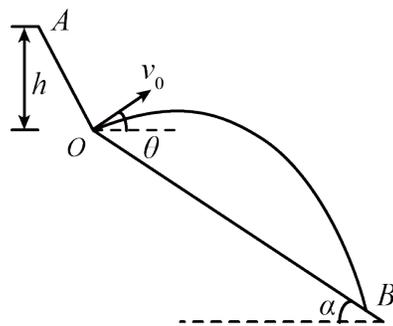
**例题 4**

一刚性轻杆长为  $l$ ，两端连接着两个质量都是  $m$  的质点  $A$  和  $B$ ，放置在光滑无摩擦力的水平面上，今有另一质量也是  $m$  的质点  $P$  以速度  $v_0$  与质点  $B$  相碰。若碰后质点  $P$  沿原来的反方向弹回，且碰撞是完全弹性的，试求碰后绕质心的角速度  $\omega$ 、 $AB$  质心的速度  $v_C$  和质点  $P$  的反弹速度  $v'$ 。



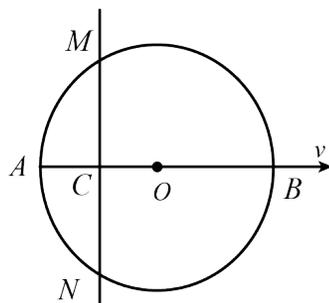
**例题 5**

在倾角  $\alpha = \frac{\pi}{6}$  的雪坡上举行跳台滑雪比赛，如图所示，运动员从坡上方  $A$  点开始下滑，到起跳点  $O$  时借助设备和技巧，保持在该点的速率而以与水平成  $\theta$  角的方向起跳，最后落在坡上  $B$  点，坡上  $OB$  两点间距离  $L$  为此项运动的记录。已知  $A$  点高于  $O$  点， $h = 50\text{m}$ ，忽略各种阻力、摩擦，求最远距离  $L$  的数值，此时起跳角  $\theta$  为多大？



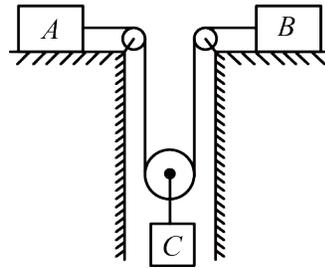
**例题 6**

如图所示，足够长的直杆  $MN$  固定，一圆环与直杆在同一平面内，且以垂直于  $MN$  的恒定速度  $v$  向右运动， $AB$  为圆环的直径，且  $AB$  垂直于  $MN$ ，当  $AB$  的四等分点  $C$  经过直杆瞬间，圆环与直杆的交点  $M$  的运动速度大小是多少？



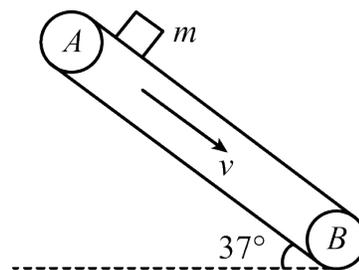
**例题 7**

如图所示， $A$ 、 $B$ 、 $C$ 三个物体的质量分别为 $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ ，所有接触面的摩擦均不计，绳、滑轮的质量也不计。求 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 运动时三个物体加速度的大小。



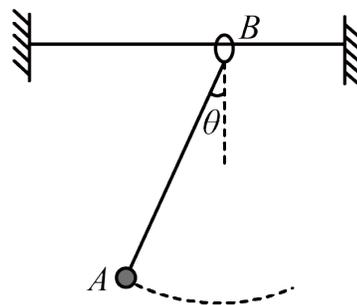
**例题 8**

如图所示，传送带与地面的夹角 $\theta=37^\circ$ ， $AB$ 间长度 $L=16\text{ m}$ ，传送带以 $v=10\text{ m/s}$ 的速率顺时针转动。在传送带的 $A$ 端由静止释放一个质量为 $m=1\text{ kg}$ 的物体，它与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ ， $g=10\text{ m/s}^2$ ，求物块从 $A$ 运动到 $B$ 过程中物块与传送带间因摩擦而产生的热量。



**例题 9**

一轻绳的两端分别连接小球  $A$  和小环  $B$ ，球与环的质量相等，小环  $B$  可在拉紧的钢丝上做无摩擦的滑动，如图所示。现使小球在图示的平面内摆动。求小球离铅垂线的最大角度为  $\theta$  时小环  $B$  和小球  $A$  的加速度大小。

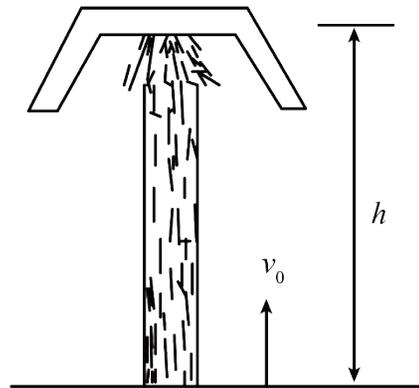


**例题 10**

火箭从地面上以第一宇宙速度竖直向上发射，返回时落回离发射场不远处，空气阻力不计，试估算火箭飞行的时间，已知地球半径  $R = 6400 \text{ km}$ ，地表处重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 。（提示：椭圆面积公式  $S = \pi ab$ ）

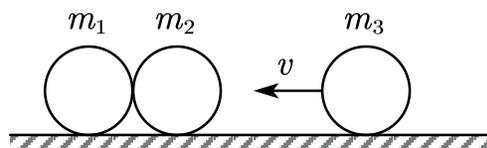
**例题 11**

由喷泉中喷出的竖直水柱把一个质量为  $M$  的垃圾筒倒顶在空中。若水以恒定的速率  $v_0$  从面积为  $S$  的小孔中喷出射向空中，在冲击筒底后以原速竖直溅下，如图所示，求筒停留的高度。



**例题 12**

如图所示，在光滑水平面上拜访三个小球  $m_1$ 、 $m_2$  和  $m_3$ 。三个小球在同一直线上， $m_1$  和  $m_2$  靠在一起， $m_3$  以速度  $v_0$  运动，并和  $m_2$  发生正碰。设  $m_1$ 、 $m_2$  和  $m_3$  三球大小相等，质量不同， $m_1 = m$ ， $m_2 = 2m$ ，小球间的碰撞均为弹性碰撞。求能使  $m_1$  获得最大速度的  $m_3$ 。

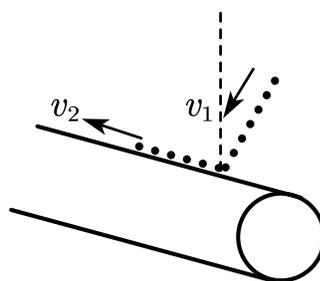


**例题 13**

已知某航天器的速度恰好能够摆脱太阳引力场，若航天器某时刻到达木星轨道附近，且速度刚好沿轨道径向（此时航天器与太阳的距离近似为木星轨道半径，但航天器到木星仍非常远），受木星影响，航天器速度方向偏转  $120^\circ$  后离开木星轨道继续飞行，则此时航天器的速度为多少？

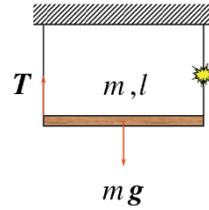
**例题 14**

如图所示，矿砂以  $v_1 = 4 \text{ m/s}$  的速度落入传送带，方向与竖直方向成  $30^\circ$  角，而传送带与水平方向成  $15^\circ$  角，其速度  $v_2 = 2 \text{ m/s}$ 。传送带的运送量为  $q = 20 \text{ kg/s}$ 。求落到  $B$  上的矿砂所受力。



## 例题 15

质量为  $m$ ，长为  $l$  的细杆两端用细线悬挂在天花板上，当其中一根细线烧断的瞬间，求一根细线中的张力。



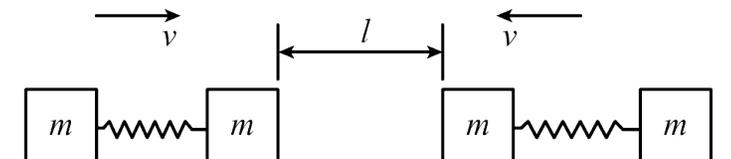
## 例题 16

一个圆球在倾角为  $30^\circ$  的斜面上向上做纯滚动，在斜面下端时，球的质心具有  $5.0 \text{ m/s}$  的平动速度。试问：

- (1) 球在斜面上能向上滚多远？
- (2) 它需要多长时间才能滚回斜面下端？

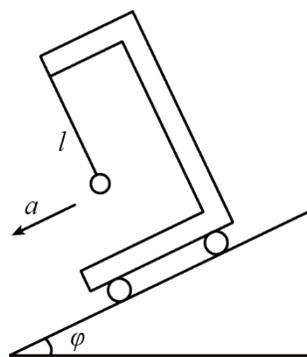
**例题 17**

如图所示，两个系统，每个都是由两个质量均为  $m$  的相同物体组成，两物体间用劲度系数为  $k$  的轻弹簧相连，两系统以大小相同的恒定速度  $v$  相向运动，某时刻，将相互碰撞的两物间距为  $l$  ( $l > 2v\sqrt{\frac{m}{2k}}$ )，问经过多少时间后，这两物体间距又等于  $l$ ，设碰撞是完全弹性的。



**例题 18**

如图所示，摆长为  $l$  的单摆悬于架上，架固定于小车，使小车沿倾角为  $\varphi$  的斜面以加速度  $a$  向下做匀加速运动，求此时单摆振动的周期。



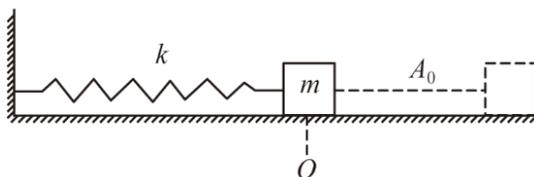
## 例题 19

轻弹簧的劲度系数为  $k$ ，一端固定在侧壁上，质量为  $m$  的物体与桌面间的滑动摩擦力为  $f$ ，以速度  $v_0$  开始压缩弹簧，以后又被反向弹回并能脱离弹簧。设物体从压缩弹簧到速度为零所需时间为  $t_1$ ，再从速度为零到离开弹簧的时间为  $t_2$ ，求  $\frac{t_1}{t_2}$  的值。

## 例题 20

如图，劲度系数为  $k$  的弹簧，左端固定在墙上，右端与质量为  $m$  的物块相连。

- (1) 将物块从平衡位置向右移动  $A_0$  后放手，若物块经过一个周期后停下，求摩擦系数  $\mu$  的取值范围。(将物块相邻两次经过  $O$  点所需的时间称为一个周期， $O$  为原长位置)
- (2) 其余条件不变，若物块经过两个周期停下，求  $\mu$  的范围。





“**电磁学**”

*02*

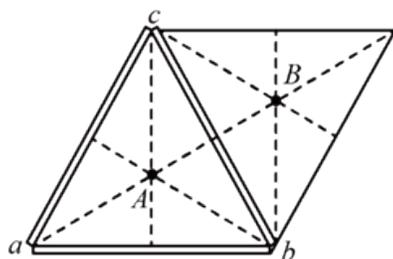
## 例题 1

一金属球壳直径约 10 cm, 当内部充满气体时, 可承受内外 4 个大气压差而不损坏。先使之带电确保其不会因静电力而受损, 最多带电 ( )

- A.  $3.3 \times 10^{-4}$  C                      B.  $6.6 \times 10^{-4}$  C  
C.  $7.9 \times 10^{-4}$  C                      D.  $8.5 \times 10^{-4}$  C

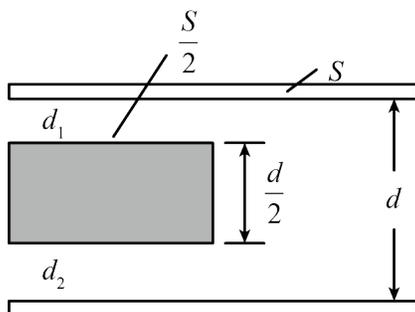
## 例题 2

如图所示, 三根长度相等的带电绝缘细棒首尾相接构成等边三角形  $abc$ , 设其电荷分布如同把绝缘细棒都换成等长的导体细棒, 并且达到静电平衡时的分布一样。测得图中两个等边三角形的中心  $A$  和  $B$  的电势为  $\varphi_A$ 、 $\varphi_B$ 。现把  $ab$  棒拿走, 假设这样的操作不影响  $ac$  与  $bc$  两棒的电荷分布, 求此时  $A$  点与  $B$  点的电势各为多大?



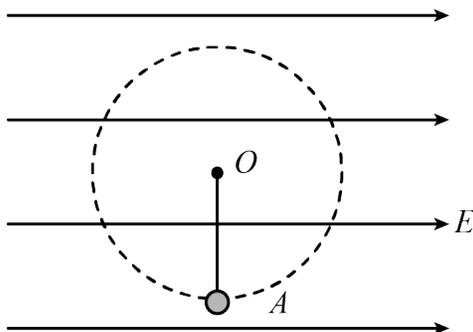
## 例题 3

在一极板面积为  $S$ , 板间距离为  $d$  的平行板电容器中, 插入一块面积为  $S/2$ , 厚度为  $d/2$  的导体板, 如图所示。求此电容器的电容。



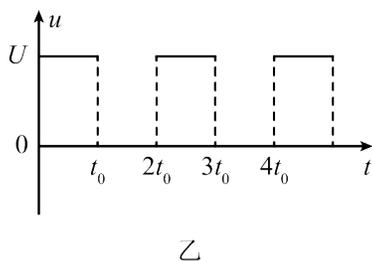
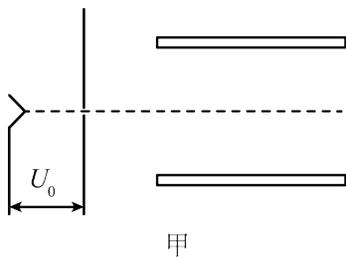
## 例题 4

如图所示，沿水平方向有一匀强电场，在该电场中，用不可伸长的长为  $L$  的绝缘细绳一端拴一个带电小球，另一端固定在  $O$  点。已知带电小球所受重力是其所受电场力的 3 倍，且小球恰能在竖直平面内做圆周运动。求小球在最低点  $A$  处速度的大小和运动过程中最大速度的大小。



## 例题 5

两块水平平行放置的金属板如图甲所示，大量电子（已知电子质量为  $m$ 、电荷量为  $e$ ）由静止开始，经电压为  $U_0$  的电场加速后，连续不断地从两板正中间沿水平方向射入两板间。当两板均不带电时，这些电子通过两板间的时间为  $3t_0$ ；当在两板间加如图乙所示的周期为  $2t_0$ 、幅值恒为  $U$  的周期性变化的电压时，恰好能使所有电子均从两板间通过。则这些电子飞离两板间时，侧向位移的最大值  $y_{\max}$  和最小值  $y_{\min}$  分别为（ ）。



A.  $\frac{t_0}{2}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$ 、 $\frac{t_0}{6}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$

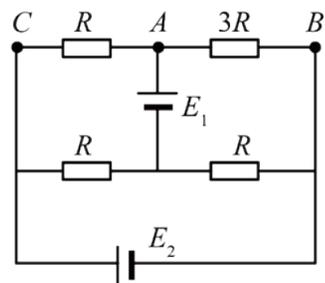
C.  $\frac{t_0}{3}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$ 、 $\frac{t_0}{4}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$

B.  $\frac{t_0}{3}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$ 、 $\frac{t_0}{6}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$

D.  $\frac{t_0}{2}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$ 、 $\frac{t_0}{4}\sqrt{\frac{6eU}{m}}$

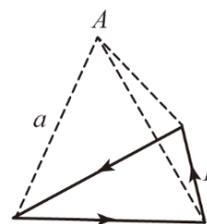
**例题 6**

如图所示电路，电源内阻不计，当电动势  $E_1$  减小 1.5 V 后，怎样改变电动势  $E_2$  使流经电池  $E_2$  的电流强度与  $E_1$  改变前流经  $E_2$  的电流强度相同？



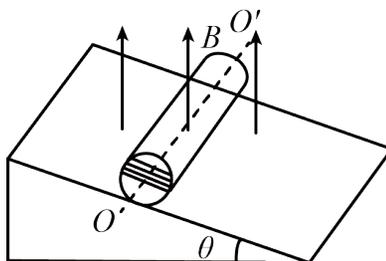
**例题 7**

如图三根导线构成棱长为  $a$  正四面体的底面三角形框，A 点为正四面体的顶点。在导线框内通以所示方向电流  $I$ ，则 A 点磁感应强度大小是 \_\_\_\_\_；方向为 \_\_\_\_\_。



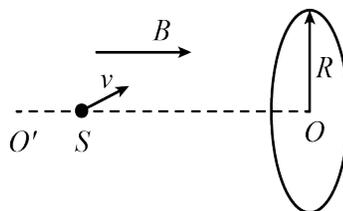
## 例题 8

如图所示，倾角为  $\theta$  的斜面上放一木制圆柱，其质量  $m = 0.2 \text{ kg}$ ，长为  $l = 0.1 \text{ m}$ ，圆柱上顺着轴线  $R$  绕有  $N = 10$  匝的线圈，线圈平面与斜面平行，斜面处于竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度  $B = 0.5 \text{ T}$ 。当通入多大的电流时，圆柱才不致往下滚动？



## 例题 9

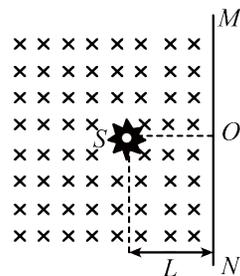
如图所示， $S$  为一离子源，它能机会均等地向各个方向持续大量地发射正离子。离子的质量、电量和速率均为  $m$ 、 $q$  和  $v$ 。在离子源的右侧有一半径为  $R$  的圆屏。 $OO'$  是通过屏中心  $O$  并垂直于屏面的轴线， $S$  位于轴线上。空间有一平行于轴线向右的匀强磁场，磁感应强度为  $B$ ，发射的离子中，有的离子不论  $SO$  的距离如何，总能打在圆屏上。求这类离子占离子总数的比例。（不考虑离子间的碰撞及相互作用）



## 例题 10

$S$  为粒子源，能在如图所示的平面上向各方向发射同速率质量为  $m$ 、电荷量为  $e$  的电子。足够大挡板  $MN$  与  $S$  的距离为  $L$ ， $SO \perp MN$ ，挡板左侧有垂直向里的匀强磁场。

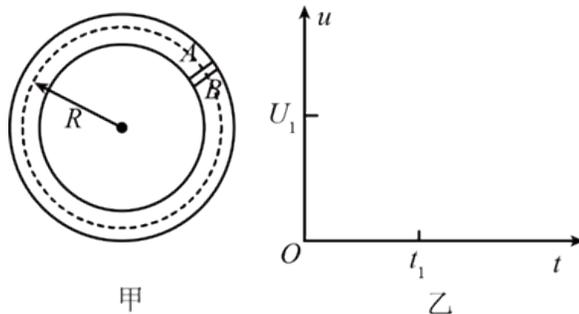
- (1) 电子的发射速率为  $v_0$ ，为使有粒子能经过  $O$  点，问  $B$  的大小应满足什么条件？
- (2) 若磁场的磁感应强度为  $B$ ，从  $S$  发射的电子的速度为  $v_0 = \frac{eBL}{m}$ ，则挡板上出现电子的范围？



## 例题 11

如图所示为一种获得高能粒子的装置。环形区域内存在垂直纸面向外、大小可调节的均匀磁场。质量为  $m$ 、电量为  $+q$  的粒子在环中做半径为  $R$  的圆周运动。 $A$ 、 $B$  为两块中心开有小孔的极板，原来电势都为零，每当粒子飞经  $A$  板时， $A$  板电势升高为  $+U$ 。 $B$  板电势仍为零，粒子在两板间的电场中得到加速。每当粒子离开  $B$  板时， $A$  板电势又降到零。粒子在电场一次次加速下动能不断增大，而绕行半径不变。

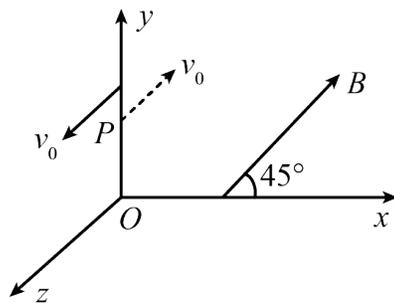
- (1) 设  $t=0$  时，粒子静止在  $A$  板小孔处，在电场作用下加速。并开始绕行第一圈。求粒子绕行  $n$  圈回到  $A$  板时获得的总动能  $E_n$ ；
- (2) 为使粒子始终保持在半径为  $R$  的圆轨道上运动，磁场必须周期性递增。求粒子绕行第  $n$  圈时磁感应强度  $B_n$ ；
- (3) 求粒子绕行  $n$  圈所需的总时间  $t_n$ （设极板间距远小  $R$ ）；
- (4) 在图中画出  $A$  板电势  $u$  与时间  $t$  的关系（从  $t=0$  起画到粒子第 4 次离开  $B$  极板时即可）；
- (5) 在粒子绕行的整个过程中， $A$  板电势可否始终保持  $+U$ ？为什么？



## 例题 12

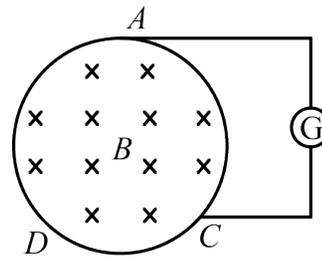
如图所示，在同时存在匀强电场和匀强磁场的空间中取正交坐标系（ $x$ 轴正方向水平向右， $y$ 轴正方向竖直向上）。匀强磁场方向与 $xOy$ 平面平行，且与 $x$ 轴的夹角为 $45^\circ$ ，重力加速度为 $g$ 。

- （1）一质量为 $m$ 、电荷量为 $+q$ 的带电质点沿平行于 $z$ 轴正方向以速度 $v_0$ 做匀速直线运动，求满足条件的电场强度的最小值 $E_{\min}$ 及对应的磁感应强度 $B$ ；
- （2）当带电质点沿平行于 $z$ 轴负方向以速度 $v_0$ 通过 $y$ 轴上的点 $P(0, h, 0)$ 时，改变电场强度的大小和方向，同时改变磁感应强度的大小，要使带电质点做匀速圆周运动且能经过 $x$ 轴，问电场强度 $E$ 和磁感应强度 $B$ 的大小满足什么条件？



## 例题 13

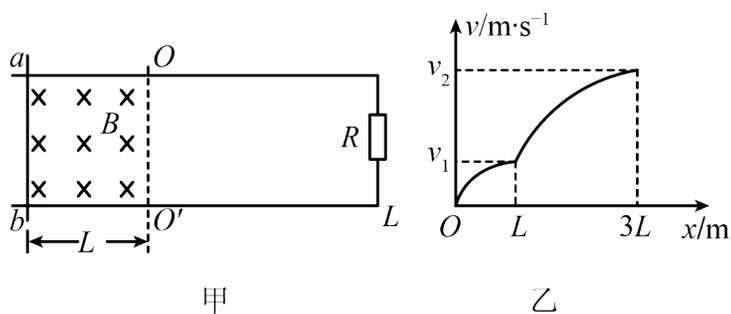
如图所示，一匀质细导线圆环，总电阻  $R=1.2\ \Omega$ ，半径  $a=0.6\ \text{m}$ ，被  $A$ 、 $D$ 、 $C$  三点等分，环内充满匀强磁场，其磁感应强度  $B$  的方向始终垂直于环面向里，大小则以均匀速率增强。检流计  $G$  连接  $A$ 、 $C$  两点，其内阻为  $r=0.2\ \Omega$ ，今测得通过检流计的电流强度为  $I=6\ \text{mA}$ ，求磁场变化的速率。



## 例题 14

如图甲所示，相距为  $L$  的光滑平行金属导轨水平放置，导轨一部分处在以  $OO'$  为右边界的匀强磁场中，匀强磁场的磁感应强度大小为  $B$ ，方向垂直导轨平面向下，导轨右侧接有定值电阻  $R$ ，导轨电阻忽略不计。在距边界  $OO'$  也为  $L$  处垂直导轨放置一质量为  $m$ 、电阻为  $r$  的金属杆  $ab$ 。

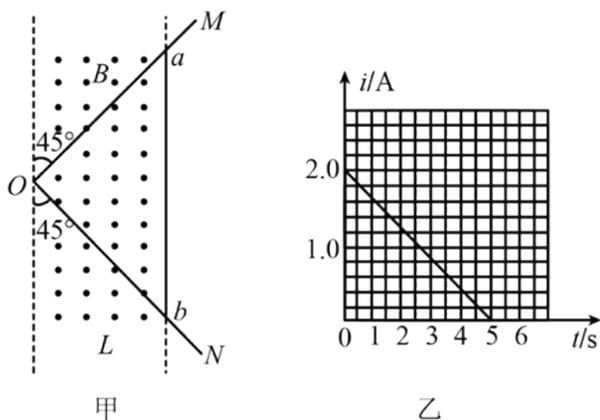
- (1) 若  $ab$  杆在恒力作用下由静止开始向右运动  $3L$  距离，其速度和位移的关系图象如图乙所示（图中所示量为已知量），求此过程中电阻  $R$  上产生的焦耳热  $Q_R$  及  $ab$  杆在刚要离开磁场时的加速度大小  $a$ ；
- (2) 若  $ab$  杆固定在导轨上的初始位置，使匀强磁场保持大小不变，绕  $OO'$  轴匀速转动。若从磁场方向由图示位置开始转过  $\frac{\pi}{2}$  的过程中，电路中产生的焦耳热为  $Q_1$ ，则磁场转动的角速度  $\omega$  大小是多少？



## 例题 15

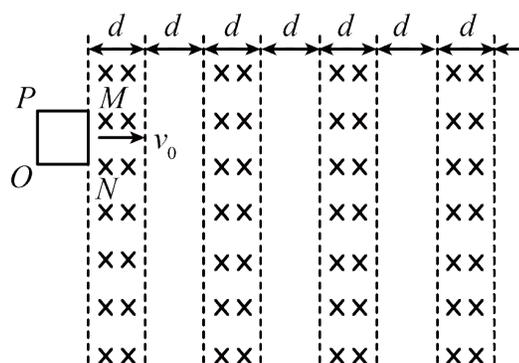
如图甲所示，垂直于水平桌面向上的有界匀强磁场，磁感应强度  $B = 0.8\text{T}$ ，宽度  $L = 2.5\text{m}$ 。光滑金属导轨  $OM$ 、 $ON$  固定在桌面上， $O$  点位于磁场的左边界，且  $OM$ 、 $ON$  与磁场左边界均成  $45^\circ$  角。金属棒  $ab$  放在导轨上，且与磁场的右边界重合。 $t = 0$  时， $ab$  在水平向左的外力  $F$  作用下匀速通过磁场。测得回路中的感应电流随时间变化的图象如图乙所示。已知  $OM$  与  $ON$  接触处的电阻为  $R$ ，其余电阻不计。

- (1) 利用图象求出这个过程中通过  $ab$  棒截面的电荷量及电阻  $R$ ；
- (2) 写出水平力  $F$  随时间  $t$  变化的表达式；
- (3) 已知在  $ab$  通过磁场的过程中，力  $F$  做的功为  $W$ ，电阻  $R$  中产生的焦耳热与一恒定电流  $I_0$  在相同时间内通过该电阻产生的热量相等，求  $I_0$  的值。



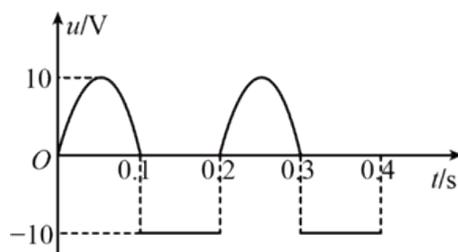
**例题 16**

如图所示，空间等间距分布水平方向的条形匀强磁场，竖直方向磁场区域足够长，磁感应强度  $B = 1 \text{ T}$ ，每一条形磁场区域的宽度及相邻条形磁场区域的间距均为  $d = 0.5 \text{ m}$ 。现有一边长  $L = 0.2 \text{ m}$ 、质量  $m = 0.1 \text{ kg}$ 、电阻  $R = 0.1 \Omega$  的正方形线框  $MNOP$  以  $v_0 = 7 \text{ m/s}$  的初速度从左侧磁场边缘水平进入磁场。求线框能穿过完整条形磁场区域的个数  $n$ 。



**例题 17**

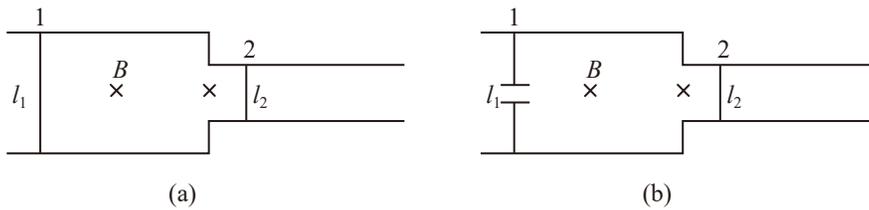
如图所示的是一交变电压随时间变化的图象，求其有效值。



## 例题 18

一光滑水平导轨固定在地面上，其电阻可忽略不计。导轨所在位置处存在垂直于导轨向下的匀强磁场，其磁感应强度为  $B$ 。1、2 为两根导体杆，其电阻分别为  $R_1$  和  $R_2$ 。1 杆的质量为  $m_1$ ，长度为  $l_1$ ；2 杆的质量为  $m_2$ ，长度为  $l_2$ 。已知导轨足够长，不考虑 1 杆移动到宽为  $l_2$  的导轨上的情况。

- (1) 如图 (a) 所示，初态时 1 有向右的初速度  $v_0$ ，2 静止，求经过足够长时间后 2 的速度  $v_2$  和通过 2 杆的电量  $q$  的大小；
- (2) 如图 (b) 所示，不计一切电阻，初态时两杆均静止，1 杆中接入一个理想电容器，电容为  $C$ ，现突然给 2 一个瞬时冲量  $I$ ，求稳定后电容器上储存的电量。



## 例题 19

$n$  匝导线缠绕在半径为  $R$  的铁芯上，铁芯长度为  $L$  ( $L \gg R$ )，相对磁导率为  $\mu_r$ ，电阻率为  $\rho$ ，导线中电流随时间的变化关系为  $I = I_0 \sin \omega t$ ，则涡流平均功率为 ( )

(提示：有磁介质时的磁感应强度大小的计算可以类比有电介质的电容内部电场计算。原题无提示。)

- A.  $\frac{\pi \mu_0^2 \mu_r^2 n^2 \omega^2 I_0^2 R^4}{2 \rho L}$       B.  $\frac{\pi \mu_0^2 \mu_r^2 n^2 \omega^2 I_0^2 R^4}{4 \rho L}$
- C.  $\frac{\pi \mu_0^2 \mu_r^2 n^2 \omega^2 I_0^2 R^4}{8 \rho L}$       D.  $\frac{\pi \mu_0^2 \mu_r^2 n^2 \omega^2 I_0^2 R^4}{16 \rho L}$