

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/第 1 部分 9.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/第 1 部分 9.TIF" * MERGEFORMAT



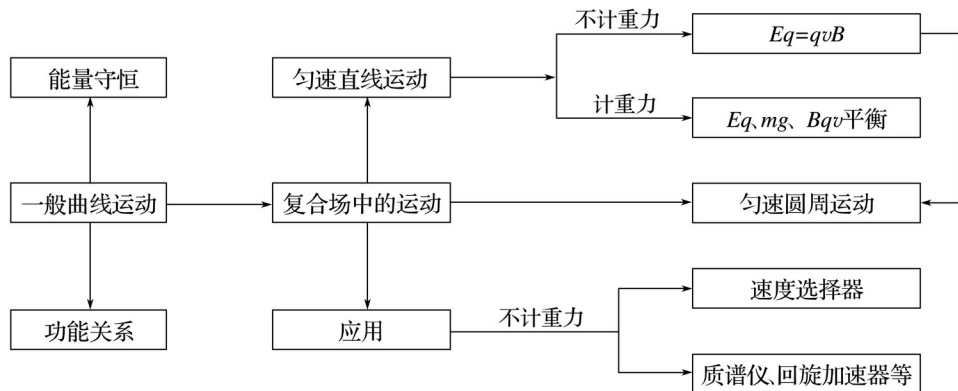
知识专题

专题9 带电粒子在电场和磁场中的运动

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/网络构建 1.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/网络构建 1.TIF" * MERGEFORMAT

网络构建

INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/214.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/214.tif" * MERGEFORMAT



INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/网络构建 3.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/网络构建 3.TIF" * MERGEFORMAT

考题一 带电粒子在组合场中的运动

INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" *

■ 方法指导

MERGEFORMAT

1. 组合场模型

电场、磁场、重力场(或其中两种场)并存,但各自位于一定区域,并且互不重叠的情况.

2. 带电粒子在组合场中运动的处理方法

(1)分别研究带电粒子在不同场区的运动规律.在匀强磁场中做匀速圆周运动.在匀强电场中,若速度方向与电场方向平行,则做匀变速直线运动;若速度方向与电场方向垂直,则做类平抛运动.

(2)带电粒子经过磁场区域时利用圆周运动规律结合几何关系处理.

(3)当粒子从一个场进入另一个场时,该位置粒子的速度大小和方向往往是解题的突破口.

INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT

■ 典例剖析

例 1 (2016·四川·11)如图 1 所示,图面内有竖直线 DD' ,过 DD' 且垂直于图面的平面将空间分成 I、II 两区域.区域 I 有方向竖直向上的匀强电场和方向垂直图面的匀强磁场 B (图中未画出);区域 II 有固定在水平地面上高 $h = 2l$ 、倾角 $\alpha =$ 的光滑绝缘斜面,斜面顶端与直线 DD' 距离 $s = 4l$,区域 II 可加竖直方向的大小不同的匀强电场(图中未画出); C 点在 DD' 上,距地面高 $H = 3l$.零时刻,质量为 m 、带电荷量为 q 的小球 P 在 K 点具有大小 $v_0 =$ 、方向与水平面夹角 $\theta =$ 的速度,在区域 I 内做半径 $r =$ 的匀速圆周运动,经 C 点水平进入区域 II.某时刻,不带电的绝缘小球 A 由斜面顶端静止释放,在某处与刚运动到斜面的小球 P 相遇.小球视为质点,不计空气阻力及小球 P 所带电荷量对空间电磁场的影响. l 已知, g 为重力加速度.

INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W37.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W37.TIF" * MERGEFORMAT

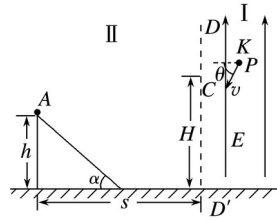


图 1

- (1)求匀强磁场的磁感应强度 B 的大小；
 (2)若小球 A 、 P 在斜面底端相遇，求释放小球 A 的时刻 t_A ；
 (3)若小球 A 、 P 在时刻 $t = \beta$ (β 为常数)相遇于斜面某处，求此情况下区域 II 的匀强电场的场强 E ，并讨论场强 E 的极大值和极小值及相应的方向.

解析 (1)由题知，小球 P 在区域 I 内做匀速圆周运动，有

$$m = qv_0B, \text{ 代入数据解得 } B =$$

- (2)小球 P 在区域 I 做匀速圆周运动转过的圆心角为 θ ，运动到 C 点的时刻为 t_C ，到达斜面底端时刻为 t_1 ，有

$$t_C = \quad \text{①}$$

$$s - = v_0(t_1 - t_C) \quad \text{②}$$

小球 A 释放后沿斜面运动加速度为 a_A ，与小球 P 在时刻 t_1 相遇于斜面底端，

$$\text{有 } mgsin \alpha = ma_A \quad \text{③}$$

$$= a_A(t_1 - t_A)^2 \quad \text{④}$$

联立以上方程可得 $t_A = (3 - 2)$

- (3)设所求电场方向向下，在 t_A' 时刻释放小球 A ，小球 P 在区域 II 运动加速度为 a_P ，有

$$s = v_0(t - t_C) + a_A(t - t_A')^2 \cos \alpha \quad \text{⑤}$$

$$mg + qE = ma_P \quad \text{⑥}$$

$$H - h + a_A(t - t_A')^2 \sin \alpha = a_P(t - t_C)^2 \quad \text{⑦}$$

联立相关方程解得 $E =$

对小球 P 的所有运动情形讨论可得 $3 \leq \beta \leq 5$

由此可得场强极小值为 $E_{\min} = 0$ ；场强极大值为 $E_{\max} =$ ，方向竖直向上.

答案 (1) (2)(3 - 2)

- (3) 极大值，方向竖直向上；极小值 0

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT【变式训练 INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教 (通用) /全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT】

1.如图 2 所示，在平面直角坐标系 xOy 的第二象限内有平行于 y 轴的匀强电场，方向沿 y 轴负方向.在第一、四象限内有一个圆，圆心 O' 坐标为 $(r,0)$ ，圆内有方向垂直于 xOy 平面向里的匀强磁场.一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的粒子(不计粒子所受的重力)，从 $P(-2h, h)$ 点，以大小为 v_0 的速度沿平行于 x 轴正方向射入电场，通过坐标原点 O 进入第四象限，又经过磁场从 x 轴上的 Q 点离开磁场.求：

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/217.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/217.TIF" * MERGEFORMAT

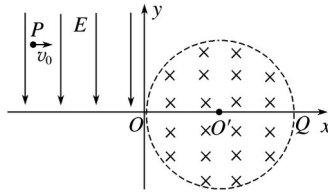


图 2

- (1)电场强度 E 的大小；
- (2)圆内磁场的磁感应强度 B 的大小；
- (3)带电粒子从 P 点进入电场到从 Q 点射出磁场的总时间 t .

答案 (1) (2) (3)

解析 (1)带电粒子在电场中做类平抛运动，有

$$\text{水平方向：} 2h = v_0 t_1 \quad \text{①}$$

$$\text{竖直方向：} h = at \quad \text{②}$$

$$a = \quad \text{③}$$

$$\text{由①②③式得 } E = \quad \text{④}$$

$$(2)\text{粒子进入磁场时沿 } y \text{ 轴方向的速度 } v_y = at_1 = v_0 \quad \text{⑤}$$

$$\text{粒子进入磁场时的速度 } v = \quad \text{⑥}$$

$$\text{粒子在洛伦兹力作用下做圆周运动，有 } qvB = m \quad \text{⑦}$$

$$\text{由几何关系有 } R = r \quad \text{⑧}$$

$$\text{由③⑤⑥⑦⑧式得 } B = \quad \text{⑨}$$

$$(3)\text{粒子在磁场中运动的时间 } t_2 = T \quad \text{⑩}$$

$$\text{粒子在磁场中做圆周运动的周期 } T = \quad \text{⑪}$$

$$\text{粒子从 } P \text{ 点进入电场到 } Q \text{ 点射出磁场的总时间 } t = t_1 + t_2 \quad \text{⑫}$$

$$\text{由①⑨⑩⑪⑫解得 } t =$$

2.如图 3 所示，平面直角坐标系 xOy 在第一象限内存在水平向左的匀强电场，第二、四象限内存在垂直纸面向里的匀强磁场，第三象限内存在与 x 轴负方向成 30° 角斜向上的匀强电场.一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子以一定初速度从 y 轴上的 A 点与 y 轴正方向成 60° 角

垂直磁场方向射入第二象限，粒子从 x 轴上的 C 点与 x 轴正方向成 30° 角进入第三象限。粒子到达 y 轴上的 D 点(未画出)时速度刚好减半，经第四象限内磁场偏转后又能垂直 x 轴进入第一象限内，最后恰好回到 A 点。已知 $OA = a$ ，第二象限内匀强磁场的磁感应强度为 B 。粒子重力不计，求：

INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\218.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\218.TIF" * MERGEFORMAT

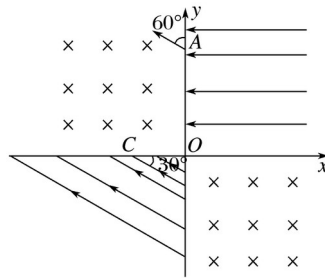


图 3

- (1) 粒子初速度 v_0 和第四象限内匀强磁场的磁感应强度 B_1 的大小；
- (2) 第一、三象限内匀强电场的电场强度 E_1 和 E_2 的大小；
- (3) 粒子在第一、三象限内运行的时间比 $t_1:t_3$.

答案 (1) B (2) (3)

解析 (1) 粒子在第二象限内运动正好完成半个圆周，则

$$2R_1 \cos 30^\circ = OA$$

解得 $R_1 = a$

而 $Bqv_0 = m\frac{v_0^2}{R_1}$ ，解得 $v_0 = \frac{Bqa}{m}$

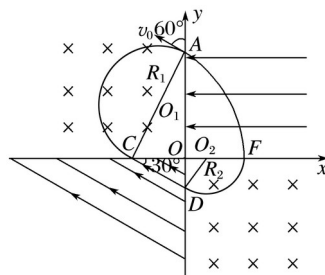
粒子在第三象限中运动时有 $CD = 2R_1 \tan 30^\circ = a$

粒子在第四象限中运动时有 $R_2 = CD \tan 30^\circ = a$

而 $B_1 qv_1 = m\frac{v_1^2}{R_2}$ ， $v_1 = v_0$

解得 $B_1 = B$

INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\219.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\219.TIF" * MERGEFORMAT



(2)在第一象限内：

$$OF = R_2 + R_2 \sin 30^\circ = a$$

$$\text{有 } OF = v_1 t_1$$

$$OA = v_1 t_1$$

$$\text{解得 } E_1 = \dots, t_1 = \dots$$

在第三象限内： $v - v = 2 \cdot CD$

$$\text{代入解得 } E_2 = \dots$$

(3)在第三象限内有：

$$v_0 - v_1 = v_1 t_3$$

$$\text{解得 } t_3 = \dots$$

所以 =

考题二 带电粒子在叠加场中的运动

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" *

■ 方法指导

MERGEFORMAT

带电粒子在叠加场中运动的处理方法

(1)明种类：明确叠加场的种类及特征.

(2)析特点：正确分析带电粒子的受力特点及运动特点.

(3)画轨迹：画出运动过程示意图，明确圆心、半径与边角关系.

(4)用规律：灵活选择不同的运动规律.

① 两场共存时，电场与磁场中满足 $qE = qvB$ 或重力场与磁场中满足 $mg = qvB$ 或重力场与电场中满足 $mg = qE$ ，都表现为匀速直线运动或静止，根据受力平衡列方程求解.

② 三场共存时，合力为零，受力平衡，粒子做匀速直线运动.其中洛伦兹力 $F = qvB$ 的方向与速度 v 垂直.

③ 三场共存时，粒子在叠加场中做匀速圆周运动. mg 与 qE 相平衡，根据 $mg = qE$ ，由此可计算粒子比荷，判定粒子电性.粒子在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动，应用受力平衡和牛顿运动定律结合圆周运动规律求解，有 $qvB = m\omega^2 r = m \cdot v = ma$.

④ 当带电粒子做复杂的曲线运动或有约束的变速直线运动时，一般用动能定理或能量守恒定律求解.

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的

word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT

典例剖析

例 2 如图 4 所示，在无限长的水平边界 AB 和 CD 间有一匀强电场，同时在 $AEFC$ 、 $BEFD$ 区域分别存在水平向里和向外的匀强磁场，磁感应强度大小相同， EF 为左右磁场的分界线。 AB 边界上的 P 点到边界 EF 的距离为 $(2 +)L$ ，一带正电微粒从 P 点正上方的 O 点由静止释放，从 P 点垂直 AB 边界进入电、磁场区域，且恰好不从 AB 边界飞出电、磁场。已知微粒在磁场中的运动轨迹为圆弧，重力加速度大小为 g ，电场强度大小 E (E 未知)和磁感应强度大小 B (B 未知)满足 $= 2$ ，不考虑空气阻力，求：

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/220.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/220.TIF" * MERGEFORMAT

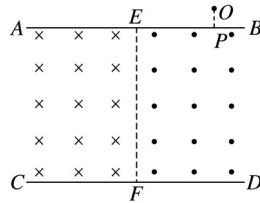


图 4

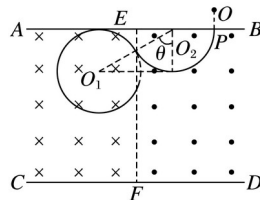
(1) O 点距离 P 点的高度 h 多大；

(2) 若微粒从 O 点以 $v_0 =$ 水平向左平抛，且恰好垂直下边界 CD 射出电、磁场，则微粒在磁场中运动的时间 t 多长？

解析 (1) 微粒在电磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，重力与电场力合力为零，则： $qE = mg$ ，

粒子运动轨迹如图所示：

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/221.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/221.TIF" * MERGEFORMAT



由几何知识可得： $\sin \theta =$ ， $r_1 + r_1 \sin \theta = (2 +)L$ ，

解得： $r_1 = 2L$ ，

微粒做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律得： $qv_1 B = m$ ，

由动能定理得： $mgh = mv^2 - 0$ ，

已知： $v = 2$ ，解得： $h = L$ ；

(2)微粒在进入电磁场前做平抛运动， $x_1 = v_0 t_1$ ，

$h = gt$ ，

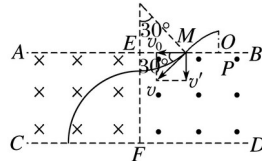
代入数据解得： $t_1 = \frac{L}{v}$ ， $x_1 = L$ ，

微粒在 M 点的竖直分速度： $v_y = v$ ，

速度： $v = 2v$ ，速度与 AB 夹角为 30° ，

微粒运动轨迹如图所示：

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/222.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/222.TIF" * MERGEFORMAT



微粒轨道半径： $r_2 = 4L$ ，由几何知识可知，微粒从 M 点偏转 30° 垂直打在 EF 边界上，

微粒在磁场中做圆周运动的周期： $T = \frac{2\pi r_2}{v} = 4\pi \frac{L}{v}$

由题意可知，微粒的运动时间： $t = t_1' + t_2' = T + kT + T = T + kT + T (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$

解得： $t = 2\pi(1+k) \frac{L}{v} (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$

答案 (1) L (2) $2\pi(1+k) \frac{L}{v} (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT【变式训练 INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT】

3.如图 5 所示，在真空中半径为 $r = 0.1 \text{ m}$ 的圆形区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场及水平向左的匀强电场，磁感应强度 $B = 0.01 \text{ T}$ ， ab 和 cd 是两条相互垂直的直径，一束带正电的粒子流连续不断地以速度 $v = 1 \times 10^3 \text{ m/s}$ 从 c 点沿 cd 方向射入场区，粒子将沿 cd 方向做直线运动，如果仅撤去磁场，带电粒子经过 a 点，如果撤去电场，使磁感应强度变为原来的，不计粒子重力，下列说法正确的是()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/223.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/223.TIF" * MERGEFORMAT

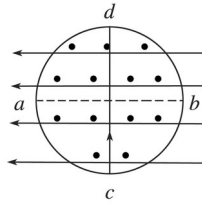


图 5

- A. 电场强度的大小为 10 N/C
- B. 带电粒子的比荷为 1×10^6 C/kg
- C. 撤去电场后，带电粒子在磁场中运动的半径为 0.1 m
- D. 带电粒子在磁场中运动的时间为 7.85×10^{-5} s

答案 AC

解析 粒子沿直线运动，则 $Bqv = Eq$ ，解得 $E = Bv = 0.01 \times 10^3$ N/C = 10 N/C，选项 A 正确。如果仅撤去磁场，则粒子在水平方向 $r = vt$ ，竖直方向 $r = \frac{1}{2}at^2$ ，解得 $\frac{q}{m} = \frac{2r}{v^2} = 2 \times 10^6$ C/kg，选项 B 错误；撤去电场后，带电粒子在磁场中运动的半径为 $R = \frac{mv}{qB} = 0.1$ m，选项 C 正确；带电粒子在磁场中运动的时间为 $t = \frac{\pi R}{v} = 1.57 \times 10^{-4}$ s，选项 D 错误；故选 A、C。

4. (2016·天津·11) 如图 6 所示，空间中存在着水平向右的匀强电场，电场强度大小 $E = 5$ N/C，同时存在着水平方向的匀强磁场，其方向与电场方向垂直，磁感应强度大小 $B = 0.5$ T。有一带正电的小球，质量 $m = 1 \times 10^{-6}$ kg，电荷量 $q = 2 \times 10^{-6}$ C，正以速度 v 在图示的竖直面内做匀速直线运动，当经过 P 点时撤掉磁场(不考虑磁场消失引起的电磁感应现象)，取 $g = 10$ m/s²，求：

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/16W123.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "E:\贾文 2016\二轮\考前三个月\物理 人教(通用)\全书完整的 word 版文档\16W123.TIF" *



图 6

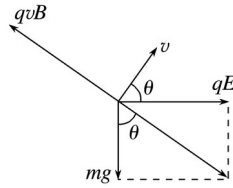
- (1) 小球做匀速直线运动的速度 v 的大小和方向；
- (2) 从撤掉磁场到小球再次穿过 P 点所在的这条电场线经历的时间 t 。

答案 (1) 20 m/s 方向与电场方向成 60°角斜向上
(2) 3.5 s

解析 (1) 小球匀速直线运动时受力如图，其所受的三个力在同一平面内，合力为零，有 $qvB =$

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的

word 版文档/16W124.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W124.TIF" * MERGEFORMAT



代入数据解得 $v = 20 \text{ m/s}$ ②

速度 v 的方向与电场 E 的方向之间的夹角满足

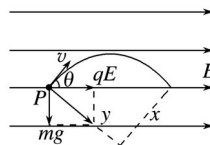
$\tan \theta =$ ③

代入数据解得 $\tan \theta =$

$\theta = 60^\circ$ ④

(2)解法一 撤去磁场，小球在重力与电场力的合力作用下做类平抛运动，如图所示，设其加速度为 a ，有

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W141.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/16W141.TIF" * MERGEFORMAT



$a =$ ⑤

设撤去磁场后小球在初速度方向上的分位移为 x ，有

$x = vt$ ⑥

设小球在重力与电场力的合力方向上分位移为 y ，有

$y = at^2$ ⑦

$\tan \theta =$ ⑧

联立④⑤⑥⑦⑧式，代入数据解得

$t = 2 \text{ s} \approx 3.5 \text{ s}$ ⑨

解法二 撤去磁场后，由于电场力垂直于竖直方向，它对竖直方向的分运动没有影响，以 P 点为坐标原点，竖直向上为正方向，小球在竖直方向上做匀减速运动，其初速度为

$v_y = v \sin \theta$ ⑤

若使小球再次穿过 P 点所在的电场线，仅需小球的竖直方向上分位移为零，

则有 $v_y t - gt^2 = 0$ ⑥

联立⑤⑥式，代入数据解得 $t = 2 \text{ s} \approx 3.5 \text{ s}$.

考题三 带电粒子在交变电磁场中的运动

INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/方法指导 a.tif" *

■ 方法指导

MERGEFORMAT

带电粒子在交变电磁场中运动的处理方法

- (1)若交变电压的变化周期远大于粒子穿越电场的时间或粒子穿越电场的时间极短可忽略时，则粒子在穿越电场的过程中，电场可看做匀强电场。
- (2)空间存在的电场或磁场是随时间周期性变化的，一般呈现“矩形波”的特点.交替变化的电场及磁场会使带电粒子顺次经历不同特点的电场或磁场或叠加场，从而表现出“多过程”现象.其运动特点既复杂又隐蔽.分析时应该注意以下三点：①仔细分析并确定各场的变化特点及相应的时间，其变化周期一般与粒子在电场或磁场中的运动周期相关联.有一定的联系，应抓住变化周期与运动周期之间的联系作为解题的突破口；②必要时，可把粒子的运动过程还原成一个直观的运动轨迹草图进行分析；③把粒子的运动分解成多个运动阶段分别进行处理，根据每一阶段上的受力情况确定粒子的运动规律.

INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/典例剖析.tif" * MERGEFORMAT

■ 典例剖析

例3 如图7甲所示，在直角坐标系 $0 \leq x \leq L$ 区域内有沿 y 轴正方向的匀强电场，右侧有一个以点 $(3L, 0)$ 为中心、边长为 $2L$ 的正方形区域，其边界 ab 与 x 轴平行，正方形区域与 x 轴的交点分别为 M 、 N .在该正方形区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场，现有一质量为 m 、带电量为 e 的电子，从 y 轴上的 A 点以速度 v_0 沿 x 轴正方向射入电场，飞出电场后从 M 点以与 x 轴夹角为 30° 的方向进入正方形区域，并恰好从 d 点射出.

INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/227.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE "../../../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/227.TIF" * MERGEFORMAT

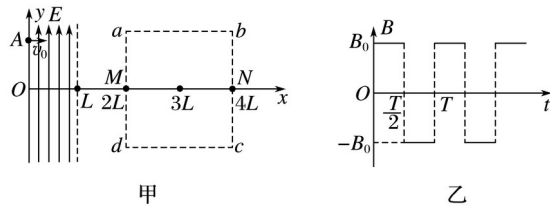
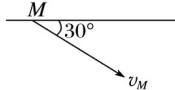
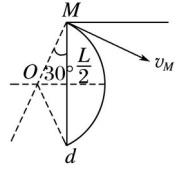
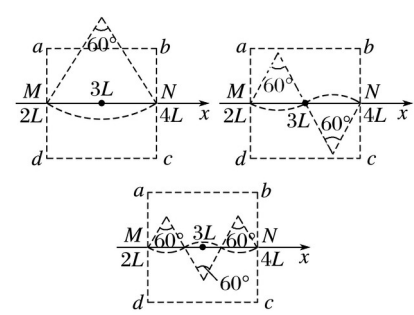


图 7

- (1)求匀强电场 E 的大小；
- (2)求匀强磁场 B 的大小；
- (3)若当电子到达 M 点时，在正方形区域换加如图乙所示周期性变化的磁场(以垂直于纸面向外为磁场正方向)，最后电子运动一段时间后从 N 点飞出，求正方形磁场区域磁感应强度 B_0 大小的表达式、磁场变化周期 T 与 B_0 的关系式。

[思维规范流程]

<p>步骤 1：在电场中做平抛运动 分方向列方程 在 M 点速度分解</p>	<p>INCLUDEPICTURE "../..../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/228.TIF" * MERGEFORMAT</p> <p>INCLUDEPICTURE "../..../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/228.TIF" * MERGEFORMAT</p>  <p>(1)在 E 中：</p> $L = v_0 t \quad \text{①}$ $v_y = t \quad \text{②}$ $\tan 30^\circ = \quad \text{③}$ <p>得：$E = \quad \text{④}$</p>
<p>步骤 2：在磁场中： 由几何关系得： 列 $F_{\text{洛}} = F_n$ 方程</p>	<p>INCLUDEPICTURE "../..../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/229.TIF" * MERGEFORMAT</p> <p>INCLUDEPICTURE "../..../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人</p>

	<p>教（通用）/全书完整的 word 版文档/229.TIF" * MERGEFORMAT</p>  <p>(2) $R =$ ⑤</p> <p>$BeV_M =$ ⑥</p> <p>$v_M =$ ⑦</p> <p>得：$B =$ ⑧</p>
<p>步骤 3：从 N 点射出的几种情景图： 根据几何关系，由图得出 T、B_0 的关系：</p>	<p>INCLUDEPICTURE ".../.../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/230A.TIF" * MERGEFORMAT</p> <p>INCLUDEPICTURE ".../.../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/230A.TIF" * MERGEFORMAT</p>  <p>(3) $n \cdot r = 2L (n = 1, 2, 3, \dots)$ ⑨</p> <p>$r =$ ⑩</p> <p>得 $B_0 = n \cdot (n = 1, 2, 3, \dots)$ ⑪</p> <p>$T_0 =$ ⑫</p> <p>$=$ ⑬</p> <p>得：$T =$ ⑭</p>

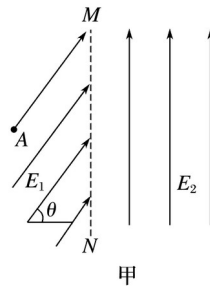
④⑧⑨⑩⑫⑭ 每式各 2 分，其余各式 1 分.

INCLUDEPICTURE ".../.../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../.../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/左括.TIF" * MERGEFORMAT【变式

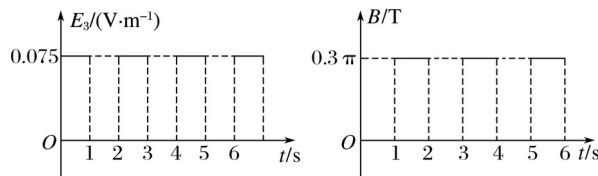
训练 INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/右括.TIF" * MERGEFORMAT】

5.如图 8 甲所示，在竖直边界 MN 的左侧存在与水平方向成 $\theta = 60^\circ$ 斜向右上方的匀强电场.其电场强度大小 $E_1 = N/C$ ，在 MN 的右侧有竖直向上的匀强电场，其电场强度大小 $E_2 = 1.5 N/C$ ，同时，在 MN 的右侧还有水平向右的匀强电场 E_3 和垂直纸面向里的匀强磁场 B (图甲中均未画出)， E_3 和 B 随时间变化的情况如图乙所示.现有一带正电的微粒，带电荷量 $q = 1 \times 10^{-5} C$ ，从左侧电场中距 MN 边界 $x_1 = m$ 的 A 点无初速度释放后，微粒水平向右进入 MN 右侧场区，设此时刻 $t = 0$ ，取 $g = 10 m/s^2$.求：

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/231.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/231.TIF" * MERGEFORMAT



INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/232.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/232.TIF" * MERGEFORMAT



乙
图 8

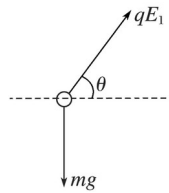
- (1)带电微粒的质量 m ；
- (2)带电微粒在 MN 右侧场区中运动了 $1.5 s$ 时的速度 v (取 $2 = 4.5$)；
- (3)带电微粒从 A 点运动到 MN 右侧场区中计时为 $1.5 s$ 的过程中，各电场对带电微粒做的总功 W .(取 $3\pi = 10$)

答案 (1) $1.5 \times 10^{-6} kg$ (2) $5 m/s$ ，方向水平向左

(3) $4.125 \times 10^{-5} J$

解析 (1) MN 左侧匀强电场的电场强度为 E_1 ，方向与水平方向夹角为 θ ，带电微粒受力如图所示.

INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\233.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\233.TIF" * MERGEFORMAT



沿竖直方向有： $qE_1 \sin \theta = mg$

解得： $m = 1.5 \times 10^{-6} \text{ kg}$.

(2)在 MN 左侧，对带电微粒沿水平方向有：

$$qE_1 \cos \theta = ma_1$$

解得： $a_1 = \text{m/s}^2$

对水平方向的匀加速运动有： $v = 2a_1x_1$

解得刚到 MN 时 $v_0 = 4.5 \text{ m/s}$

带电微粒在 MN 右侧场区始终满足： $qE_2 = mg$

在 $0 \sim 1 \text{ s}$ 时间内，带电微粒在 E_3 电场中有：

$$a_2 = \text{m/s}^2 = 0.5 \text{ m/s}^2$$

带电微粒在 1 s 时的速度大小为：

$$v = v_0 + a_2t = 5 \text{ m/s}$$

在 $1 \sim 1.5 \text{ s}$ 时间内，带电微粒在磁场 B 中做匀速圆周运动，周期为

$$T = \text{s} = 1 \text{ s}$$

在 $1 \sim 1.5 \text{ s}$ 时间内，带电微粒在磁场 B 中正好运动了半个圆周，所以带电微粒在 MN 右侧场区中运动了 1.5 s 时的速度大小为 5 m/s ，方向水平向左。

(3)带电微粒在磁场 B 中做圆周运动的半径为

$$r = \text{m} = \text{m} = 0.75 \text{ m}$$

$$W - mg \cdot 2r = mV^2$$

解得： $W = 4.125 \times 10^{-5} \text{ J}$.

专题规范练

1.利用霍尔效应制作的霍尔元件，广泛应用于测量和自动控制等领域.如图 1 是霍尔元件的工作原理示意图，磁感应强度 B 垂直于霍尔元件的工作面向下，通入图示方向的电流 I ， C 、 D 两侧面会形成电势差 U_{CD} ，下列说法中正确的是()

INCLUDEPICTURE ".\\...\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的

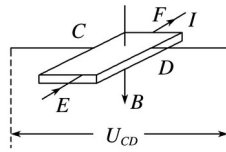


图 1

- A. 电势差 U_{CD} 仅与材料有关
- B. 若霍尔元件的载流子是自由电子，则电势差 $U_{CD} < 0$
- C. 仅增大磁感应强度时，电势差 U_{CD} 可能不变
- D. 在测定地球赤道上方的地磁场强弱时，元件的工作面应保持水平

答案 B

解析 由题意可知， CD 间存在电势差，即存在电场，载流子在电场力和洛伦兹力作用下处于平衡，设霍尔元件的长、宽、高分别为 a 、 b 、 c ，有 $q = qvB$ ， $I = nqvS = nqvbc$ ，则 $U_{CD} = \frac{I}{nq} \frac{1}{bc} = \frac{I}{nq} \frac{1}{bc}$ 。故 A、C 错误；根据左手定则，电子向 C 侧面偏转， C 表面带负电， D 表面带正电，所以 D 表面的电势高，则 $U_{CD} < 0$ ，B 正确；在测定地球赤道上方的地磁场强弱时，应将元件的工作面保持竖直，让磁场垂直通过。故 D 错误。

2.(多选)如图 2 所示，一足够长的绝缘细杆处于磁感应强度为 $B = 0.5 \text{ T}$ 的匀强磁场中，杆与磁场垂直且与水平方向的夹角为 $\theta = 37^\circ$ 。一质量为 $m = 0.1 \text{ g}$ 、电荷量为 $q = 5 \times 10^{-4} \text{ C}$ 的带正电圆环套在该绝缘细杆上，圆环与杆之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.4$ 。现将圆环从杆上的某一位置无初速度释放。则下列判断中正确的是 ($\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$) ()

INCLUDEPICTURE ".../././贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/236.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../././贾文 2016/二轮/考前三
个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/236.TIF" * MERGEFORMAT

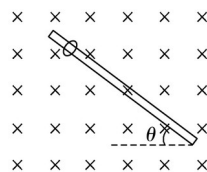


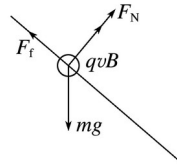
图 2

- A. 圆环下滑过程中洛伦兹力始终做正功
- B. 当圆环下滑的速度达到 2.4 m/s 时，圆环与细杆之间的弹力为零
- C. 圆环下滑过程中的最大加速度为 6 m/s^2
- D. 圆环下滑过程中的最大速度为 9.2 m/s

答案 CD

解析 当 $F_N = 0$ 时， $qvB = mg \cos \theta$ ，得 $v = 3.2 \text{ m/s}$ ，

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\237.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\237.TIF" * MERGEFORMAT



此时， $F_{\text{合}} = mgsin \theta = ma_m$ ，得

$$a_m = 6 \text{ m/s}^2,$$

当 $mgsin \theta = \mu(qv_mB - mgcos \theta)$ 时

$$\text{得 } v_m = 9.2 \text{ m/s}.$$

3.(多选)如图 3 所示，空间有相互正交的匀强电场和匀强磁场区域，匀强电场方向竖直向下，大小为 E ，匀强磁场方向垂直纸面向外，磁感应强度大小为 B 。一质量为 m 的带电小球(可视为质点)恰好能在竖直面内做半径为 r 的匀速圆周运动，已知重力加速度为 g ，则下列说法中正确的是()

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\238.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\238.TIF" * MERGEFORMAT

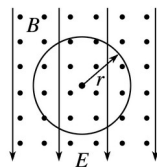


图 3

- A. 该小球带正电荷
- B. 该小球的带电荷量为
- C. 该小球一定沿顺时针方向做匀速圆周运动
- D. 该小球做圆周运动的线速度大小为

答案 BD

解析 因小球做匀速圆周运动，所以 $mg = qE$ ，得 $E = \frac{mg}{q}$ ，电场力向上，所以带负电，A 错误，B 正确；由于小球带负电，由左手定则可知，小球一定沿逆时针方向运动，选项 C 错误；设小球做圆周运动的线速度大小为 v ，则 $qvB = m$ ，解得 $v = \frac{m}{qB}$ ，又因为 $q = \frac{mg}{E}$ ，所以 $v = \frac{mg}{EB}$ ，选项 D 正确。

4.(多选)如图 4 所示，两块水平放置的平行金属板，板长为 $2d$ ，相距为 d 。现将一质量为 m 、电荷量为 q 的带电小球以某一水平速度靠近上板下表面的 P 点射入，刚好从下板边缘射出，若在两板间加入竖直向下的匀强电场，再次将该带电小球以相同速度从 P 点射入，小球刚

好水平向右沿直线运动；若保持电场，再加一垂直纸面的匀强磁场，再次将该带电小球以相同速度从 P 点射入，小球刚好垂直打在板上.已知重力加速度为 g ，则下列说法正确的是()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/239.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/239.TIF" * MERGEFORMAT

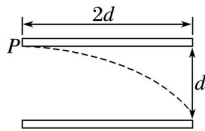


图 4

- A. 小球从 P 点射入的初速度为
- B. 小球带正电，所加匀强电场 $E =$
- C. 所加匀强磁场方向垂直纸面向里， $B =$
- D. 加入匀强磁场后，带电小球在板间运动时间为

答案 AD

解析 小球从 P 点射入后做平抛运动，根据平抛运动规律有： $2d = v_0 t$ ， $d = \frac{1}{2} g t^2$ ，联立解得： $v_0 = \sqrt{2gd}$ ，故 A 正确；加电场后做匀速直线运动，故： $qE = mg$ ，解得： $E = \frac{mg}{q}$ ，电场力向上，场强向下，故小球带负电，故 B 错误；再加磁场后，做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，小球刚好垂直打在板上，故轨道半径为 d ，根据牛顿第二定律，有： $qv_0 B = \frac{mv_0^2}{d}$ ，解得： $B = \frac{m\sqrt{2gd}}{qd}$ ；根据左手定则，磁场方向垂直纸面向里，故 C 错误；加入匀强磁场后，带电小球在板间运动时间为四分之一周期，为： $t = \frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{\pi m d}{2q\sqrt{2gd}}$ ，故 D 正确.

5.(多选)如图 5 所示， M 、 N 为两块带等量异种电荷的平行金属板，两板间电压可取从零到某一最大值之间的各种数值.静止的带电粒子带电荷量为 $+q$ ，质量为 m (不计重力)，从点 P 经电场加速后，从小孔 Q 进入 N 板右侧的匀强磁场区域，磁感应强度大小为 B ，方向垂直于纸面向外， CD 为磁场边界上的一绝缘板，它与 N 板的夹角为 $\theta = 30^\circ$ ，孔 Q 到板的下端 C 的距离为 L ，当 M 、 N 两板间电压取最大值时，粒子恰垂直打在 CD 板上，则下列说法正确的是()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/240.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/240.TIF" * MERGEFORMAT

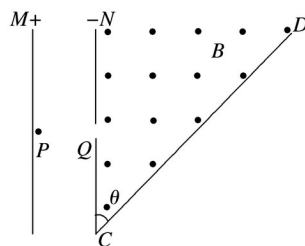


图 5

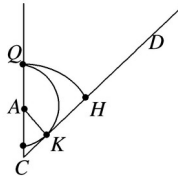
- A. 两板间电压的最大值 $U_m =$
 B. CD 板上可能被粒子打中区域的长度 $s = L$
 C. 粒子在磁场中运动的最长时间 $t_m =$
 D. 能打到 N 板上的粒子的最大动能为

答案 ACD

解析 M 、 N 两板间电压取最大值时，粒子恰垂直打在 CD 板上，所以其轨迹圆心在 C 点
 $CH = QC = L$ ，

故轨迹半径 $R_1 = L$

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\241.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\241.TIF" * MERGEFORMAT



又由牛顿第二定律得

$$qv_1B = m$$

粒子在 MN 间加速时，有

$$qU_m = mv$$

所以联立得 $U_m =$ ，选项 A 正确；

打在 QC 间的粒子在磁场中运动的时间最长，均为半个周期.粒子运动的周期为 $T =$

所以最长时间 $t_m =$ ，选项 C 正确；设轨迹与 CD 板相切于 K 点，半径为 R_2 ，在 $\triangle AKC$ 中：

$$AC = 2R_2, CK = R_2$$

又 $QC = QA + AC = R_2 + 2R_2 = 3R_2 = L$ ，所以 $CK = L$

故 HK 的长度 $s = (1 -)L$ ，选项 B 错误；能达到 N 板上的粒子最大半径为 R_2 ，根据 $qvB = m$ ，最大动能为： $E_{km} = mv^2 =$ ，选项 D 正确.

6.(多选)如图 6 所示是选择密度相同、大小不同纳米粒子的一种装置.待选粒子带正电且电量与表面积成正比.待选粒子从 O_1 进入小孔时可认为速度为零，加速电场区域 I 的板间电压为 U ，粒子通过小孔 O_2 射入正交的匀强电场、磁场区域 II，其中磁场的磁感应强度大小为 B ，左右两极板间距为 d .区域 II 出口小孔 O_3 与 O_1 、 O_2 在同一竖直线上.若半径为 r_0 ，质量为 m_0 、电量为 q_0 的纳米粒子刚好能沿直线通过，不计纳米粒子重力，则()

INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\242.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".\\..\\..\\贾文 2016\\二轮\\考前三个月\\物理%20人教（通用）\\全书完整的 word 版文档\\242.TIF" * MERGEFORMAT

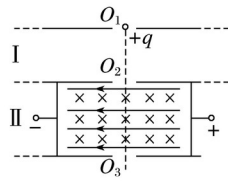


图 6

- A. 区域 II 的电场与磁场的强度比值为
- B. 区域 II 左右两极板的电势差 $U_1 = Bd$
- C. 若纳米粒子的半径 $r > r_0$ ，则刚进入区域 II 的粒子仍将沿直线通过
- D. 若纳米粒子的半径 $r > r_0$ ，仍沿直线通过，则区域 II 的电场与原电场强度之比为

答案 AD

解析 设半径为 r_0 的粒子加速后的速度为 v ，则有： $q_0U = m_0v^2$

设区域 II 内电场强度为 E ，洛伦兹力等于电场力，即： $q_0vB = q_0E$

联立①②解得： $E = Bv$ ，则区域 II 的电场与磁场的强度比值为， $U_1 = Ed = Bd$ ，故 A 正确，B 错误；若纳米粒子的半径 $r > r_0$ ，设半径为 r 的粒子的质量为 m 、带电量为 q 、被加速后的速度为 v' ，则 $m = (\frac{r}{r_0})^3m_0$ 而 $q = (\frac{r}{r_0})^2q_0$ ，由 $mv'^2 = qU$ 解得： $v' = \frac{r_0}{r}v < v$ ，故洛伦兹力小于电场力，粒子带正电，故粒子向左偏转，故 C 错误；要使粒子直线通过需满足 $E = vB$ ，故区域 II 的电场与原电场的电场强度之比为；故 D 正确。

7.(多选)如图 7 所示为某种质谱仪的工作原理示意图.此质谱仪由以下几部分构成：粒子源 N ； P 、 Q 间的加速电场；静电分析器；磁感应强度为 B 的有界匀强磁场，方向垂直纸面向外；胶片 M .若静电分析器通道中心线半径为 R ，通道内有均匀辐射电场在中心线处的电场强度大小为 E ；由粒子源发出一质量为 m 、电荷量为 q 的正离子(初速度为零，重力不计)，经加速电场加速后，垂直场强方向进入静电分析器，在静电分析器中，离子沿中心线做匀速圆周运动，而后由 S 点沿着既垂直于静电分析器的左边界，又垂直于磁场方向射入磁场中，最终打到胶片上的某点.下列说法中正确的是()

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/243.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教(通用)/全书完整的 word 版文档/243.TIF" * MERGEFORMAT

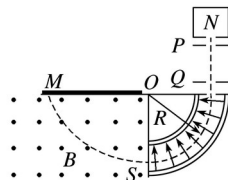


图 7

- A. P 、 Q 间加速电压为 ER
- B. 离子在磁场中运动的半径为
- C. 若一质量为 $4m$ 、电荷量为 q 的正离子加速后进入静电分析器，离子不能从 S 射出

D.若一群离子经过上述过程打在胶片上同一点，则这些离子具有相同的比荷

答案 AD

解析 直线加速过程，根据动能定理，有： $qU = mv^2$ ①

电场中偏转过程，根据牛顿第二定律，有： $qE = m$ ②

磁场中偏转过程，根据牛顿第二定律，有： $qvB = m$ ③

解得： $U = ER$ ， ④

$r =$ = ⑤

由④式，只要满足 $R =$ ，所有粒子都可以从辐射电场区通过；

由④⑤知，打到胶片上同一点的粒子的比荷一定相等。

8.如图 8 所示，在直角坐标系 xOy 平面内有 $a(4\text{ cm}, 3\text{ cm})$ 、 $b(0, 8\text{ cm})$ 两点，匀强磁场垂直于 xOy 平面向里。一电荷量为 $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ 、质量为 $m = 9 \times 10^{-31}\text{ kg}$ 的电子，以 $v_0 = 1.6 \times 10^6\text{ m/s}$ 的速度从原点 O 沿 x 轴正方向入射，不计电子重力，取 $\sin 37^\circ = 0.6$ 。

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/244.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/244.TIF" * MERGEFORMAT

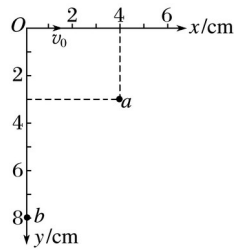


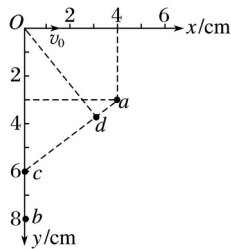
图 8

(1)已知电子能通过 a 点，求磁感应强度 B 的大小。

(2)适当改变磁感应强度，再加入平行 xOy 平面的匀强电场，使得电子可先后经过 a 、 b 两点，动能分别变为在 O 点动能的 4 倍和 5 倍，求电场强度的大小。

答案 (1) $2.16 \times 10^{-4}\text{ T}$ (2) $4.5 \times 10^2\text{ V/m}$

INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/245.TIF" * MERGEFORMAT INCLUDEPICTURE ".../贾文 2016/二轮/考前三个月/物理%20人教（通用）/全书完整的 word 版文档/245.TIF" * MERGEFORMAT



解析 (1)由几何关系：

$$R^2 = x + (R - y_a)^2$$

得 $R = \text{cm}$

$$eV_0B = m$$

$$\text{得 } B = 2.16 \times 10^{-4} \text{ T}$$

(2)洛伦兹力不做功，电子从 O 点到 a 点由动能定理：

$$eU_{aO} = E_{ka} - E_{kO} = 3 \times mV$$

电子从 O 点到 b 点由动能定理：

$$eU_{bO} = E_{kb} - E_{kO} = 4 \times mV, \text{ 解得 } =$$

沿 Ob 方向电势均匀升高，设 y 轴上点 $c(0, y_c)$ 为 a 点的等势点： =

解得： $y_c = 6 \text{ cm}$ ， ac 连线为匀强电场中的一条等势线

过 O 点作 ac 的垂线交于 d 点，由几何关系可知：

$$\angle cOd = 37^\circ$$

$$O \text{ 点到 } d \text{ 点的距离：} Od = y_c \cos 37^\circ$$

$$E =$$

$$\text{代入数值得：} E = 4.5 \times 10^2 \text{ V/m}$$