2013 年全国理综大纲卷

1. 下列现象中，属于光的衍射现象的是 (B)

   A. 雨后天空出现彩虹

   B. 通过一个狭缝观察日光灯可看到彩色条纹

   C. 海市蜃楼现象

   D. 日光照射在肥皂泡上出现彩色条纹

   > 雨后出现彩虹属于光折射后的色散现象，故 A 错误；通过一个狭缝观察日光灯可看到彩色条纹属于光的衍射现象，故 B 正确；海市蜃楼属于光的折射现象，故 C 错误；日光照在肥皂膜上出现彩色条纹属于薄膜干涉现象，故 D 错误。

2. 根据热力学定律，下列说法正确的是 (AB)

   A. 电冰箱的工作过程表明，热量可以从低温物体向高温物体传递

   B. 空调机在制冷过程中，从室内吸收的热量少于向室外放出的热量

   C. 科技的进步可以使内燃机成为单一热源的热机

   D. 对能源的过度消耗将使自然界得能量不断减少，形成能源危机

   > 在有其他条件的前提下，热量可以从低温物体传到高温物体，故 A 正确；空调机在制冷过程中，从室内吸收的热量少于向室外放出的热量，故 B 正确；内燃机成为单一热源的热机，违背了热力学第二定律，故 C 错误；自然界的能量是守恒的，不会减少，故 D 错误。

3. 放射性元素氡（$^{222}_{86}\mathrm{Rn}$）经 α 衰变成为钋 $^{218}_{84}\mathrm{Po}$，半衰期为 3.8 天；但勘测表明，经过漫长的地质年代后，目前地壳中仍存在天然的含有放射性元素 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 的矿石，其原因是 (A)

   A. 目前地壳中的 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 主要来自于其它放射元素的衰变

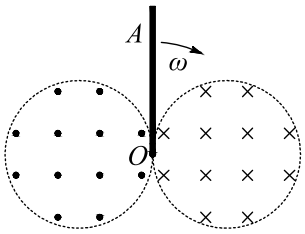
   B. 在地球形成的初期，地壳中元素 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 的含量足够高

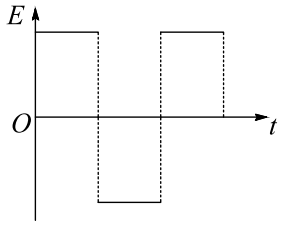
   C. 当衰变产物 $^{218}_{84}\mathrm{Po}$ 积累到一定量以后，$^{218}_{84}\mathrm{Po}$ 的增加会减慢 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 的衰变进程

   D. $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 主要存在于地球深处的矿石中，温度和压力改变了它的半衰期

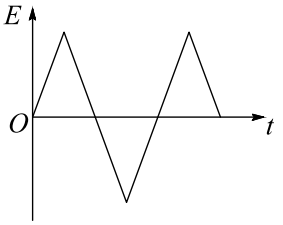
   > 地壳中 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 经漫长地质年代后仍存在，其主要来源只能是其他放射性元素的衰变，故 A 正确；即使地球形成初期地壳中 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 的含量足够高，经过漫长的地质年代后也所剩无几，故 B 错误；$^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 的半衰期与 $^{218}_{84}\mathrm{Po}$ 的含量无关，故 C 错误；外界的温度和压强不会影响 $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$ 的半衰期，故 D 错误。

4. 纸面内两个半径均为 R 的圆相切于 O 点，两圆形区域内分别存在垂直纸面的匀强磁场，磁感应强度大小相等、方向相反，且不随时间变化。一长为 $2R$ 的导体杆 OA 绕过 O 点且垂直于纸面的轴顺时针匀速旋转，角速度为 ω，$t=0$ 时，OA 恰好位于两圆的公切线上，如图所示。若选取从 O 指向 A 的电动势为正，下列描述导体杆中感应电动势随时间变化的图像可能正确的是（C）

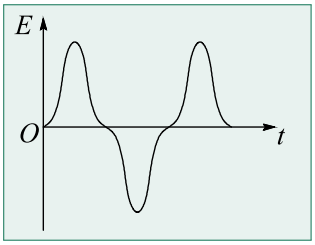




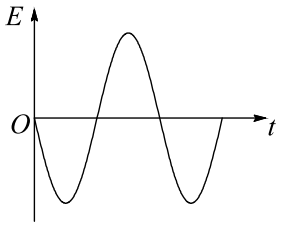
A.



B.



C.



D.

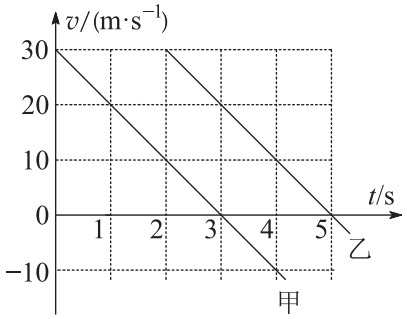
> 由右手定则知，导体杆从初始位置转过半个圆周的过程中，电动势从 O 指向 A，为正值；再转过半个圆周，电动势从 A 指向 O，为负值。导体杆切割磁感线的有效长度随时间不是线性增加的，故只有 C 正确。

5. “嫦娥一号”是我国首次发射的探月卫星，它在距月球表面高度为 200 km 的圆形轨道上运行，运行周期为 127 分钟。已知引力常量 $G=6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$，月球的半径为 $1.74\times10^3\,\mathrm{km}$。利用以上数据估算月球的质量约为（D）

A. $8.1\times10^{10}\,\mathrm{kg}$　　B. $7.4\times10^{13}\,\mathrm{kg}$　　C. $5.4\times10^{19}\,\mathrm{kg}$　　D. $7.4\times10^{22}\,\mathrm{kg}$

> 由万有引力提供“嫦娥一号”绕月球做圆周运动的向心力，有 $G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$，代入数据解得 $M\approx7.4\times10^{22}\,\mathrm{kg}$，故 D 正确。

6. 将甲乙两小球先后以同样的速度在距地面不同高度处竖直向上抛出，抛出时间间隔为 2 s，它们运动的图像分别如直线甲乙所示。则（BD）



A. $t=2\,\mathrm{s}$ 时，两球的高度相差一定为 $40\,\mathrm{m}$

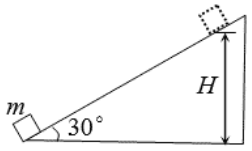
B. $t=4\,\mathrm{s}$ 时，两球相对于各自的抛出点的位移相等

C. 两球从抛出至落到地面所用的时间间隔相等

D. 甲球从抛出至到达最高点的时间间隔与乙球相等

> $v-t$ 图像中图线与横轴所围的面积表示位移。$0\sim2\,\mathrm{s}$ 内甲图线与横轴所围的面积为 $\frac{1}{2}\times(30+10)\times2\,\mathrm{m}=40\,\mathrm{m}$，但由于甲、乙抛出高度不同，两球高度差不是 $40\,\mathrm{m}$，故 A 错误；$t=4\,\mathrm{s}$ 时甲球运动了 $4\,\mathrm{s}$，其中 $2\sim3\,\mathrm{s}$ 与 $3\sim4\,\mathrm{s}$ 内的位移相抵消，总位移为 $40\,\mathrm{m}$，乙球运动了 $2\,\mathrm{s}$，位移也是 $40\,\mathrm{m}$，故 B 正确；甲、乙抛出高度不同，落到地面所用时间间隔不相等，故 C 错误；由图像知，甲、乙两球从抛出点至达到最高点的时间间隔都是 $3\,\mathrm{s}$，故 D 正确。

7. 如图所示，一固定斜面倾角为 $30°$，一质量为 m 的小物块自斜面底端以一定的初速度沿斜面向上做匀减速运动，加速度大小等于重力加速度的大小 g。物块上升的最大高度为 H，则此过程中，物块的（AC）



A. 动能损失了 $2mgH$

B. 动能损失了 mgH

C. 机械能损失了 mgH

D. 机械能损失了 $\frac{1}{2}mgH$

> 由几何关系知，小物块的位移为 $2H$，动能的损失等于合外力做功的绝对值。小物块受到的合外力大小为 mg，合外力做功的绝对值为 $2mgH$，故 A 正确、B 错误；由牛顿第二定律得 $mg\sin30°+f=mg$，解得 $f=\frac{1}{2}mg$，机械能损失了 $2fH=mgH$，故 C 正确、D 错误。

8. 在学校运动场上 $50\,\mathrm{m}$ 直跑道的两端，分别安装了由同一信号发生器带动的两个相同的扬声器。两个扬声器连续发出波长为 $5\,\mathrm{m}$ 的声波。一同学从该跑道的中点出发，向某一

端点缓慢行进 10 m。在此过程中，他听到扬声器声音由强变弱的次数为 (B)

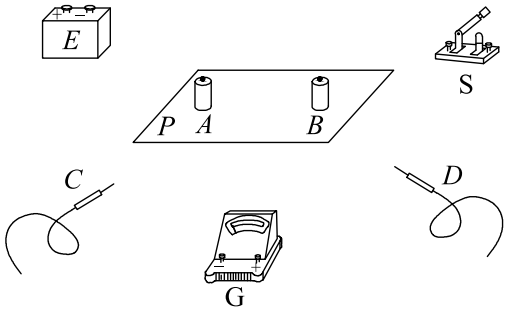
A. 2　　B. 4　　C. 6　　D. 8

到两个波源的距离之差是波长的整数倍的位置是振动加强点。10 m 长的距离内，振动加强点有 4 个（不算最后一个），所以他听到扬声器声音由强变弱的次数为 4 次，故 B 正确。

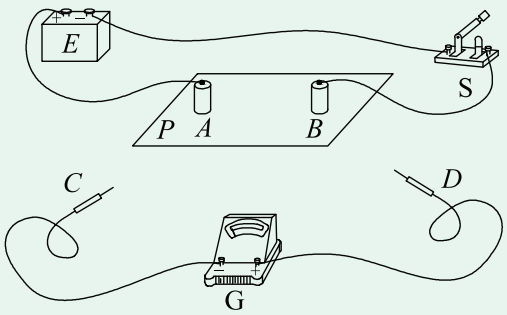
9. 如图所示，E 为直流电源，G 为灵敏电流计，A、B 为两个圆柱形电极，P 是木板，C、D 为两个探针，S 为开关。现用上述实验器材进行“用描迹法画出电场中平面上的等势线”的实验。

(1) 木板 P 上有白纸、导电纸和复写纸，最上面的应该是导电纸；

(2) 用实线代表导线将实验器材正确连接。



(1) 导电　(2) 如图所示



（1）由实验原理知，最上面应该是导电纸。

（2）电源、开关、导电纸串联，两个探针接在灵敏电流计的两端，连线如答案图所示。

10. 测量小物块 Q 与平板 P 之间的动摩擦因数的实验装置如图所示。AB 是半径足够大的、光滑的四分之一圆弧轨道，与水平固定放置的 P 板的上表面 BC 在 B 点相切，C 点在水平地面的垂直投影为 C'。重力加速度为 g。实验步骤如下：

① 用天平称出物块 Q 的质量 m；

② 测量出轨道 AB 的半径 R、BC 的长度 L 和 CC' 的高度 h；

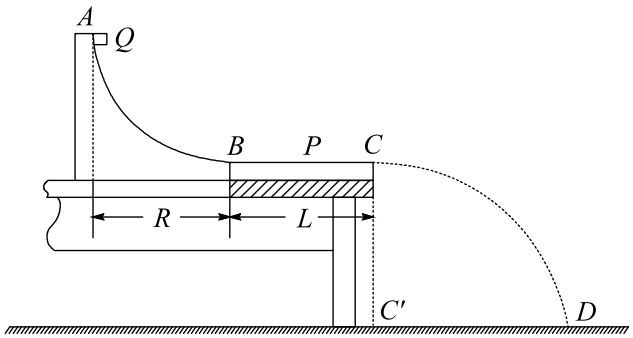
③ 将物块 Q 在 A 点由静止释放，在物块 Q 落地处标记其落地点 D；

④ 重复步骤③，共做 10 次；

⑤ 将 10 个落地点用一个尽量小的圆围住，用米尺测量圆心到 C' 的距离 s。

(1) 用实验中的测量量表示：（i）物块 Q 到达 B 点时的动能 $E_{kB}=mgR$；（ii）物块 Q 到达 C 点时的动能 $E_{kC}=\frac{mgs^2}{4h}$；（iii）在物块 Q 从 B 运动到 C 的过程中，物块 Q 克服摩擦力做的功 $W_f=mgR-\frac{mgs^2}{4h}$；（iv）物块 Q 与平板 P 之间的动摩擦因数 $\mu=\frac{R}{L}-\frac{s^2}{4hL}$。

(2) 回答下列问题：（i）实验步骤④⑤的目的是减小实验结果的误差；（ii）已知实验测得的值比实际值偏大，其原因除了实验中测量量的误差外，其它问题可能是圆弧轨道存在摩擦（或接缝 B 处不平滑等）。（写出一个可能的原因即可）



(1)（i）mgR；（ii）$\frac{mgs^2}{4h}$；（iii）$mgR-\frac{mgs^2}{4h}$；（iv）$\frac{R}{L}-\frac{s^2}{4hL}$（每空 2 分） (2)（i）减小实验结果的误差（2 分）；（ii）圆弧轨道存在摩擦（或接缝 B 处不平滑等）（2 分）

（1）由动能定理得，物块 Q 到达 B 点时的动能 $E_{kB}=mgR$；物块 Q 离开 C 点后做平抛运动，有 $h=\frac{1}{2}gt^2$，$s=v_0t$，则物块 Q 到达 C 点时的动能 $E_{kC}=\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{mgs^2}{4h}$；由动能定理得，物块 Q 从 B 运动到 C 的过程中克服摩擦力做的功 $W_f=mgR-\frac{mgs^2}{4h}$；而摩擦力做功 $W_f=\mu mgL$，所以 $\mu=\frac{R}{L}-\frac{s^2}{4hL}$。

（2）实验步骤④⑤的目的是减小偶然误差；除偶然误差外，还有阻力做负功、接缝 B 处不平滑等造成的系统误差。

11. 一客运列车匀速行驶，其车轮在轨道间的接缝处会产生周期性的撞击。坐在该客车中的某旅客测得从第 1 次到第 16 次撞击声之间的时间间隔为 10.0 s。在相邻的平行车道上有一列货车，当该旅客经过货车车尾时，火车恰好从静止开始以恒定加速度沿客车行进方向运动。该旅客在此后的 20.0 s 内，看到恰好有 30 节货车车厢被他连续超过。已知每根轨道的长度为 25.0 m，每节货车车厢的长度为 16.0 m，货车车厢间距忽略不计。求：

(1) 客车运行的速度大小；

(2) 货车运行加速度的大小。

(1) $v=37.5\,\mathrm{m/s}$ (2) $a=1.35\,\mathrm{m/s^2}$

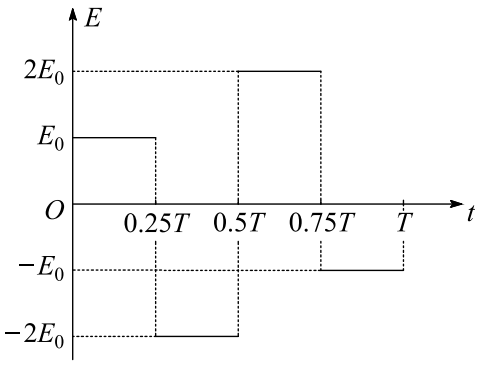
（1）设连续两次撞击轨道的时间间隔为 Δt，每根轨道的长度为 l，则客车的速度为 $v=\frac{l}{\Delta t}$（3 分），其中 $l=25.0\,\mathrm{m}$，$\Delta t=\frac{10.0}{16-1}\,\mathrm{s}$，解得 $v=37.5\,\mathrm{m/s}$（2 分）。

（2）设从货车开始运动后 $t=20.0\,\mathrm{s}$ 内客车行驶的距离为 s_1，货车行驶的距离为 s_2，货车的加速度为 a，30 节货车车厢的总长度为 $L=30\times16.0\,\mathrm{m}$。由运动学公式有 $s_1=vt$（3 分），$s_2=\frac{1}{2}at^2$（3 分），由题意有 $L=s_1-s_2$（2 分），联立解得 $a=1.35\,\mathrm{m/s^2}$（2 分）。

12. 一电荷量为 q（$q>0$）、质量为 m 的带电粒子在匀强电场的作用下，在 $t=0$ 时由静止开始运动，场强随时间变化的规律如图所示。不计重力，求在 $t=0$ 到 $t=T$ 的时间间隔内

(1) 粒子位移的大小和方向；

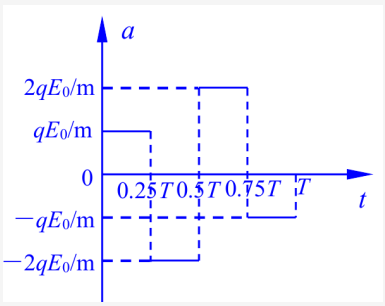
(2) 粒子沿初始电场反方向运动的时间。



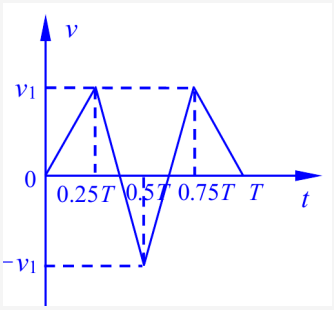
(1) $\frac{qE_0T^2}{16m}$，方向沿初始电场正方向 (2) $\frac{T}{4}$

解法一：粒子在 $0\sim\frac{T}{4}$、$\frac{T}{4}\sim\frac{T}{2}$、$\frac{T}{2}\sim\frac{3T}{4}$、$\frac{3T}{4}\sim T$ 时间间隔内做匀变速运动，设加速度分别为 a_1、a_2、a_3、a_4，由牛顿第二定律得 $qE_0=ma_1$，$2qE_0=-ma_2$，$2qE_0=ma_3$，$qE_0=-ma_4$……（每个式子 1 分）。

由此得带电粒子在 $0\sim T$ 时间间隔内运动的 $a-t$ 图像如图（a）所示（2 分），对应的 $v-t$ 图像如图（b）所示（3 分），



图（a）



图（b）

其中 $v_1 = a_1\frac{T}{4} = \frac{qE_0T}{4m}$（1 分）。由图（b）可知，带电粒子在 $t = 0$ 到 $t = T$ 时的位移为 $s = \frac{T}{4}v_1$（2 分），联立解得 $s = \frac{qE_0T^2}{16m}$（2 分），它的方向沿初始电场正方向。（1 分）

（2）由图（b）可知，粒子在 $t = 3T/8$ 到 $t = 5T/8$ 内沿初始电场反方向运动，总的运动时间为 $t = \frac{5T}{8} - \frac{3T}{8} = \frac{T}{4}$（4 分）。

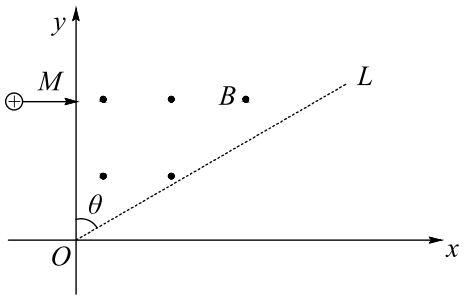
解法二：带电粒子在 $0 \sim \frac{T}{4}$、$\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$、$\frac{T}{2} \sim \frac{3T}{4}$、$\frac{3T}{4} \sim T$ 时间间隔内做匀变速运动，设加速度分别为 a_1、a_2、a_3、a_4，由牛顿第二定律得 $qE_0 = ma_1$，$2qE_0 = -ma_2$，$2qE_0 = ma_3$，$qE_0 = -ma_4$……（每个式子 1 分）。

设粒子在 $t = \frac{T}{4}$、$t = \frac{T}{2}$、$t = \frac{3T}{4}$、$t = T$ 时刻的速度分别为 v_1、v_2、v_3、v_4，则有 $v_1 = a_1\frac{T}{4}$、$v_2 = v_1 + a_2\frac{T}{4}$、$v_3 = v_2 + a_3\frac{T}{4}$、$v_4 = v_3 + a_4\frac{T}{4}$（每个式子 1 分）。

设带电粒子在 $t = 0$ 到 $t = T$ 时的位移为 s，有 $s = \left(\frac{v_1}{2} + \frac{v_1+v_2}{2} + \frac{v_2+v_3}{2} + \frac{v_3+v_4}{2}\right)\frac{T}{4}$（4 分），解得 $s = \frac{qE_0T^2}{16m}$（2 分），它的方向沿初始电场正方向。（1 分）

（2）由电场的变化规律知，粒子从 $t = \frac{T}{4}$ 时开始减速，设经过时间 t_1 粒子速度为零，有 $0 = v_1 + a_2t_1$，解得 $t_1 = \frac{T}{8}$（1 分）；粒子从 $t = \frac{T}{2}$ 时开始加速，设经过时间 t_2 粒子速度为零，有 $0 = v_2 + a_3t_2$，解得 $t_2 = \frac{T}{8}$（1 分）；设粒子从 $t = 0$ 到 $t = T$ 内沿初始电场反方向运动的时间为 t，有 $t = \left(\frac{T}{4} - t_1\right) + t_2$（1 分），解得 $t = \frac{T}{4}$（1 分）。

13. 如图所示，虚线 OL 与 y 轴的夹角为 $\theta = 60°$，在此角范围内有垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为 B。一质量为 m、电荷量为 q（$q > 0$）的粒子从左侧平行于 x 轴射入磁场，入射点为 M。粒子在磁场中运动的轨道半径为 R。粒子离开磁场后的运动轨迹与 x 轴交于 P 点（图中未画出），且 $OP = R$。不计重力。求 M 点到 O 点的距离和粒子在磁场中运动的时间。

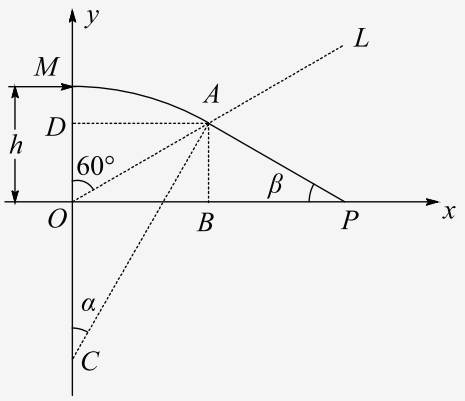


$h=(1-\frac{\sqrt{3}}{3})R$，$t=\frac{\pi m}{6qB}$（$\alpha=30°$）

$h=(1+\frac{\sqrt{3}}{3})R$，$t=\frac{\pi m}{2qB}$（$\alpha=90°$）

根据题意，粒子进入磁场后做匀速圆周运动，设运动轨迹交虚线 OL 于 A 点，圆心在 y 轴上的 C 点，AC 与 y 轴的夹角为 α；粒子从 A 点射出后，运动轨迹交 x 轴的 P 点，设 AP 与 x 轴的夹角为 β，如图所示。有（判断出圆心在 y 轴上得 1 分）$qvB=m\frac{v^2}{R}$（1 分），周期为 $T=\frac{2\pi m}{qB}$（1 分）。

过 A 点作 x、y 轴的垂线，垂足分别为 B、D。由几何知识得 $\overline{AD}=R\sin\alpha$，$\overline{OD}=\overline{AD}\cot 60°$，$\overline{BP}=\overline{OD}\cot\beta$，$\overline{OP}=\overline{AD}+\overline{BP}$。



$\alpha=\beta$（2 分），联立得到 $\sin\alpha+\frac{1}{\sqrt{3}}\cos\alpha=1$（2 分），解得 $\alpha=30°$，或 $\alpha=90°$（各 2 分）。

设 M 点到 O 点的距离为 h，有 $\overline{AD}=R\sin\alpha$，$h=R-\overline{OC}$，$\overline{OC}=\overline{CD}-\overline{OD}=R\cos\alpha-\frac{\sqrt{3}}{3}\overline{AD}$，联立得到 $h=R-\frac{2}{\sqrt{3}}R\cos(\alpha+30°)$（1 分），解得 $h=(1-\frac{\sqrt{3}}{3})R$（$\alpha=30°$）（2 分），$h=(1+\frac{\sqrt{3}}{3})R$（$\alpha=90°$）（2 分）。

当 $\alpha=30°$ 时，粒子在磁场中运动的时间为 $t=\frac{T}{12}=\frac{\pi m}{6qB}$（2 分）；当 $\alpha=90°$ 时，粒子在磁场中运动的时间为 $t=\frac{T}{4}=\frac{\pi m}{2qB}$（2 分）。