

2016年普通高等学校招生全国统一考试（四川卷）

理科综合物理部分（精装版）

第I卷（选择题 共42分）

一、**选择题**（共7小题，每小题5分，共42分。每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项、有的有多个选项符合题目要求，全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。）

1. 韩晓鹏是我国首位在冬奥会雪上项目夺冠的运动员。他在一次自由式滑雪空中技巧比赛中沿“助滑区”保持同一姿态下滑了一段距离，重力对他做功1900 J，他克服阻力做功100 J。韩晓鹏在此过程中

- A. 动能增加了1900 J
- B. 动能增加了2000 J
- C. 重力势能减小了1900 J
- D. 重力势能减小了2000 J

【答案】C

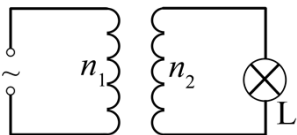
【解析】

试题分析：根据动能定理可知，动能的增加量等于合外力做功，即动能的增加量为 $1900\text{ J}-100\text{ J}=1800\text{ J}$ ，选项AB错误；重力做功等于重力势能的变化量，故重力势能减小了1900 J，选项C正确，D错误。

考点：功能关系

【名师点睛】此题是对功能关系的考查；关键是搞清功与能的对应关系：合外力的功等于动能的变化量；重力做功等于重力势能的变化量；除重力以外的其它力做功等于机械能的变化量。

2. 如图所示，接在家庭电路上的理想降压变压器给小灯泡L供电，如果将原、副线圈减少相同匝数，其它条件不变，则



- A. 小灯泡变亮
- B. 小灯泡变暗
- C. 原、副线圈两段电压的比值不变
- D. 通过原、副线圈电流的比值不变

【答案】B

【解析】

试题分析：根据变压器电压与匝数关系， $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，因为是降压变压器，则 $n_1 > n_2$ ，则当原、副线圈减少相

同匝数时，由数学知识可知 $\frac{n_1}{n_2}$ 变大，则 U_2 减小，故灯泡变暗，选项 AC 错误，B 正确；根据 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 可知

通过原、副线圈电流的比值变小，选项 D 错误。

考点：变压器

【名师点睛】此题是对变压器原理的考查；首先要记住原副线圈的电压与匝数关系 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，从题目中知

道为降压变压器，原线圈匝数大于副线圈匝数；判断原副线圈减小相同的匝数时原副线圈的匝数比的变化要用到数学知识，这里稍微有点难度。

3. 国务院批复，自 2016 年起将 4 月 24 日设立为“中国航天日”。1970 年 4 月 24 日我国首次成功发射的人造卫星东方红一号，目前仍然在椭圆轨道上运行，其轨道近地点高度约为 440 km，远地点高度约为 2 060 km；1984 年 4 月 8 日成功发射的东方红二号卫星运行在赤道上空 35 786 km 的地球同步轨道上。学.科.网.设东方红一号在远地点的加速度为 a_1 ，东方红二号的加速度为 a_2 ，固定在地球赤道上的物体随地球自转的加速度为 a_3 ，则 a_1 、 a_2 、 a_3 的大小关系为



- A. $a_2 > a_1 > a_3$ B. $a_3 > a_2 > a_1$ C. $a_3 > a_1 > a_2$ D. $a_1 > a_2 > a_3$

【答案】D

【解析】

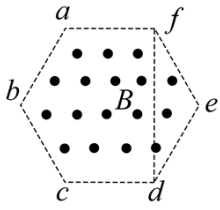
试题分析：东方红二号和固定在地球赤道上的物体转动的角速度相同，根据 $a = \omega^2 r$ 可知， $a_2 > a_3$ ；根据

$G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 可知 $a_1 > a_2$ ；故选 D。

考点：同步卫星；万有引力定律的应用

【名师点睛】此题主要考查同步卫星的特点及万有引力定律的应用；要知道同步卫星与地球具有相同的角速度和周期；这里放到赤道上的物体和卫星两者受力情况是不同的，要区别对待，不能混淆。

4. 如图所示，正六边形 $abcdef$ 区域内有垂直于纸面的匀强磁场。一带正电的粒子从 f 点沿 fd 方向射入磁场区域，当速度大小为 v_b 时，从 b 点离开磁场，在磁场中运动的时间为 t_b ，当速度大小为 v_c 时，从 c 点离开磁场，在磁场中运动的时间为 t_c ，不计粒子重力。则



- A. $v_b:v_c=1:2$, $t_b:t_c=2:1$ B. $v_b:v_c=2:2$, $t_b:t_c=1:2$ C. $v_b:v_c=2:1$, $t_b:t_c=2:1$ D. $v_b:v_c=1:2$, $t_b:t_c=1:2$

【答案】A

【解析】

试题分析：设正六边形边长为 L ，若粒子从 b 点离开磁场，可知运动的半径为 $R_1=L$ ，在磁场中转过角度为 $\theta_1=120^\circ$ ；若粒子从 c 点离开磁场，可知运动的半径为 $R_2=2L$ ，在磁场中转过角度为 $\theta_2=60^\circ$ ，根据 $R = \frac{mv}{qB}$

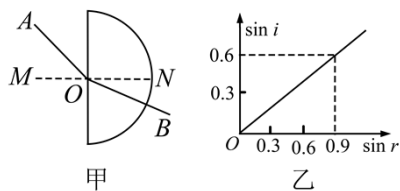
可知 $v_b:v_c=R_1:R_2=1:2$ ；根据 $t = \frac{\theta}{360}T = \frac{\theta}{360} \cdot \frac{2\pi m}{qB}$ 可知， $t_b:t_c=\theta_1:\theta_2=2:1$ ，故选 A.

考点：带电粒子在匀强磁场中的运动

【名师点睛】此题考查了带电粒子在匀强磁场中的运动；做此类型的习题，关键是画出几何轨迹图，找出半径关系及偏转的角度关系；注意粒子在同一磁场中运动的周期与速度是无关的；记住两个常用的公式：

$$R = \frac{mv}{qB} \text{ 和 } T = \frac{2\pi m}{qB}.$$

5. 某同学通过实验测定半圆形玻璃砖的折射率 n 。如图甲所示， O 是圆心， MN 是法线， AO 、 BO 分别表示某次测量时光线在空气和玻璃砖中的传播路径。该同学测得多组入射角 i 和折射角 r ，做出 $\sin i - \sin r$ 图像如图乙所示。则



- A. 光由 A 经 O 到 B ， $n=1.5$
 B. 光由 B 经 O 到 A ， $n=1.5$
 C. 光由 A 经 O 到 B ， $n=0.67$
 D. 光由 B 经 O 到 A ， $n=0.67$

【答案】B

【解析】

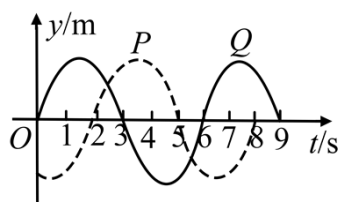
试题分析：由图线可知 $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{0.6}{0.9} = \frac{2}{3} = \frac{1}{n}$ ，可得 $n=1.5$ ；因 i 是入射角， r 是折射角，折射角大于入射角，

故光由 B 经 O 到 A ，故选 B 。

考点：光的折射定律

【名师点睛】此题是几何光学问题，但是是用函数图像表示的折射角和入射角正弦的关系，起码要知道的是介质的折射率都是大于 1 的，折射率等于“大角”的正弦与“小角”的正弦比值，而在空气中的“角”比较大。

6. 简谐横波在均匀介质中沿直线传播， P 、 Q 是传播方向上相距 10 m 的两质点，波先传到 P ，当波传到 Q 开始计时， P 、 Q 两质点的振动图像如图所示。则



- A. 质点 Q 开始振动的方向沿 y 轴正方向
- B. 该波从 P 传到 Q 的时间可能为 7 s
- C. 该波的传播速度可能为 2 m/s
- D. 该波的波长可能为 6 m

【答案】 AD

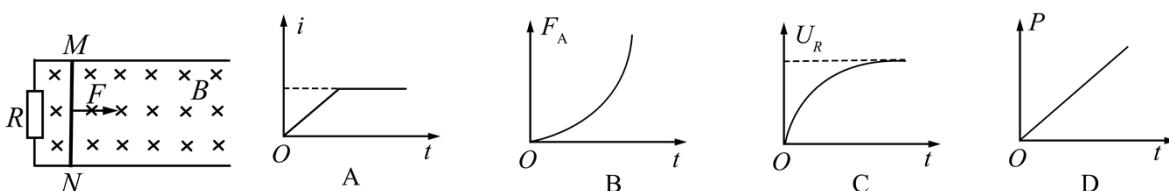
【解析】

试题分析：由图线可知，质点 Q 开始起振的方向沿 y 轴正方向，选项 A 正确；振动由 P 向 Q 传播，由图线可知 $T=6$ s，故振动从 P 传到 Q 的时间可能为 $(nT+4)$ s $=v(6n+4)$ s，($n=1、2、3、\dots$)，故不可能为 7 s 选项 B 错误；根据 $(nT+4)v=10$ m 可得 $v=\frac{10}{6n+4}$ m/s ($n=1、2、3、\dots$)，故波速不可能为 2 m/s，选项 C 错误；根据 $\lambda=vT=\frac{60}{6n+4}$ m，当 $n=1$ 时， $\lambda=6$ m，选项 D 正确；故选 AD。

考点：振动图像；机械波的传播

【名师点睛】此题是对振动图像及机械波传播问题的考查；首先要掌握已知振动图像判断质点振动方向的基本方法以及波速、波长及周期的关系；此题中要考虑波形传播的重复性及多解问题，这是题目的难点所在。

7. 如图所示，电阻不计、间距为 l 的光滑平行金属导轨水平放置于磁感应强度为 B 、方向竖直向下的匀强磁场中，导轨左端接一定值电阻 R 。质量为 m 、电阻为 r 的金属棒 MN 置于导轨上，受到垂直于金属棒的水平外力 F 的作用由静止开始运动，外力 F 与金属棒速度 v 的关系是 $F=F_0+kv$ (F_0 、 k 是常量)，金属棒与导轨始终垂直且接触良好。金属棒中感应电流为 i ，受到的安培力大小为 F_A ，电阻 R 两端的电压为 U_R ，感应电流的功率为 P ，它们随时间 t 变化图像可能正确的有



【答案】BC

【解析】

试题分析：根据牛顿定律可知，某时刻金属棒的加速度为 $a = \frac{F - F_A}{m} = \frac{F_0 + kv - \frac{B^2 L^2 v}{r + R}}{m} = \frac{F_0}{m} + \frac{k - \frac{B^2 L^2}{r + R}}{m} v$ ，若

$k - \frac{B^2 L^2}{r + R} > 0$ ，则金属棒做加速度增加的加速运动，其 $v-t$ 图像如图 1 所示；导体的电流 $I = \frac{BLv}{r + R}$ 可知 I

与 v 成正比，则 $I-t$ 图线应该和 $v-t$ 线形状相同；根据 $F_A = \frac{B^2 L^2 v}{r + R}$ 可知 F_A 与 v 成正比，则 F_A-t 图线应该和

$v-t$ 线形状相同，选项 B 正确；根据 $U_R = \frac{BLRv}{r + R}$ 可知 U_R 与 v 成正比，则 U_R-t 图线应该和 $v-t$ 线形状相同；

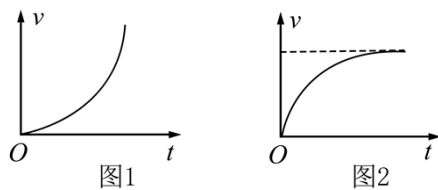
根据 $P = \frac{E^2}{R + r} = \frac{B^2 L^2 v^2}{R + r}$ 可知 P 与 v^2 成正比，则 $P-t$ 图线不应该是直线；同理若 $k - \frac{B^2 L^2}{r + R} < 0$ ，则金属棒

做加速度减小的加速运动，其 $v-t$ 图像如图 2 所示；导体的电流 $I = \frac{BLv}{r + R}$ 可知 I 与 v 成正比，则 $I-t$ 图线应

该和 $v-t$ 线形状相同，选项 A 错误；根据 $F_A = \frac{B^2 L^2 v}{r + R}$ 可知 F_A 与 v 成正比，则 F_A-t 图线应该和 $v-t$ 线形状相

同；根据 $U_R = \frac{BLRv}{r + R}$ 可知 U_R 与 v 成正比，则 U_R-t 图线应该和 $v-t$ 线形状相同，选项 C 正确；根据

$P = \frac{E^2}{R + r} = \frac{B^2 L^2 v^2}{R + r}$ 可知 P 与 v^2 成正比，则 $P-t$ 图线不应该是直线，选项 D 错误；故选 BC。



考点：

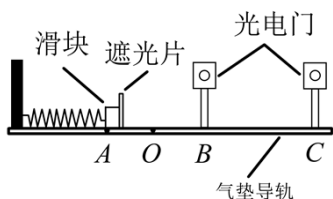
考点：电磁感应现象；安培力；闭合电路欧姆定律；电功率

【名师点睛】此题是电磁感应问题的图像问题，考查了力、电、磁、能等全方位知识；首先要能从牛顿第二定律入手写出加速度的表达式，然后才能知道物体可能做的运动性质；题目中要定量与定性讨论相结合，灵活应用数学中的函数知识讨论解答。

二、非选择题（共 4 题，共 68 分）

8. (17 分)

1. (6 分) 用如图所示的装置测量弹簧的弹性势能。将弹簧放置在水平气垫导轨上，左端固定，右端在 O 点；在 O 点右侧的 B 、 C 位置各安装一个光电门，计时器（图中未画出）与两个光电门相连。先用米尺测得 B 、 C 两点间距离 s ，再用带有遮光片的滑块压缩弹簧到某位置 A ，静止释放，计时器显示遮光片从 B 到 C 所用的时间 t ，用米尺测量 A 、 O 之间的距离 x 。



(1) 计算滑块离开弹簧时速度大小的表达式是_____。

(2) 为求出弹簧的弹性势能，还需要测量_____。

A. 弹簧原长 B. 当地重力加速度 C. 滑块（含遮光片）的质量

(3) 增大 A 、 O 之间的距离 x ，计时器显示时间 t 将_____。

A. 增大 B. 减小 C. 不变

【答案】 (1) $v = \frac{s}{t}$ (2) C (3) B

【解析】

试题分析：(1) 计算滑块离开弹簧时速度大小的表达式是 $v = \frac{s}{t}$ 。

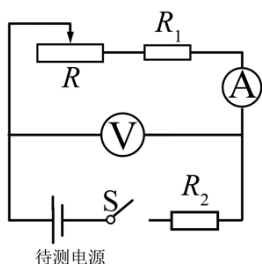
(2) 弹簧的弹性势能等于滑块得到的动能，则为求出弹簧的弹性势能，还需要测量滑块（含遮光片）的质量，故选 C。

(3) 增大 A 、 O 之间的距离 x ，弹簧压缩量变大，滑块得到的速度变大，则滑块经过计时器显示的时间 t 将减小，故选 B。

考点：测量弹簧的弹性势能

【名师点睛】此实验比较简单，实验的原理及步骤都很清楚；实验中引入的计时器装置可与刻度尺结合测量速度；首先要知道测量的物理量的表达式，然后才能知道要测量的物理量。

II. (11 分) 用如图所示电路测量电源的电动势和内阻。实验器材：待测电源（电动势约 3 V，内阻约 2 Ω ），保护电阻 R_1 （阻值 10 Ω ）和 R_2 （阻值 5 Ω ），滑动变阻器 R ，电流表 A，电压表 V，开关 S，导线若干。



实验主要步骤：

- (i) 将滑动变阻器接入电路的阻值调到最大，闭合开关；
- (ii) 逐渐减小滑动变阻器接入电路的阻值，记下电压表的示数 U 和相应电流表的示数 I ；
- (iii) 以 U 为纵坐标， I 为横坐标，作 $U-I$ 图线（ U 、 I 都用国际单位）；
- (iv) 求出 $U-I$ 图线斜率的绝对值 k 和在横轴上的截距 a 。

回答下列问题：

(1) 电压表最好选用_____；电流表最好选用_____。

- A. 电压表（0~3 V，内阻约 15 $k\Omega$ ） B. 电压表（0~3 V，内阻约 3 $k\Omega$ ）
 C. 电流表（0~200 mA，内阻约 2 Ω ） D. 电流表（0~30 mA，内阻约 2 Ω ）

(2) 滑动变阻器的滑片从左向右滑动，发现电压表示数增大。两导线与滑动变阻器接线柱连接情况是_____。

- A. 两导线接在滑动变阻器电阻丝两端接线柱
 B. 两导线接在滑动变阻器金属杆两端接线柱
 C. 一条导线接在滑动变阻器金属杆左端接线柱，另一条导线接在电阻丝左端的接线柱
 D. 一条导线接在滑动变阻器金属杆右端接线柱，另一条导线接在电阻丝右端的接线柱

(3) 选用 k 、 a 、 R_1 和 R_2 表示待测电源的电动势 E 和内阻 r 的表达式 $E=_____$ ， $r=_____$ ，代入数值可得 E 和 r 的测量值。

【答案】(1)A、C (2) C (3) ka ; $k-R_2$

【解析】

试题分析:(1)电压表最好选用内阻较大的 A;电路能达到的最大电流 $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = \frac{3}{10 + 5 + 2} \text{ A} \approx 180 \text{ mA}$,

电流表选用 C。(2)滑动变阻器的滑片从左向右滑动,发现电压表示数增大。说明外电路的电阻变大,滑动变阻器电阻变大,则两导线与滑动变阻器接线柱连接情况是一条导线接在滑动变阻器金属杆左端接线柱,另一条导线接在电阻丝左端接线柱,故选 C。

(3)根据 $U-I$ 图线的在 U 轴上的截距等于电动势 E ,则 $E=ka$;斜率等于内阻与 R_2 之和,则 $r=k-R_2$ 。

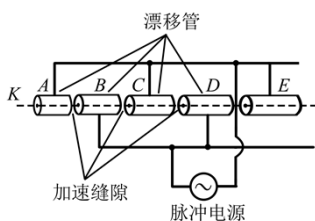
考点:测量电源的电动势和内阻

【名师点睛】此实验是课本上的测量电源的电动势和内阻实验的改进实验;与课本实验不同的地方就是加了两个保护电阻;仪器的选择要考虑实验的误差因素,比如此实验产生误差的是电压表的分流作用,故选择电压表时要尽量用内阻较大的电压表。

9. (15分)

中国科学院 2015 年 10 月宣布中国将在 2020 年开始建造世界上最大的粒子加速器。加速器是人类揭示物质本源的关键设备,在放射治疗、食品安全、材料科学等方面有广泛应用。学&科网

如图所示,某直线加速器由沿轴线分布的一系列金属圆管(漂移管)组成,相邻漂移管分别接在高频脉冲电源的两极。质子从 K 点沿轴线进入加速器并依次向右穿过各漂移管,在漂移管内做匀速直线运动,在漂移管间被电场加速,加速电压视为不变。设质子进入漂移管 B 时速度为 $8 \times 10^6 \text{ m/s}$,进入漂移管 E 时速度为 $1 \times 10^7 \text{ m/s}$,电源频率为 $1 \times 10^7 \text{ Hz}$,漂移管间缝隙很小,质子在每个管内运动时间视为电源周期的 $1/2$ 。质子的荷质比取 $1 \times 10^8 \text{ C/kg}$ 。求:



(1) 漂移管 B 的长度;

(2) 相邻漂移管间的加速电压。

【答案】(1) 0.4 m (2) $6 \times 10^4 \text{ V}$

【解析】

试题分析：(1) 设质子进入漂移管 B 的速度为 v_B ，电源频率、周期分别为 f 、 T ，漂移管 A 的长度为 L ，则

$$T = \frac{1}{f} \quad ①$$

$$L = v_B \frac{T}{2} \quad ②$$

联立①②式并代入数据得 $L = 0.4 \text{ m}$ ③

(2) 设质子进入漂移管 E 的速度为 v_E ，相邻漂移管间的加速电压为 U ，电场对质子所做的功为 W ，质子从漂移管 B 运动到 E 电场做功 W' ，质子的电荷量为 q 、质量为 m ，则

$$W = qU \quad ④$$

$$W' = 3W \quad ⑤$$

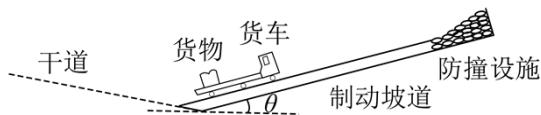
$$W' = \frac{1}{2}mv_E^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 \quad ⑥$$

联立④⑤⑥式并代入数据得 $U = 6 \times 10^4 \text{ V}$ ⑦

考点：动能定理

【名师点睛】此题联系高科技技术-粒子加速器，考查了动能定理的应用，比较简单，只要弄清加速原理即可列出动能定理求解；与现代高科技相联系历来是高考考查的热点问题。

10. (17分) 避险车道是避免恶性交通事故的重要设施，由制动坡床和防撞设施等组成，如图竖直平面内，制动坡床视为与水平面夹角为 θ 的斜面。一辆长 12 m 的载有货物的货车因刹车失灵从干道驶入制动坡床，当车速为 23 m/s 时，车尾位于制动坡床的低端，货物开始在车厢内向车头滑动，当货物在车厢内滑动了 4 m 时，车头距制动坡床顶端 38 m，再过一段时间，货车停止。已知货车质量是货物质量的 4 倍，货物与车厢间的动摩擦因数为 0.4；货车在制动坡床上运动受到的坡床阻力大小为货车和货物总重的 0.44 倍。货物与货车分别视为小滑块和平板，取 $\cos \theta = 1, \sin \theta = 0.1, g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求：



- (1) 货物在车厢内滑动时加速度的大小和方向；
- (2) 制动坡床的长度。

【答案】(1) 5m/s^2 ，方向沿斜面向下 (2) 98m

【解析】

试题分析：(1) 设货物的质量为 m ，货物在车厢内滑动过程中，货物与车厢的动摩擦因数 $\mu = 0.4$ ，受摩擦力

大小为 f ，加速度大小为 a_1 ，则

$$f + mg \sin \theta = ma_1 \quad ①$$

$$f = \mu mg \cos \theta \quad ②$$

联立①②并代入数据得 $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$ ③

a_1 的方向沿制动坡床向下。

(2) 设货车的质量为 M ，车尾位于制动坡床底端时的车速为 $v = 23 \text{ m/s}$ 。货车在车厢内开始滑动到车头距制动坡床顶端 $s_0 = 38 \text{ m}$ 的过程中，用时为 t ，货物相对制动坡床的运动距离为 s_1 ，在车厢内滑动的距离 $s = 4 \text{ m}$ ，货车的加速度大小为 a_2 ，货车相对制动坡床的运动距离为 s_2 。货车受到制动坡床的阻力大小为 F ， F 是货车和货物总重的 k 倍， $k = 0.44$ ，货车长度 $l_0 = 12 \text{ m}$ ，

制动坡床的长度为 l ，则

$$Mg \sin \theta + F - f = Ma_2 \quad ④$$

$$F = k(m + M)g \quad ⑤$$

$$s_1 = vt - \frac{1}{2}a_1 t^2 \quad ⑥$$

$$s_2 = vt - \frac{1}{2}a_2 t^2 \quad ⑦$$

$$s = s_1 - s_2 \quad ⑧$$

$$l = l_0 + s_0 + s_1 \quad ⑨$$

联立①②③-⑨并代入数据得

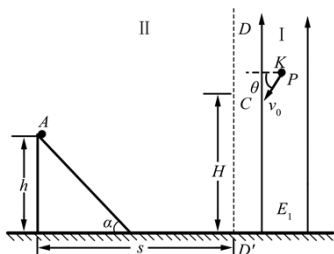
$$l = 98 \text{ m} \quad ⑩$$

考点：匀变速直线运动的应用；牛顿第二定律

【名师点睛】此题依据高速公路的避嫌车道，考查了牛顿第二定律的综合应用；涉及到两个研究对象的多个研究过程；关键是弄清物理过程，分析货物和车的受力情况求解加速度，然后选择合适的物理过程研究解答；此题属于中等题目。

11. (19分) 如图所示，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 有固定在水平面上高 $h = 2l$ 、倾角 $\alpha = \pi/4$ 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 、带电量为 q 的小球

P 在 K 点具有大小 $v_0 = \sqrt{gl}$ 、方向与水平面夹角 $\theta = \pi/3$ 的速度。在区域 I 内做半径 $r = 3l/\pi$ 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 所带电量对空间电磁场的影响。 l 已知， g 为重力加速度。



- (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 $t = \beta\sqrt{l/g}$ (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。

【答案】 (1) $B = \frac{\pi m}{3q} \sqrt{\frac{g}{l}}$ ；(2) $(3 - 2\sqrt{2})\sqrt{\frac{l}{g}}$ (3) 场强极小值为 $E_{\min} = 0$ ；场强极大值为

$$E_{\max} = \frac{7mg}{8q}, \text{ 方向竖直向上。}$$

【解析】

试题分析：(1) 由题知，小球 P 在区域 I 内做匀速圆周运动，有 $m \frac{v_0^2}{r} = qv_0 B$ ①

代入数据解得 $B = \frac{m\pi}{3lq} \sqrt{gl}$ ②

(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 ，到达斜面低端时刻为 t_1 ，

$$\text{有 } t_C = \frac{\theta r}{v_0} \text{ ③}$$

$$s - h \cot \alpha = v_0(t_1 - t_C) \text{ ④}$$

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，有 $mg \sin \alpha = ma_A$ ⑤

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{1}{2} a_A (t_1 - t_A)^2 \text{ ⑥}$$

联立以上方程可得 $t_A = (3 - 2\sqrt{2}) \sqrt{\frac{l}{g}}$ ⑦

(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

$$s = v_0(t - t_C) + \frac{1}{2} a_A (t - t'_A)^2 \cos \alpha \text{ ⑧}$$

$$mg + qE = ma_P \text{ ⑨}$$

$$H - h + \frac{1}{2} a_A (t - t'_A)^2 \sin \alpha = \frac{1}{2} a_P (t - t_C)^2 \text{ ⑩}$$

联立相关方程解得 $E = \frac{(11 - \beta^2)mg}{q(\beta - 1)}$

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 $E_{\max} = \frac{7mg}{8q}$, 方向竖直向上。

考点: 平抛运动; 圆周运动; 牛顿第二定律的应用

【名师点睛】此题是力、电、磁及运动大拼盘, 综合考查带电粒子在磁场中及电场中的运动—圆周运动以及平抛运动和下斜面上的匀加速运动等问题; 解题时要能把这些复杂的物理过程分解为一个一个小过程, 然后各个击破; 此题是有一定难度的; 考查学生综合分析问题, 解决问题的能力. 学科网