知识专题

专题6　动力学、动量和能量观点的综合应用

网络构建

牛顿第二定律 $F=ma=m\frac{v_2-v_1}{t}=\frac{mv_2-mv_1}{t}$ → 动量定理 $Ft=mv_2-mv_1$

动量定理 $Ft=mv_2-mv_1$ → 冲量 $I=Ft$

动量定理 $Ft=mv_2-mv_1$ → 动量 $p=mv$

动量定理 $Ft=mv_2-mv_1$ → 系统动量定理 $F_{外}t=\sum mv_2-\sum mv_1$

→ 动量守恒定律：$F_{外}=0$ 时，$p=p'$

$m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$

→ 爆炸、反冲、碰撞：动量守恒

考题一　动量定理和能量观点的综合应用

知识精讲

1.动量定理公式：$Ft=p'-p$

说明：(1)F 为合外力

① 恒力，求 Δp 时，用 $\Delta p=Ft$

②b.变力，求 I 时，用 $I=\Delta p=mv_2-mv_1$

③ 牛顿第二定律的第二种形式：合外力等于动量变化率

④ 当 Δp 一定时，Ft 为确定值：$F=$

t 小 F 大——如碰撞；t 大 F 小——缓冲

(2)等式左边是过程量 Ft，右边是两个状态量之差，是矢量式.v_1、v_2 是以同一惯性参照物为参照的.

Δp 的方向可与 mv_1 一致、相反或成某一角度，但是 Δp 的方向一定与 Ft 一致.

2.力学规律的选用原则

单个物体：宜选用动量定理、动能定理和牛顿运动定律.若其中涉及时间的问题，应选用动

量定理；若涉及位移的问题，应选用动能定理；若涉及加速度的问题，只能选用牛顿第二定律.

典例剖析

例 1　据统计人在运动过程中，脚底在接触地面瞬间受到的冲击力是人体自身重力的数倍.为探究这个问题，实验小组同学利用落锤冲击的方式进行了实验，即通过一定质量的重物从某一高度自由下落冲击地面来模拟人体落地时的情况.重物与地面的形变很小，可忽略不计.g 取 10 m/s^2.下表为一次实验过程中的相关数据.

重物(包括传感器)的质量 m/kg	8.5
重物下落高度 H/cm	45
重物反弹高度 h/cm	20
最大冲击力 F_m/N	850
重物与地面接触时间 t/s	0.1

(1)请你选择所需数据，通过计算回答下列问题：

① 重物受到地面的最大冲击力时的加速度大小；

② 在重物与地面接触过程中，重物受到的地面施加的平均作用力是重物所受重力的多少倍.

(2)如果人从某一确定高度由静止竖直跳下，为减小脚底在与地面接触过程中受到的冲击力，可采取什么具体措施，请你提供一种可行的方法并说明理由.

解析　(1)① 重物受到最大冲击力时加速度的大小为 a

由牛顿第二定律：$a =$

解得 $a = 90$ m/s^2

② 重物在空中运动过程中，由动能定理 $mgh = mv^2$

重物与地面接触前瞬时的速度大小 $v_1 =$

重物离开地面瞬时的速度大小 $v_2 =$

重物与地面接触过程，重物受到的平均作用力大小为 F，设竖直向上为正方向

由动量定理：$(F - mg)t = mv_2 - m(-v_1)$

解得 $F = 510$ N，故 $= 6$

因此重物受到的地面施加的平均作用力是重物所受重力的 6 倍.

(2)可以通过增加人与地面接触时间来减小冲击力(如落地后双腿弯曲)，由动量定理 $Ft = \Delta mv$ 可知，接触时间增加了，冲击力 F 会减小.

答案　(1)①90 m/s^2　② 6 倍　(2)见解析

【变式训练】

1.高空作业须系安全带，如果质量为 m 的高空作业人员不慎跌落，从开始跌落到安全带对人刚产生作用力前人下落的距离为 h(可视为自由落体运动).此后经历时间 t 安全带达到最大伸

长量，若在此过程中该作用力始终竖直向上，则该段时间安全带对人的平均作用力大小为(　　)

A. $+mg$　　　　B. $-mg$

C. $+mg$　　　　D. $-mg$

答案　A

解析　由自由落体运动公式得人下降 h 距离时的速度为 $v=$ ，在 t 时间内对人由动量定理得 $(F-mg)t=mv$，解得安全带对人的平均作用力为 $F=+mg$，A 项正确.

2.一质量为 0.5 kg 的小物块放在水平地面上的 A 点，距离 A 点 5 m 的位置 B 处是一面墙，如图 1 所示.物块以 $v_0=9$ m/s 的初速度从 A 点沿 AB 方向运动，在与墙壁碰撞前瞬间的速度为 7 m/s，碰后以 6 m/s 的速度反向运动直至静止.g 取 10 m/s^2.

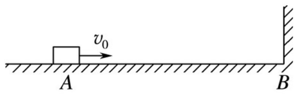


图 1

(1)求物块与地面间的动摩擦因数 μ；

(2)若碰撞时间为 0.05 s，求碰撞过程中墙面对物块平均作用力的大小 F；

(3)求物块在反向运动过程中克服摩擦力所做的功 W.

答案　(1)0.32　(2)130 N　(3)9 J

解析　(1)对小物块从 A 运动到 B 处的过程中

应用动能定理 $-\mu mgs=mv^2-mv$

代入数值解得 $\mu=0.32$

(2)取向右为正方向，碰后滑块速度 $v'=-6$ m/s

由动量定理得：$F\Delta t=mv'-mv$

解得 $F=-130$ N

其中“－”表示墙面对物块的平均作用力方向向左.

(3)对物块反向运动过程中应用动能定理得

$-W=0-mv'^2$

解得 $W=9$ J.

考题二　动量守恒定律和能量观点的综合应用

知识精讲

1.动量守恒定律

(1)表达式：$m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$；或 $p=p'$(系统相互作用前总动量 p 等于相互作用后总

动量 p')；或 $\Delta p=0$(系统总动量的增量为零)；或 $\Delta p_1=-\Delta p_2$(相互作用的两个物体组成的系统，两物体动量的增量大小相等、方向相反).

(2)动量守恒条件：

① 理想守恒：

系统不受外力或所受外力合力为零.

② 近似守恒：

外力远小于内力，且作用时间极短，外力的冲量近似为零，或外力的冲量比内力冲量小得多.

③ 单方向守恒：

合外力在某方向上的分力为零，则系统在该方向上动量守恒.

动量守恒定律应用要注意的三性

(1)矢量性：

在一维运动中要选取正方向，未知速度方向的一律假设为正方向，带入求解.

(2)同时性：

m_1v_1 和 m_2v_2——作用前的同一时刻的动量

m_1v_1' 和 m_2v_2'——作用后的同一时刻的动量

(3)同系性：

各个速度都必须相对于同一个惯性参考系.

定律的使用条件：在惯性参考系中普遍适用(宏观、微观、高速、低速)

2.力学规律的选用原则

多个物体组成的系统：优先考虑两个守恒定律，若涉及碰撞、爆炸、反冲等问题时，应选用动量守恒定律，然后再根据能量关系分析解决.

典例剖析

例 2　如图 2 所示，一条带有圆轨道的长轨道水平固定，圆轨道竖直，底端分别与两侧的直轨道相切，半径 $R=0.5$ m，物块 A 以 $v_0=6$ m/s 的速度滑入圆轨道，滑过最高点 Q，再沿圆轨道滑出后，与直轨上 P 处静止的物块 B 碰撞，碰后粘在一起运动，P 点左侧轨道光滑，右侧轨道呈粗糙段、光滑段交替排列，每段长度都为 $L=0.1$ m，物块与各粗糙段间的动摩擦因数都为 $\mu=0.1$，A、B 的质量均为 $m=1$ kg(重力加速度 g 取 10 m/s2；A、B 视为质点，碰撞时间极短).

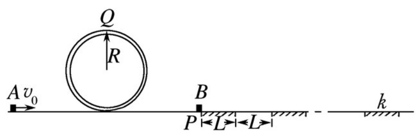


图 2

(1)求 A 滑过 Q 点时的速度大小 v 和受到的弹力大小 F；

(2)若碰后 AB 最终停止在第 k 个粗糙段上，求 k 的数值；

(3)求碰后AB滑至第n个($n<k$)光滑段上的速度v_n与n的关系式.

解析　(1)从$A\to Q$由动能定理得

$-mg\cdot 2R=mv^2-mv$

解得$v=4$ m/s$>=$ m/s

在Q点，由牛顿第二定律得$F+mg=m$

解得$F=22$ N.

(2)A撞B，由动量守恒得$mv_0=2mv'$

解得$v'==3$ m/s

设摩擦距离为x，则$-2\mu mgx=0-\cdot 2mv'^2$

解得$x=4.5$ m

所以$k==45$.

(3)AB滑至第n个光滑段上，由动能定理得

$-\mu\cdot 2mgnL=\cdot 2mv-\cdot 2mv'^2$

所以$v_n=$ m/s　($n<45$).

答案　(1)4 m/s　22 N　(2)45

(3)$v_n=$ m/s　($n<45$)

【变式训练】

3.如图3，在足够长的光滑水平面上，物体A、B、C位于同一直线上，A位于B、C之间.A的质量为m，B、C的质量都为M，三者均处于静止状态.现使A以某一速度向右运动，求m和M之间应满足什么条件，才能使A只与B、C各发生一次碰撞.设物体间的碰撞都是弹性的.

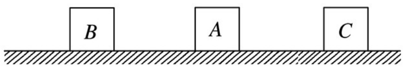


图3

答案　$(-2)M\leq m<M$

解析　设A运动的初速度为v_0，A向右运动与C发生碰撞，由动量守恒定律得

$mv_0=mv_1+Mv_2$

由机械能守恒定律得$mv=mv+Mv$

可得$v_1=v_0$，$v_2=v_0$

要使得A与B能发生碰撞，需要满足$v_1<0$，即$m<M$

A反向向左运动与B发生碰撞过程，有

$mv_1=mv_3+Mv_4$

$mv=mv+Mv$

整理可得$v_3=v_1$，$v_4=v_1$

由于$m<M$，所以A还会向右运动，根据要求不发生第二次碰撞，需要满足$v_3\leq v_2$

即 $v_0 \geq v_1 = ()^2 v_0$

整理可得 $m^2 + 4Mm \geq M^2$

解方程可得 $m \geq (-2)M$

另一解 $m \leq -(+2)M$ 舍去

所以使 A 只与 B、C 各发生一次碰撞，须满足

$(-2)M \leq m < M$.

考题三　电学中动量和能量观点的综合应用

方法指导

系统化思维方法，就是根据众多的已知要素、事实，按照一定的联系方式，将其各部分连接成整体的方法.

(1)对多个物理过程进行整体思维，即把几个过程合为一个过程来处理，如用动量守恒定律解决比较复杂的运动.

(2)对多个研究对象进行整体思维，即把两个或两个以上的独立物体合为一个整体进行考虑，如应用动量守恒定律时，就是把多个物体看成一个整体(或系统).

典例剖析

例 3　如图 4 所示，直角坐标系 xOy 位于竖直平面内，x 轴与绝缘的水平面重合，在 y 轴右方有垂直纸面向里的匀强磁场和竖直向上的匀强电场.质量为 $m_2 = 8\times10^{-3}$ kg 的不带电小物块静止在原点 O，A 点距 O 点 $l = 0.045$ m，质量 $m_1 = 1\times10^{-3}$ kg 的带电小物块以初速度 $v_0 = 0.5$ m/s 从 A 点水平向右运动，在 O 点与 m_2 发生正碰并把部分电量转移到 m_2 上，碰撞后 m_2 的速度为 0.1 m/s，此后不再考虑 m_1、m_2 间的库仑力.已知电场强度 $E = 40$ N/C，小物块 m_1 与水平面的动摩擦因数为 $\mu = 0.1$，取 $g = 10$ m/s^2，求：

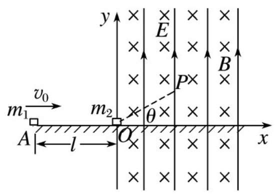


图 4

(1)碰后 m_1 的速度；

(2)若碰后 m_2 做匀速圆周运动且恰好通过 P 点，OP 与 x 轴的夹角 $\theta = 30°$，OP 长为 $l_{OP} = 0.4$ m，求磁感应强度 B 的大小；

(3)其他条件不变，若改变磁场磁感应强度的大小，使 m_2 能与 m_1 再次相碰，求 B' 的大小.

解析　(1)设 m_1 与 m_2 碰前速度为 v_1，由动能定理

$-\mu m_1 gl = m_1 v - m_1 v$

代入数据解得：$v_1 = 0.4$ m/s

$v_2 = 0.1$ m/s，m_1、m_2 正碰，由动量守恒有：

$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2$

代入数据得：$v_1' = -0.4$ m/s，方向水平向左

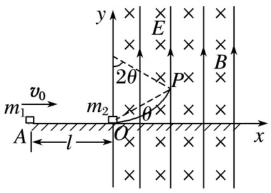
(2)m_2 恰好做匀速圆周运动，所以 $qE = m_2 g$

得：$q = 2\times10^{-3}$ C

由洛伦兹力提供向心力，设物块 m_2 做圆周运动的半径为 R，则 $qv_2B = m_2$

轨迹如图，由几何关系有：$R = l_{OP}$

解得：$B = 1$ T



(3)当 m_2 经过 y 轴时速度水平向左，离开电场后做平抛运动，m_1 碰后做匀减速运动.

m_1 匀减速运动至停止，其平均速度大小为：

$= |v_1'| = 0.2$ m/s$>v_2 = 0.1$ m/s，

所以 m_2 在 m_1 停止后与其相碰

由牛顿第二定律有：$F_f = \mu m_1 g = m_1 a$

m_1 停止后离 O 点距离：$s =$

则 m_2 平抛的时间：$t =$

平抛的高度：$h = gt^2$

设 m_2 做匀速圆周运动的半径为 R'，由几何关系有：

$R' = h$

由 $qv_2B' =$ ，联立得：$B' = 0.25$ T

答案　(1)－0.4 m/s，方向水平向左　(2)1 T　(3)0.25 T

【变式训练】

4.如图 5 所示，$C_1D_1E_1F_1$ 和 $C_2D_2E_2F_2$ 是距离为 L 的相同光滑导轨，C_1D_1 和 E_1F_1 为两段四分之一的圆弧，半径分别为 $r_1 = 8r$ 和 $r_2 = r$.在水平矩形 $D_1E_1E_2D_2$ 内有竖直向上的匀强磁场，磁感应强度为 B.导体棒 P、Q 的长度均为 L，质量均为 m，电阻均为 R，其余电阻不计，Q 停在图中位置，现将 P 从轨道最高点无初速度释放，则：

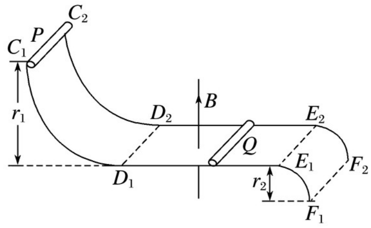


图5

(1)求导体棒 P 进入磁场瞬间，回路中的电流的大小和方向(顺时针或逆时针)；

(2)若 P、Q 不会在轨道上发生碰撞，棒 Q 到达 E_1E_2 瞬间，恰能脱离轨道飞出，求导体棒 P 离开轨道瞬间的速度；

(3)若 P、Q 不会在轨道上发生碰撞，且两者到达 E_1E_2 瞬间，均能脱离轨道飞出，求回路中产生热量的范围.

答案　(1)，方向逆时针　(2)3

(3)$3mgr \le Q \le 4mgr$

解析　(1)导体棒 P 由 C_1C_2 下滑到 D_1D_2，根据机械能守恒定律：

$mgr_1=mv$，$v_D=4$

导体棒 P 到达 D_1D_2 瞬间：$E=BLv_D$

回路中的电流 $I==$

方向逆时针

(2)棒 Q 到达 E_1E_2 瞬间，恰能脱离轨道飞出，此时对 Q：

$mg=$，$v_Q=$

设导体棒 P 离开轨道瞬间的速度为 v_P，根据动量守恒定律：$mv_D=mv_P+mv_Q$

代入数据得，$v_P=3$

(3)由(2)知，若导体棒 Q 恰能在到达 E_1E_2 瞬间飞离轨道，P 也必能在该处飞离轨道.根据能量守恒，回路中产生的热量：$Q_1=mv-mv-mv=3mgr$

若导体棒 Q 与 P 能达到共速 v，回路中产生的热量最多，则根据动量守恒：

$mv_D=(m+m)v$，$v=2$

回路中产生的热量：$Q_2=mv-(m+m)v^2=4mgr$

综上所述，回路中产生热量的范围是 $3mgr \le Q \le 4mgr$.

专题规范练

1.如图1所示，水平桌面左端有一顶端高为 h 的光滑圆弧形轨道，圆弧的底端与桌面在同一水平面上.桌面右侧有一竖直放置的光滑圆轨道 MNP，其形状为半径 $R=0.8$ m的圆环剪去了左上角135°后剩余的部分，MN 为其竖直直径，P 点到桌面的竖直距离也为 R.一质量 $m=0.4$

kg 的物块 A 自圆弧形轨道的顶端静止释放，到达圆弧形轨道底端恰与一停在圆弧底端水平桌面上质量也为 m 的物块 B 发生弹性正碰(碰撞过程没有机械能的损失)，碰后物块 B 的位移随时间变化的关系式为 $x=6t-2t^2$(关系式中所有物理量的单位均为国际单位)，物块 B 飞离桌面后恰由 P 点沿切线落入圆轨道.(重力加速度 g 取 10 m/s^2)求：

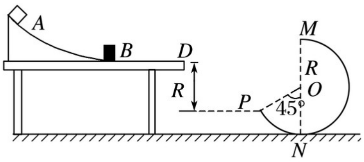


图 1

(1)BP 间的水平距离 x_{BP}；

(2)判断物块 B 能否沿圆轨道到达 M 点；

(3)物块 A 由静止释放的高度 h.

答案　(1)4.1 m　(2)不能　(3)1.8 m

解析　(1)设碰撞后物块 B 由 D 点以初速度 v_D 做平抛运动，落到 P 点时其竖直速度为 $v_y=$

同时 $=\tan 45°$，解得 $v_D=4$ m/s

设平抛用时为 t，水平位移为 x，则有 $R=gt^2$

$x=v_Dt$

解得 $x=1.6$ m

物块 B 碰后以初速度 $v_0=6$ m/s，加速度大小

$a=-4$ m/s^{2}减速到 v_D，则 BD 间的位移为

$x_1==2.5$ m

故 BP 之间的水平距离 $x_{BP}=x+x_1=4.1$ m

(2)若物块 B 能沿轨道到达 M 点，在 M 点时其速度为 v_M，则有 $mv-mv=-mgR$

设轨道对物块的压力为 F_N，则 $F_N+mg=m$

解得 $F_N=(1-)mg<0$，即物块不能到达 M 点.

(3)对物块 A、B 的碰撞过程，有：

$m_Av_A=m_Av_A'+m_Bv_0$

$m_Av=m_Av_A'^2+m_Bv$

解得：$v_A=6$ m/s

设物块 A 释放的高度为 h，则

$mgh=mv$，

解得 $h=1.8$ m

2.如图 2 所示为过山车简易模型，它由光滑水平轨道和竖直面内的光滑圆形轨道组成，Q 点为圆形轨道最低点，M 点为最高点，圆形轨道半径 $R=0.32$ m.水平轨道 PN 右侧的水平地面上，并排放置两块长木板 c、d，两木板间相互接触但不粘连，长木板上表面与水平轨道 PN

平齐，木板 c 质量 $m_3 = 2.2$ kg，长 $L = 4$ m，木板 d 质量 $m_4 = 4.4$ kg.质量 $m_2 = 3.3$ kg 的小滑块 b 放置在轨道 QN 上，另一质量 $m_1 = 1.3$ kg 的小滑块 a 从 P 点以水平速度 v_0 向右运动，沿圆形轨道运动一周后进入水平轨道与小滑块 b 发生碰撞，碰撞时间极短且碰撞过程中无机械能损失.碰后 a 沿原路返回到 M 点时，对轨道压力恰好为 0.已知小滑块 b 与两块长木板间动摩擦因数均为 $\mu_0 = 0.16$，重力加速度 $g = 10$ m/s^2.

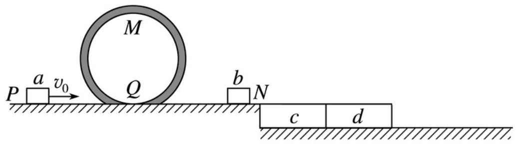


图 2

(1)求小滑块 a 与小滑块 b 碰撞后，a 和 b 的速度大小 v_1 和 v_2；

(2)若碰后滑块 b 在木板 c、d 上滑动时，木板 c、d 均静止不动，c、d 与地面间的动摩擦因数 μ 至少多大？(木板 c、d 与地面间的动摩擦因数相同，最大静摩擦力等于滑动摩擦力)

(3)若不计木板 c、d 与地面间的摩擦，碰后滑块 b 最终恰好没有离开木板 d，求滑块 b 在木板 c 上滑行的时间及木板 d 的长度.

答案　(1)4 m/s　5.2 m/s　(2)0.069　(3)1 s　1.4 m

解析　(1)根据题意可知：小滑块 a 碰后返回到 M 点时：

$m_1 = m_1 g$

小滑块 a 碰后返回到 M 点过程中机械能守恒：

$m_1 v = m_1 v + m_1 g(2R)$

代入数据，解得：$v_1 = 4$ m/s

取水平向右为正方向，小滑块 a、b 碰撞前后：

动量守恒：$m_1 v_0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2$

机械能守恒：$m_1 v = m_1 v + m_2 v$

代入数据，解得：$v_0 = 9.2$ m/s，$v_2 = 5.2$ m/s

(2)若 b 在 d 上滑动时 d 能静止，则 b 在 c 上滑动时 c 和 d 一定能静止

$\mu(m_2 + m_4)g > \mu_0 m_2 g$

解得 $\mu > \mu_0 \approx 0.069$

(3)小滑块 b 滑上长木板 c 时的加速度大小：

$a_1 = \mu_0 g = 1.6$ m/s^2

此时两块长木板的加速度大小：$a_2 = g = 0.8$ m/s^2

令小滑块 b 在长木板 c 上的滑行时间为 t，则：

时间 t 内小滑块 b 的位移 $x_1 = v_2 t - a_1 t^2$

两块长木板的位移 $x_2 = a_2 t^2$

且 $x_1 - x_2 = L$

解得：$t_1 = 1$ s或$t_2 =$ s(舍去)

b刚离开长木板c时b的速度$v_2' = v_2 - a_1t_1 = 3.6$ m/s

b刚离开长木板c时d的速度$v_3 = a_2t_1 = 0.8$ m/s

d的长度至少为x：

由动量守恒可知：$m_2v_2' + m_4v_3 = (m_2 + m_4)v$

解得：$v = 2$ m/s

$\mu_0m_2gx = m_2v_2'^2 + m_4v - (m_2 + m_4)v^2$

解得：$x = 1.4$ m

3.如图3所示，两个圆形光滑细管在竖直平面内交叠，组成“8”字形通道，在“8”字形通道底端B处连接一内径相同的粗糙水平直管AB.已知E处距地面的高度$h = 3.2$ m，一质量$m = 1$ kg的小球a从A点以速度$v_0 = 12$ m/s的速度向右进入直管道，到达B点后沿“8”字形轨道向上运动，到达D点时恰好与轨道无作用力，直接进入DE管(DE管光滑)，并与原来静止于E处的质量为$M = 4$ kg的小球b发生正碰(a、b均可视为质点).已知碰撞后a球沿原路返回，速度大小为碰撞前速度大小的，而b球从E点水平抛出，其水平射程$s = 0.8$ m.($g = 10$ m/s^2)

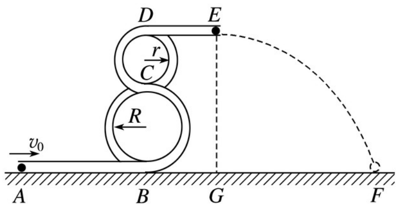


图3

(1)求碰后b球的速度大小；

(2)求“8”字形管道上下两圆的半径r和R；

(3)若小球a在管道AB中运动时所受阻力为定值，请判断a球返回到BA管道时，能否从A端穿出？

答案　(1)1 m/s　(2)0.9 m　0.7 m　(3)不能

解析　(1)b球离开E点后做平抛运动

$h = gt^2$，$s = v_bt$，解得$v_b = 1$ m/s

(2)a、b碰撞过程，动量守恒，以水平向右为正方向，则有：

$mv_a = -m \times v_a + Mv_b$

解得$v_a = 3$ m/s

碰前a在D处恰好与轨道无作用力，则有：$mg = m$

$r = 0.9$ m

$R = = 0.7$ m

(3)小球从B到D，机械能守恒：$mv = mv + mgh$

解得：$mv = 36.5$ J

从 A 到 B 过程，由动能定理得：$-W_f = mv - mv$

解得：$W_f = 35.5$ J

从 D 到 B，机械能守恒：$m()^2 + mgh = mv_B'^2$

解得：$mv_B'^2 = 32.5\ \text{J} < W_f$

所以，a 球返回到 BA 管道中时，不能从 A 端穿出.

4.如图 4 所示，整个空间中存在竖直向上的匀强电场，经过桌边的虚线 PQ 与桌面成 45°角，其上方有足够大的垂直纸面向外的匀强磁场，磁感应强度为 B，光滑绝缘水平桌面上有两个可以视为质点的绝缘小球，A 球对桌面的压力为零，其质量为 m，电量为 q；B 球不带电且质量为 $km(k>7)$.A、B 间夹着质量可忽略的火药.现点燃火药(此时间极短且不会影响小球的质量、电量和各表面的光滑程度).火药炸完瞬间 A 的速度为 v_0.求：

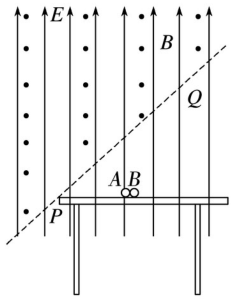


图 4

(1)火药爆炸过程中有多少化学能转化为机械能；

(2)A 球在磁场中的运动时间；

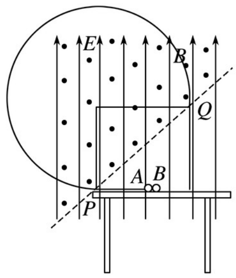
(3)若一段时间后 A、B 在桌上相遇，求爆炸前 A 球与桌边 P 的距离.

答案　(1)mv　(2)　(3)·

解析　(1)设爆炸之后 B 的速度大小为 v_B，选向左为正方向，在爆炸前后由动量守恒可得：$0 = mv_0 - kmv_B$

$E = mv + kmv = mv$

(2)由 A 球对桌面的压力为零可知重力和电场力等大反向，故 A 球进入电场中将会做匀速圆周运动，如图所示则



$T =$

有几何知识可得：粒子在磁场中运动了个圆周

则 $t_2 =$

(3)由 $0 = mv_0 - kmv_B$ 可得：$v_B =$

由 $qv_0B = m$ 知，$R =$

设爆炸前 A 球与桌边 P 的距离为 x_A，爆炸后 B 运动的位移为 x_B，时间为 t_B

则 $t_B = \ + t_2 + \ $，$x_B = v_Bt_B$

由图可得：$R = x_A + x_B$

联立上述各式解得：$x_A =$.