

2013 年江苏省高考物理试卷解析版

参考答案与试题解析

一、单项选择题：本题共 5 小题，每小题 3 分，共计 15 分。每小题只有一个选项符合题意。

1. (3 分) 火星和木星沿各自的椭圆轨道绕太阳运行，根据开普勒行星运动定律可知 ()

- A. 太阳位于木星运行轨道的中心
- B. 火星和木星绕太阳运行速度的大小始终相等
- C. 火星与木星公转周期之比的平方等于它们轨道半长轴之比的立方
- D. 相同时间内，火星与太阳连线扫过的面积等于木星与太阳连线扫过的面积

【考点】4D：开普勒定律。

【专题】529：万有引力定律在天体运动中的应用专题。

【分析】熟记理解开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。

【解答】解：A、第一定律的内容为：所有行星分别沿不同大小的椭圆轨道绕太阳运动，太阳处于椭圆的一个焦点上。故 A 错误；

B、第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。行星在此椭圆轨道上运动的速度大小不断变化，故 B 错误；

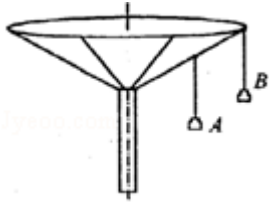
C、若行星的公转周期为 T，则 $\frac{a^3}{T^2} = K$ 常量 K 与行星无关，与中心体有关，故 C 正确；

D、第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等，是对同一个行星而言，故 D 错误；

故选：C。

【点评】正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键。

2. (3 分) 如图所示，“旋转秋千”中的两个座椅 A、B 质量相等，通过相同长度的缆绳悬挂在旋转圆盘上，不考虑空气阻力的影响，当旋转圆盘绕竖直的中心轴匀速转动时，下列说法正确的是 ()



- A. A 的速度比 B 的大
- B. A 与 B 的向心加速度大小相等
- C. 悬挂 A、B 的缆绳与竖直方向的夹角相等
- D. 悬挂 A 的缆绳所受的拉力比悬挂 B 的小

【考点】37：牛顿第二定律；48：线速度、角速度和周期、转速；4A：向心力。

【专题】31：定性思想；43：推理法；519：匀速圆周运动专题。

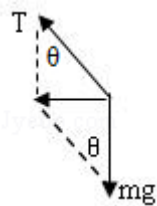
【分析】AB 两个座椅具有相同的角速度，分别代入速度、加速度、向心力的表达式，即可求解。

【解答】解：A、A、B 的角速度相等，根据公式： $v = \omega \cdot r$ ，A 的运动半径小，A 的速度就小。故 A 错误。

B、根据公式： $a = \omega^2 r$ ，A 的运动半径小，A 的向心加速度就小，A 的向心力就小，根据平行四边形定则知，A 对缆绳的拉力就小，故 D 正确，B 错误。

C、对任一座椅，受力如图，由绳子的拉力与重力的合力提供向心力，则得： $mg \tan \theta = m \omega^2 r$ ，则得 $\tan \theta = \frac{\omega^2 r}{g}$ ，A 的半径 r 较小， ω 相等，可知 A 与竖直方向夹角 θ 较小，故 C 错误。

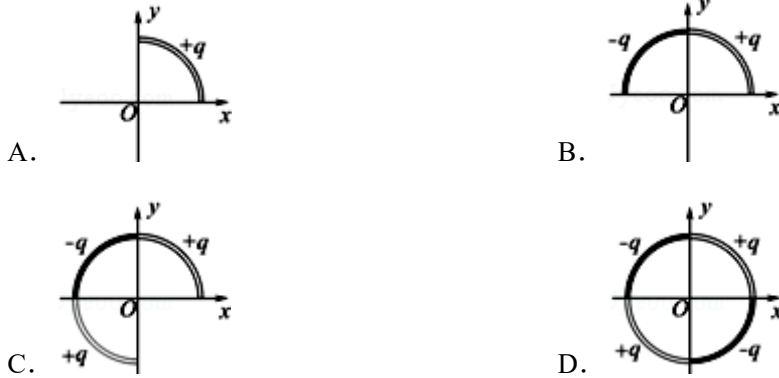
故选：D。



【点评】解决本题的关键知道 A、B 的角速度相等，转动的半径不等，知道向心力的来源，结合牛顿第二定律进行求解，难度不大。

3. (3 分) 下列选项中的各 $\frac{1}{4}$ 圆环大小相同，所带电荷量已在图中标出，且电荷均匀分布，

各 $\frac{1}{4}$ 圆环间彼此绝缘。坐标原点 O 处电场强度最大的是 ()



【考点】A6：电场强度与电场力；AA：电场的叠加.

【专题】532：电场力与电势的性质专题.

【分析】根据点电荷场强的公式和场强叠加原理，与选项相对比，分析求解问题. 分析时要抓住电场线从正电荷出发发无穷远处终止，或从无穷远处出发到负电荷终止.

【解答】解：设 $\frac{1}{4}$ 带电圆环在 O 点产生的场强大小为 E.

A 图中坐标原点 O 处电场强度是 $\frac{1}{4}$ 带电圆环产生的，原点 O 处电场强度大小为 E；

B 图中坐标原点 O 处电场强度是第一象限 $\frac{1}{4}$ 带正电圆环和第二象限 $\frac{1}{4}$ 带负电圆环叠加产生，坐标原点 O 处电场强度大小等于 $\sqrt{2}E$.

C 图中第一象限 $\frac{1}{4}$ 带正电圆环和第三象限 $\frac{1}{4}$ 带正电圆环产生电场相互抵消，所以坐标原点 O 处电场强度是 $\frac{1}{4}$ 带正电圆环和 $\frac{1}{4}$ 带正电圆环产生的，原点 O 处电场强度大小为 E；

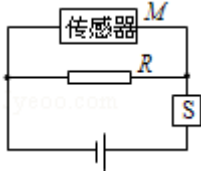
D 图中第一象限 $\frac{1}{4}$ 带正电圆环和第三象限 $\frac{1}{4}$ 带正电圆环产生电场相互抵消，第二象限 $\frac{1}{4}$ 带负电圆环和第四象限 $\frac{1}{4}$ 带负电圆环产生电场相互抵消，所以坐标原点 O 处电场强度为 0.

所以坐标原点 O 处电场强度最大的是 B.

故选：B.

【点评】本题关键抓住对称性和叠加原理分析 O 点的场强. 要求学生在牢固的掌握基本知识的基础上要能过灵活的分析问题.

4. (3分) 在输液时, 药液有时会从针口流出体外, 为了及时发现, 设计了一种报警装置, 电路如图所示. M 是贴在针口处的传感器, 接触到药液时其电阻 R_M 发生变化, 导致 S 两端电压 U 增大, 装置发出警报, 此时 ()



- A. R_M 变大, 且 R 越大, U 增大越明显
 B. R_M 变大, 且 R 越小, U 增大越明显
 C. R_M 变小, 且 R 越大, U 增大越明显
 D. R_M 变小, 且 R 越小, U 增大越明显

【考点】BB: 闭合电路的欧姆定律.

【专题】16: 压轴题; 535: 恒定电流专题.

【分析】 M 与 R 并联后与 S 串联, 由 S 两端电压 U 增大可知电流增大, 则 R_M 减小; 再利用极限法判断可知, R 越大, U 变化越明显.

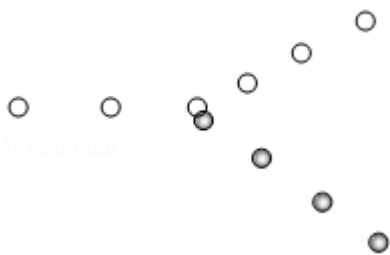
【解答】解: 由 S 两端电压 U 增大可知干路电流增大, 由欧姆定律 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$ 可知总电阻减小, 所以传感器的电阻 R_M 变小;

极限法: 假设 R 很小, 甚至为零, 则传感器部分的电路被短路, 故传感器 R_M 的大小变化对 S 的电压就无影响, 则 R 越大, U 增大越明显, 故 ABD 错误, C 正确.

故选: C.

【点评】本题是电路的动态分析问题, 考查了学生分析、推理能力, 注意极限思想在物理中经常用到.

5. (3分) 水平面上, 一白球与一静止的灰球碰撞, 两球质量相等. 碰撞过程的频闪照片如图所示, 据此可推断, 碰撞过程中系统损失的动能约占碰撞前动能的 ()



- A. 30% B. 50% C. 70% D. 90%

【考点】53：动量守恒定律；6C：机械能守恒定律。

【专题】16：压轴题；52K：动量与动能定理或能的转化与守恒定律综合。

【分析】根据频闪照片，根据却是守恒定律研究碰撞后两球速度大小与碰撞前白球速度大小的关系，即可研究碰撞过程中系统损失的动能。

【解答】解：设碰撞前白球的速度大小为 $2v$ ，由图看出，碰撞后两球的速度大小相等，速度之间的夹角约为 60° ，设碰撞后两球的速度大小为 v'

根据动量守恒得：水平方向有： $m \cdot 2v = 2mv' \cos 30^\circ$ ，

解得， $v' = \frac{2\sqrt{3}}{3}v$

则碰撞过程中系统损失的动能为 $\Delta E_k = \frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2} \cdot 2mv'^2 = \frac{2}{3}mv^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}m(2v)^2$ ，即

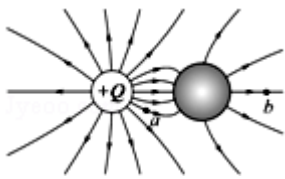
碰撞过程中系统损失的动能约占碰撞前动能的 $\frac{1}{3}$ 。

故选：A。

【点评】本题首先要根据照片的信息，知道两球速度大小近似相等，再由动量守恒求解碰撞前后速度大小的关系。

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共计 16 分。每小题有多个选项符合题意。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，错选或不答的得 0 分。

6. (4 分) 将一电荷量为 $+Q$ 的小球放在不带电的金属球附近，所形成的电场线分布如图所示，金属球表面的电势处处相等。a、b 为电场中的两点，则 ()



- A. a 点的电场强度比 b 点的大
- B. a 点的电势比 b 点的高
- C. 检验电荷 $-q$ 在 a 点的电势能比在 b 点的大
- D. 将检验电荷 $-q$ 从 a 点移到 b 点的过程中，电场力做负功

【考点】A6：电场强度与电场力；A7：电场线；AC：电势；AE：电势能与电场力做功。

【专题】532：电场力与电势的性质专题.

【分析】电场线的疏密表示场强的大小；a点所在的电场线从Q出发到不带电的金属球终止，所以a点的电势高于金属球的电势，而b点所在处的电场线从金属球发出到无穷远，所以金属球的电势高于b点的电势；电势越高的地方，负电荷具有的电势能越小.

【解答】解：A：电场线的疏密表示场强的大小，故A正确；

B：a点所在的电场线从Q出发到不带电的金属球终止，所以a点的电势高于金属球的电势，而b点所在处的电场线从金属球发出到无穷远，所以金属球的电势高于b点的电势。故B正确；

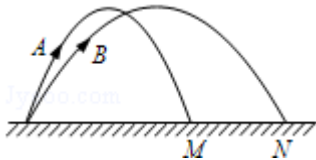
C：电势越高的地方，负电荷具有的电势能越小，即负电荷在a点的电势能较b点小，故C错误；

D：由上知， $-q$ 在a点的电势能较b点小，则把 $-q$ 电荷从电势能小的a点移动到电势能大的b点，电势能增大，电场力做负功。故D正确。

故选：ABD。

【点评】该题考查电场线的特点与电场力做功的特点，解题的关键是电场力做正功，电势能减小；电场力做负功，电势能增加。

7. (4分) 如图所示，从地面上同一位置抛出两小球A、B，分别落在地面上的M、N点，两球运动的最大高度相同。空气阻力不计，则()



- A. B的加速度比A的大
- B. B的飞行时间比A的长
- C. B在最高点的速度比A在最高点的大
- D. B在落地时的速度比A在落地时的大

【考点】44：抛体运动；45：运动的合成和分解；6C：机械能守恒定律.

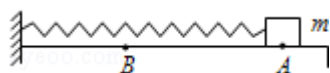
【专题】52E：机械能守恒定律应用专题.

【分析】由题知，两球均做斜抛运动，运用运动的分解法可知：水平方向做匀速直线运动，竖直方向做竖直上抛运动，两球的加速度相同，由竖直高度相同，由运动学公式分析竖直方向的初速度关系，即可知道水平初速度的关系。两球在最高点的速度等于水平初速度。由速度合成分析初速度的关系，即可由机械能守恒知道落地速度的大小关系。

- B、增大交流电源的电压，副线圈两端电压也增大，B 正确；
 C、增大交流电源的频率通过电容器的电流更大，C 正确；
 D、减小电容器 C 的电容，增加了容抗，通过灯泡的电流减小，灯泡变暗，D 错误；
 故选：BC。

【点评】本题考查了变压器的变压原理和电容器对交流电的影响，通高频阻低频。

9. (4 分) 如图所示，水平桌面上的轻质弹簧一端固定，另一端与小物块相连。弹簧处于自然长度时物块位于 O 点（图中未标出）。物块的质量为 m ， $AB=a$ ，物块与桌面间的动摩擦因数为 μ 。现用水平向右的力将物块从 O 点拉至 A 点，拉力做的功为 W 。撤去拉力后物块由静止向左运动，经 O 点到达 B 点时速度为零。重力加速度为 g 。则上述过程中()



- A. 物块在 A 点时，弹簧的弹性势能等于 $W - \frac{1}{2}\mu m g a$
 B. 物块在 B 点时，弹簧的弹性势能小于 $W - \frac{3}{2}\mu m g a$
 C. 经 O 点时，物块的动能小于 $W - \mu m g a$
 D. 物块动能最大时弹簧的弹性势能小于物块在 B 点时弹簧的弹性势能

【考点】6B：功能关系；8G：能量守恒定律。

【专题】16：压轴题；52E：机械能守恒定律应用专题。

【分析】到达 B 点时速度为 0，但加速度不一定是零，即不一定合力为 0，这是此题的不确定处。弹簧作阻尼振动，如果接触面摩擦系数 μ 很小，则动能为最大时时弹簧伸长量较小（此时弹力等于摩擦力 $\mu m g$ ），而弹簧振幅变化将很小，B 点弹簧伸长大于动能最大点；如果 μ 较大，则动能最大时，弹簧伸长量较大，（因弹力等于摩擦力， μ 较大，摩擦力也较大，同一个弹簧，则需要较大伸长量，弹力才可能与摩擦力平衡），而此时振幅变化很大，即振幅将变小，则物块将可能在离 O 点很近处，就处于静止（速度为 0，加速度也为 0），此时 B 点伸长量可能小于动能最大时伸长量，B 点势能可能小于动能最大处势能。至于物块在 A 点或 B 点时弹簧的弹性势能，由功能关系和动能定理分析讨论即可。

【解答】解：A、如果没有摩擦力，则 O 点应该在 AB 中间，由于有摩擦力，物体从 A 到 B 过程中机械能损失，故无法到达没有摩擦力情况下的 B 点，也即 O 点靠近 B 点。

故 $OA > \frac{a}{2}$ ，此过程物体克服摩擦力做功大于 $\frac{1}{2}\mu m g a$ ，所以物块在 A 点时，弹簧的弹性

势能小于 $W - \frac{1}{2}\mu m g a$ ，故 A 错误；

B、由 A 分析得物块从开始运动到最终停在 B 点，路程大于 $a + \frac{a}{2} = \frac{3a}{2}$ ，故整个过程物体

克服阻力做功大于 $\frac{3}{2}\mu m g a$ ，故物块在 B 点时，弹簧的弹性势能小于 $W - \frac{3}{2}\mu m g a$ ，故 B

正确；

C、从 O 点开始到再次到达 O 点，物体路程大于 a，故由动能定理得，物块的动能小于 $W - \mu m g a$ ，故 C 正确；

D、物块动能最大时，弹力等于摩擦力，而在 B 点弹力与摩擦力的大小关系未知，故物块动能最大时弹簧伸长量与物块在 B 点时弹簧伸长量大小未知，故此两位置弹性势能大小关系不好判断，故 D 错误。

故选：BC。

【点评】 利用反证法得到 O 点并非 AB 连线的中点是很巧妙的，此外要求同学对功能关系和动能定理理解透彻

三、简答题：必做题，请将解答填写在答题卡相应的位置。

10. (8分) 为探究小灯泡的电功率 P 和电压 U 的关系，小明测量小灯泡的电压 U 和电流 I，利用 $P=UI$ 得到电功率。实验所使用的小灯泡规格为“3.0V，1.8W”，电源为 12V 的电池，滑动变阻器的最大阻值为 10Ω 。

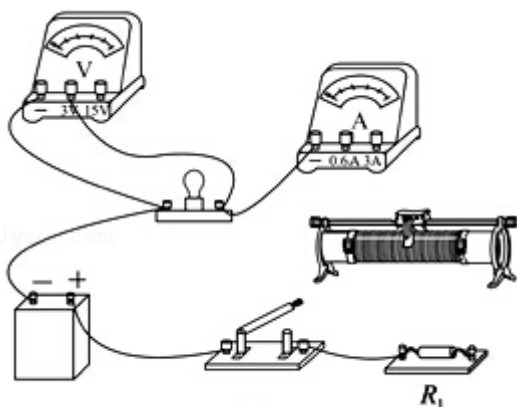


图1

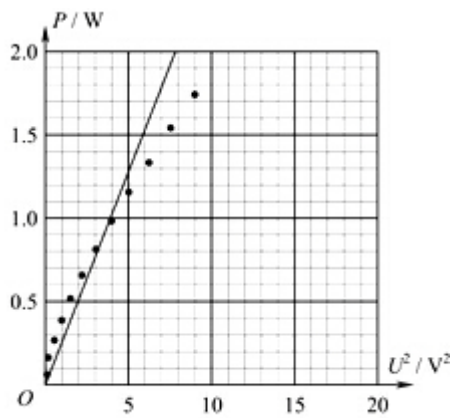


图2

(1) 准备使用的实物电路如图 1 所示。请将滑动变阻器接入电路的正确位置。(用笔画

线代替导线)

(2) 现有 10Ω 、 20Ω 和 50Ω 的定值电阻，电路中的电阻 R_1 应选 10 Ω 的定值电阻。

(3) 测量结束后，应先断开开关，拆除 电池 两端的导线，再拆除其他导线，最后整理好器材。

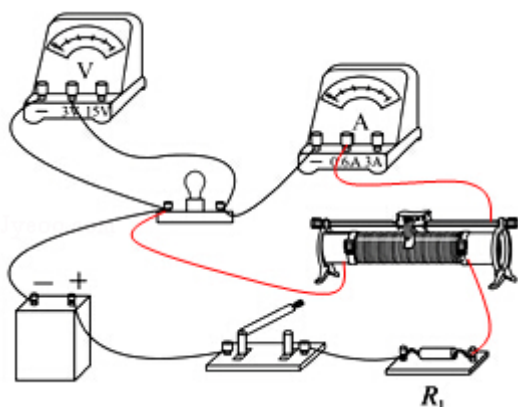
(4) 小明处理数据后将 P 、 U^2 描点在坐标纸上，并作出了一条直线，如图 2 所示。请指出图象中不恰当的地方。

【考点】 N5: 描绘小电珠的伏安特性曲线。

【专题】 13: 实验题; 16: 压轴题; 535: 恒定电流专题。

【分析】 测定小灯泡伏安特性曲线实验要求电流从零调，所以滑动变阻器应用分压式接法；做电学实验为保护电流表，需要串联一个保护电阻，保护电阻的值应根据欧姆定律算出；画图象时若各点不在一条直线上时，应用平滑的曲线连接。

【解答】 解：(1) 从 $P-U^2$ 图象可知电压从零调，所以滑动变阻器应用分压式接法，变阻器连接如图所示



(2) 当变阻器的输出电压最大时，通过小灯泡的电流为额定电流 $I = \frac{P}{U} = \frac{1.8}{3} \text{A} = 0.6 \text{A}$ ，

根据欧姆定律通过变阻器的电流为 $I_{\text{变}} = \frac{U}{R_{\text{变}}} = \frac{3}{10} \text{A} = 0.3 \text{A}$ ，所以通过电源的电流为

$I' = I + I_{\text{变}} = 0.6 + 0.3 = 0.9 \text{A}$ ，根据闭合电路欧姆定律，应有 $E = U + I' \cdot (r + R_0)$ ，解得

$R_0 + r = \frac{E - U}{I'} = \frac{12 - 3}{0.9} \Omega = 10 \Omega$ ，所以保护电阻应选 10Ω 的定值电阻；

(3) 根据安全性原则, 测量结束后, 应先断开开关, 拆除电池两端的导线, 再拆除其他导线, 最后整理好器材.

(4) 图象中不恰当的地方有①图线不应画直线, 应用平滑的曲线连接; ②横坐标标度太大.

故答案为 (1) 如图;

(2) 10;

(3) 电池;

(4) 图线不应画直线, 应用平滑的曲线连接; 横坐标标度太大.

【点评】测定小灯泡的伏安特性曲线实验变阻器应用分压式接法, 选择保护电阻时应根据闭合电路欧姆定律求出电路中的最小电阻, 然后再选择.

11. (10分) 某兴趣小组利用自由落体运动测定重力加速度, 实验装置如图所示. 倾斜的球槽中放有若干个小铁球, 闭合开关 K, 电磁铁吸住第 1 个小球. 手动敲击弹性金属片 M, M 与触头瞬间分开, 第 1 个小球开始下落, M 迅速恢复, 电磁铁又吸住第 2 个小球. 当第 1 个小球撞击 M 时, M 与触头分开, 第 2 个小球开始下落... 这样, 就可测出多个小球下落的总时间.

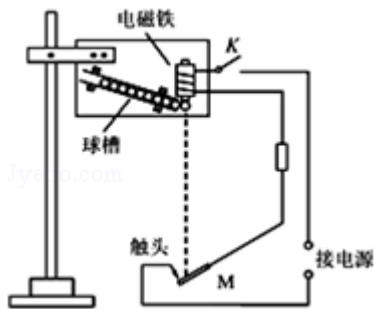
(1) 在实验中, 下列做法正确的有 BD.

- A. 电路中的电源只能选用交流电源
- B. 实验前应将 M 调整到电磁铁的正下方
- C. 用直尺测量电磁铁下端到 M 的竖直距离作为小球下落的高度
- D. 手动敲击 M 的同时按下秒表开始计时

(2) 实验测得小球下落的高度 $H=1.980\text{m}$, 10 个小球下落的总时间 $T=6.5\text{s}$. 可求出重力加速度 $g=\underline{9.4}\text{ m/s}^2$. (结果保留两位有效数字)

(3) 在不增加实验器材的情况下, 请提出减小实验误差的两个办法.

(4) 某同学考虑到电磁铁在每次断电后需要时间 Δt 磁性才消失, 因此, 每个小球的实际下落时间与它的测量时间相差 Δt , 这导致实验误差. 为此, 他分别取高度 H_1 和 H_2 , 测量 n 个小球下落的总时间 T_1 和 T_2 . 他是否可以利用这两组数据消除 Δt 对实验结果的影响? 请推导说明.



【考点】 M5: 测定匀变速直线运动的加速度.

【专题】 13: 实验题; 16: 压轴题; 514: 自由落体运动专题.

【分析】 (1) 首先要明确电路结构、实验原理即可正确解答;

(2) 根据自由落体运动规律 $s = \frac{1}{2}gt^2$ 可以求出重力加速度大小;

(3) 误差主要来自小球下落过程中空气阻力的影响, 由此可正确解答;

(4) 根据自由落体运动规律结合数学知识可正确求解.

【解答】 解: (1) A、电路中的电源目的是线圈产生磁性, 因此直流电也可以, 故 A 错误;

B、小球沿竖直方向自由下落, 因此要使小球能够撞击 M, M 调整到电磁铁的正下方, 故 B 正确;

C、球的正下方到 M 的竖直距离作为小球下落的高度, 故 C 错误;

D、敲击 M 的同时小球开始下落, 因此此时应该计时, 故 D 正确.

故答案为: BD.

(2) 一个小球下落的时间为: $t = \frac{t_{总}}{n} = \frac{6.5s}{10} = 0.65s$

根据自由落体运动规律 $s = \frac{1}{2}gt^2$ 可得:

$$g = \frac{2h}{t^2} = \frac{2 \times 1.980}{(0.65)^2} \approx 9.4m/s^2$$

(3) 通过多次测量取平均值可以减小误差, 同时该实验的误差主要来自小球下落过程中空气阻力的影响, 因此增加小球下落的高度或者选择密度更大的实心金属球.

(4) 由自由落体运动的规律可得:

$$H_1 = \frac{1}{2}g\left(\frac{T_1}{n} - \Delta t\right)^2 \text{①}$$

$$H_2 = \frac{1}{2}g\left(\frac{T_2}{n} - \Delta t\right)^2 \text{②}$$

联立①②可得： $g = \frac{2n^2(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})^2}{(T_1 - T_2)^2}$ ，因此可以消去 Δt 对实验结果的影响。

故答案为：（1）BD，（2）9.4，（3）增加小球下落的高度；多次重复实验结果取平均值，（4）可以。

【点评】对于实验问题一定要明确实验原理，并且亲自动手实验，熟练应用所学基本规律解决实验问题。

四. 选做题：本题包括 12、13、14 三小题，请选定其中两小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按 12、13 两小题评分。

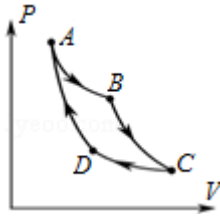
12.（12 分）如图所示，一定质量的理想气体从状态 A 依次经过状态 B、C 和 D 后再回到状态 A。其中，A→B 和 C→D 为等温过程，B→C 和 D→A 为绝热过程（气体与外界无热量交换）。这就是著名的“卡诺循环”。

（1）该循环过程中，下列说法正确的是 C。

- A. A→B 过程中，外界对气体做功
- B. B→C 过程中，气体分子的平均动能增大
- C. C→D 过程中，单位时间内碰撞单位面积器壁的分子数增多
- D. D→A 过程中，气体分子的速率分布曲线不发生变化

（2）该循环过程中，内能减小的过程是 B→C（选填“A→B”、“B→C”、“C→D”或“D→A”）。若气体在 A→B 过程中吸收 63kJ 的热量，在 C→D 过程中放出 38kJ 的热量，则气体完成一次循环对外做的功为 25 kJ。

（3）若该循环过程中的气体为 1mol，气体在 A 状态时的体积为 10L，在 B 状态时压强为 A 状态时的 $\frac{2}{3}$ 。求气体在 B 状态时单位体积内的分子数。（已知阿伏加德罗常数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ ，计算结果保留一位有效数字）



【考点】8F：热力学第一定律；99：理想气体的状态方程.

【专题】54B：理想气体状态方程专题.

【分析】A→B过程中，体积增大，气体对外界做功，B→C过程中，绝热膨胀，气体对外做功，温度降低，C→D过程中，等温压缩，D→A过程中，绝热压缩，外界对气体做功，温度升高；由 $\Delta U=Q+W$ 知，气体完成一次循环对外做的功为 $W=25\text{KJ}$.

【解答】解：（1）A、A→B过程中，体积增大，气体对外界做功，A 错误；

B、B→C过程中，绝热膨胀，气体对外做功，温度降低，气体分子的平均动能减小，B 错误；

C、C→D过程中，等温压缩，单位时间内碰撞单位面积器壁的分子数增多，C 正确；

D、D→A过程中，绝热压缩，外界对气体做功，温度升高，气体分子的速率分布曲线发生变化，D 错误；

故选 C

（2）B→C过程中，绝热膨胀，气体对外做功，温度降低，内能减小；由 $\Delta U=Q+W$ 知，气体完成一次循环对外做的功为 $W=25\text{KJ}$

（3）A→B 为等温过程，则 $10P=\frac{2}{3}PV$ ，所以 $V=15\text{L}$ ，在 B 状态时单位体积内的分子数

$$= \frac{1 \times 6 \times 10^{23}}{15 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{25} \text{m}^{-3}$$

答案为（1）C （2）B→C 25 （3） $4 \times 10^{25} \text{m}^{-3}$

【点评】本题考查了理想气体状态方程，要理解各过程气体的变化，选择相应的状态方程.

13. (12分) [选修3-4]

（1）如图1所示的装置，弹簧振子的固有频率是4Hz。现匀速转动把手，给弹簧振子以周期性的驱动力，测得弹簧振子振动达到稳定时的频率为1Hz，则把手转动的频率为 A。

A. 1Hz B. 3Hz C. 4Hz D. 5Hz

(2) 如图 2 所示, 两艘飞船 A、B 沿同一直线同向飞行, 相对地面的速度均为 v (v 接近光速 c). 地面上测得它们相距为 L , 则 A 测得两飞船间的距离 大于 (选填“大于”、“等于”或“小于”) L . 当 B 向 A 发出一光信号, A 测得该信号的速度为 c .

(3) 图 3 为单反照相机取景器的示意图, ABCDE 为五棱镜的一个截面, $AB \perp BC$. 光线垂直 AB 射入, 分别在 CD 和 EA 上发生反射, 且两次反射的入射角相等, 最后光线垂直 BC 射出. 若两次反射都为全反射, 则该五棱镜折射率的最小值是多少? (计算结果可用三角函数表示)

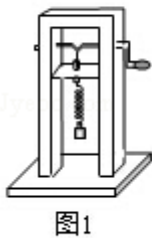


图1

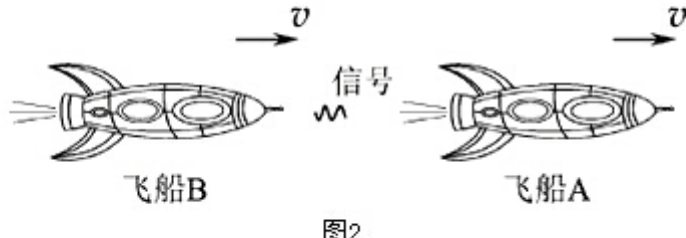


图2

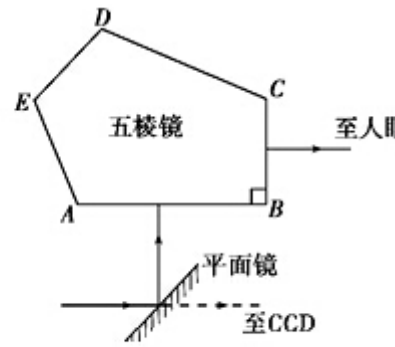


图3

【考点】 7A: 产生共振的条件及其应用; H3: 光的折射定律.

【专题】 16: 压轴题; 54D: 光的折射专题.

【分析】 (1) 物体做受迫振动的频率等于驱动力的频率, 与物体的固有频率无关.

(2) 根据长度的相对性判断两飞船间的距离, 根据光速不变原理判断 A 测得信号的速度.

(3) 根据几何关系求出入射角, 通过折射定律求出五棱镜折射率的最小值.

【解答】 解: (1) 弹簧振子振动达到稳定时的频率为 1Hz, 即受迫振动的频率为 1Hz, 则驱动力的频率为 1Hz. 故 A 正确, B、C、D 错误.

故选 A.

(2) 根据 $L = L_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}$, L_0 为在相对静止参考系中的长度, L 为在相对运动参考系中的长度, 地面上测得它们相距为 L , 是以高速飞船为参考系, 而 A 测得的长度为以静止参考系的长度, 大于 L . 根据光速不变原理, 则 A 测得该信号的速度为 c .

(3) 设入射到 CD 面上的入射角为 θ , 因为在 CD 和 EA 上发生反射, 且两次反射的入射角相等.

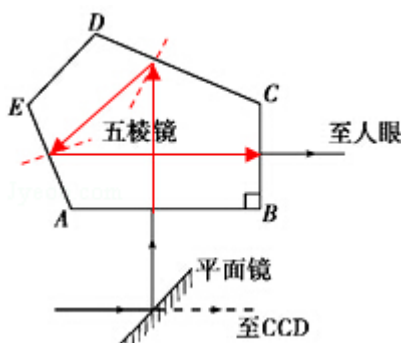
根据几何关系有: $4\theta = 90^\circ$

解得 $\theta = 22.5^\circ$

根据 $\sin\theta = \frac{1}{n}$

解得最小折射率 $n = \frac{1}{\sin 22.5^\circ}$.

故答案为：(1) A (2) 大于 c (3) $n = \frac{1}{\sin 22.5^\circ}$



【点评】 本题考查了机械振动、相对论、几何光学等知识点，难度不大，是高考的热点问题，需加强训练。

14. [选修3-5]

(1) 如果一个电子的德布罗意波长和一个中子的相等，则它们的 C 也相等。

- A. 速度 B. 动能 C. 动量 D. 总能量

(2) 根据玻尔原子结构理论，氦离子 (He^+) 的能级图如图 1 所示。电子处在 $n=3$ 轨道上比处在 $n=5$ 轨道上离氦核的距离 近 (选填“近”或“远”)。当大量 He^+ 处在 $n=4$ 的激发态时，由于跃迁所发射的谱线有 6 条。

(3) 如图 2 所示，进行太空行走的宇航员 A 和 B 的质量分别为 80kg 和 100kg，他们携手远离空间站，相对空间站的速度为 0.1m/s。A 将 B 向空间站方向轻推后，A 的速度变为 0.2m/s，求此时 B 的速度大小和方向。

n	He^+	E (eV)
∞		0
6		-1.51
5		-2.18
4		-3.40
3		-6.04
2		-13.6
1		-54.4

图1

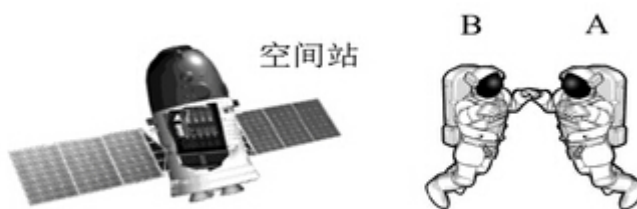


图2

【考点】53：动量守恒定律；J4：氢原子的能级公式和跃迁.

【专题】16：压轴题；52F：动量定理应用专题.

【分析】(1) 德布罗意波长为 $\lambda = \frac{h}{P}$, P 是动量, h 是普朗克常量.

(2) 根据玻尔原子理论, 电子在不同能级的轨道半径满足 $r_n = n^2 r_1$, 激发发态跃迁的谱线满足 $\frac{n(n-1)}{2}$

(3) 根据动量守恒求解即可.

【解答】解:

(1) 根据德布罗意波长公式 $\lambda = \frac{h}{P}$, 一个电子的德布罗意波长和一个中子的波长相等, 则动量 P 亦相等, 故答案选 C;

(2) 根据玻尔原子理论, 能级越高的电子离核距离越大, 故电子处在 $n=3$ 轨道上比处在 $n=5$ 轨道上离氢核的距离近. 跃迁发出的谱线条数为 $\frac{n(n-1)}{2}$, 代入 $n=4$ 得有 6 条谱线, 故答案为 6.

(3) 取 v_0 远离空间站的方向为正方向, 则 A 和 B 开始的速度为 $v_0=0.1\text{m/s}$ 远离空间站, 推开后, A 的速度 $v_A=0.2\text{m/s}$, 此时 B 的速度为 v_B , 根据动量守恒定律有:

$$(m_A+m_B)v_0=m_Av_A+m_Bv_B$$

代入数据解得: $v_B=0.02\text{m/s}$

方向沿远离空间站方向;

故答案为:

(1) C;

(2) 近、6

(3) 0.02m/s , 方向远离空间站方向.

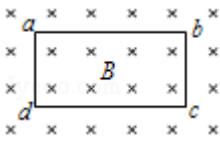
【点评】本题主要考查德布罗意波和玻尔原子理论, 在考纲中属于基本要求, 第三问结合航天考查动量守恒也属于基础题, 作为 2013 年江苏高考题难度不是很大.

五、计算题: 本题共 3 小题, 共计 47 分. 解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤. 只写出最后答案的不能得分. 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单

位.

15. (15分) 如图所示, 匀强磁场中有一矩形闭合线圈 $abcd$, 线圈平面与磁场垂直. 已知线圈的匝数 $N=100$, 边长 $ab=1.0\text{m}$ 、 $bc=0.5\text{m}$, 电阻 $r=2\Omega$. 磁感应强度 B 在 $0\sim 1\text{s}$ 内从零均匀变化到 0.2T . 在 $1\sim 5\text{s}$ 内从 0.2T 均匀变化到 -0.2T , 取垂直纸面向里为磁场的正方向. 求:

- (1) 0.5s 时线圈内感应电动势的大小 E 和感应电流的方向;
- (2) 在 $1\sim 5\text{s}$ 内通过线圈的电荷量 q ;
- (3) 在 $0\sim 5\text{s}$ 内线圈产生的焦耳热 Q .



【考点】 D8: 法拉第电磁感应定律; DD: 电磁感应中的能量转化.

【专题】 538: 电磁感应——功能问题.

【分析】 (1) 由题可确定磁感应强度 B 的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$, 根据法拉第电磁感应定律求出感应电动势, 根据楞次定律判断感应电流的方向;

(2) 由法拉第电磁感应定律、欧姆定律和电流的定义式 $I=\frac{q}{t}$ 结合求解电量;

(3) 分析两个时间段: $0\sim 1\text{s}$ 和 $1\sim 5\text{s}$, 由焦耳定律分别求出热量, 即可得到总热量;

【解答】 解: (1) 在 $0\sim 1\text{s}$ 内, 磁感应强度 B 的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{0.2-0}{1}\text{T/s}=0.2\text{T/s}$,

由于磁通量均匀变化, 在 $0\sim 1\text{s}$ 内线圈中产生的感应电动势恒定不变, 则根据法拉第电磁感应定律得:

$$0.5\text{s} \text{ 时线圈内感应电动势的大小 } E_1 = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = N \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot ab \cdot bc = 100 \times 0.2 \times 1 \times 0.5 = 10\text{V}$$

根据楞次定律判断得知, 线圈中感应方向为逆时针方向.

(2) 在 $1\sim 5\text{s}$ 内, 磁感应强度 B 的变化率大小为 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{0.2-(-0.2)}{4}\text{T/s}=0.1\text{T/s}$,

由于磁通量均匀变化, 在 $1\sim 5\text{s}$ 内线圈中产生的感应电动势恒定不变, 则

根据法拉第电磁感应定律得：1~5s 时线圈内感应电动势的大小 $E_2 = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = N \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot ab \cdot bc$
 $= 100 \times 0.1 \times 1 \times 0.5 = 5V$

通过线圈的电荷量为 $q = I_2 t_2 = \frac{E_2}{R} t_2 = \frac{5}{2} \times 4C = 10C$;

(3) 在 0~1s 内，线圈产生的焦耳热为 $Q_1 = \frac{E_1^2}{R} t_1 = \frac{10^2}{2} \times 1J = 50J$

在 1~5s 内，线圈产生的焦耳热为 $Q_2 = \frac{E_2^2}{R} t_2 = \frac{5^2}{2} \times 4J = 50J$ 。

故在 0~5s 内线圈产生的焦耳热 $Q = Q_1 + Q_2 = 100J$ 。

答：

(1) 0.5s 时线圈内感应电动势的大小 E 为 10V，感应方向为逆时针方向。

(2) 在 1~5s 内通过线圈的电荷量 q 为 10C。

(3) 在 0~5s 内线圈产生的焦耳热 Q 为 100J。

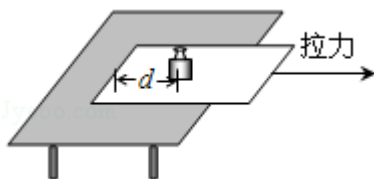
【点评】 本题是法拉第电磁感应定律、欧姆定律、焦耳定律和楞次定律等知识的综合应用，这些都是电磁感应现象遵守的基本规律，要熟练掌握，并能正确应用。

16. (16 分) 如图所示，将小砝码置于桌面上的薄纸板上，用水平向右的拉力将纸板迅速抽出，砝码的移动很小，几乎观察不到，这就是大家熟悉的惯性演示实验。若砝码和纸板的质量分别为 m_1 和 m_2 ，各接触面间的动摩擦因数均为 μ 。重力加速度为 g 。

(1) 当纸板相对砝码运动时，求纸板所受摩擦力的大小；

(2) 要使纸板相对砝码运动，求所需拉力的大小；

(3) 本实验中， $m_1 = 0.5kg$ ， $m_2 = 0.1kg$ ， $\mu = 0.2$ ，砝码与纸板左端的距离 $d = 0.1m$ ，取 $g = 10m/s^2$ 。若砝码移动的距离超过 $l = 0.002m$ ，人眼就能感知。为确保实验成功，纸板所需的拉力至少多大？



【考点】 29：物体的弹性和弹力；37：牛顿第二定律。

【专题】11：计算题；22：学科综合题；32：定量思想；4C：方程法；522：牛顿运动定律综合专题。

【分析】(1) 应用摩擦力公式求出纸板与砝码受到的摩擦力，然后求出摩擦力大小。

(2) 应用牛顿第二定律求出加速度，要使纸板相对于砝码运动，纸板的加速度应大于砝码的加速度，然后求出拉力的最小值。

(3) 应用运动学公式求出位移，然后求出拉力大小

【解答】解：(1) 砝码和桌面对纸板的摩擦力分别为： $f_1 = \mu m_1 g$ ， $f_2 = \mu (m_1 + m_2) g$
纸板所受摩擦力的大小： $f = f_1 + f_2 = \mu (2m_1 + m_2) g$

(2) 设砝码的加速度为 a_1 ，纸板的加速度为 a_2 ，

则有： $f_1 = m_1 a_1$ ， $F - f_1 - f_2 = m_2 a_2$

发生相对运动需要 $a_2 > a_1$

代入数据解得： $F > 2\mu (m_1 + m_2) g$

(3) 为确保实验成功，即砝码移动的距离不超过 $l = 0.002\text{m}$ ，纸板抽出时砝码运动的最大距离为：

$$x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2,$$

纸板运动距离为： $d + x_1 = \frac{1}{2} a_2 t_1^2$

纸板抽出后砝码运动的距离为： $x_2 = \frac{1}{2} a_3 t_2^2$ ，

$$L = x_1 + x_2$$

由题意知 $a_1 = a_3$ ， $a_1 t_1 = a_3 t_2$

代入数据联立得： $F = 22.4\text{N}$

答：(1) 纸板所受摩擦力的大小为 $\mu (2m_1 + m_2) g$ ；

(2) 所需拉力的大小 $F > 2\mu (m_1 + m_2) g$ ；

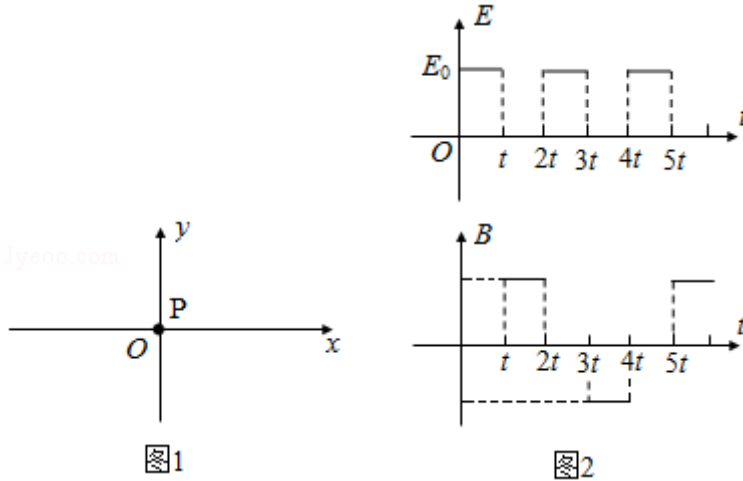
(3) 纸板所需的拉力至少 22.4N 。

【点评】这是 2013 年江苏高考题，考查了连接体的运动，应用隔离法分别受力分析，列运动方程，难度较大。

17. (16 分) 在科学研究中，可以通过施加适当的电场和磁场来实现对带电粒子运动的控制。

如图 1 所示的 xOy 平面处于匀强电场和匀强磁场中，电场强度 E 和磁感应强度 B 随时间

t 作周期性变化的图象如图 2 所示。x 轴正方向为 E 的正方向，垂直纸面向里为 B 的正方向。在坐标原点 O 有一粒子 P ，其质量和电荷量分别为 m 和 $+q$ 。不计重力。在 $t = \tau/2$ 时刻释放 P ，它恰能沿一定轨道做往复运动。



- (1) 求 P 在磁场中运动时速度的大小 v_0 ;
- (2) 求 B_0 应满足的关系;
- (3) 在 t_0 ($0 < t_0 < \tau/2$) 时刻释放 P ，求 P 速度为零时的坐标。

【考点】 CM: 带电粒子在混合场中的运动。

【专题】 16: 压轴题; 537: 带电粒子在复合场中的运动专题。

【分析】 (1) 在 $t = \frac{1}{2}\tau$ 时刻释放带电粒子 P ，在 $\frac{1}{2}\tau \sim \tau$ 时间内做匀加速直线运动， $\tau \sim 2\tau$ 时间内做匀速圆周运动，根据牛顿第二定律和运动学公式结合求出 v_0 ;

(2) 由题，粒子恰能沿一定轨道做往复运动，分析可知，当 $t = 2\tau$ 时刻， P 在磁场中作圆周运动结束后并开始沿 x 轴负方向运动，才能沿一定的轨道作往复运动，画出轨迹，确定出粒子在磁场中圆周运动的周期，粒子在磁场中由洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律和圆周运动的运动学公式求解 B_0 应满足的关系;

(3) 在 t_0 ($0 < t_0 < \tau/2$) 时刻释放 P ， P 在电场中加速时间为 $\tau - t_0$ ，由上题结果得到粒子在磁场中圆周运动的速度和半径，粒子又经过 $(\tau - t_0)$ 时间速度减至零后向右加速时间为 t_0 ，根据几何知识求解 P 速度为零时的坐标。

【解答】 解：(1) 由图 2 分析可知，在 $t = \frac{1}{2}\tau$ 时刻释放带电粒子 P ，在 $\frac{1}{2}\tau \sim \tau$ 时间内做匀加速直线运动， $\tau \sim 2\tau$ 时间内做匀速圆周运动，
在电场中：粒子所受的电场力 $F = qE_0$,

根据牛顿第二定律得：加速度为 $a = \frac{F}{m}$,

P 在磁场中运动时速度的大小 $v_0 = at$, $t = \frac{1}{2} \tau$

解得, $v_0 = \frac{qE_0\tau}{2m}$;

(2) 只有当 $t = 2\tau$ 时刻, P 在磁场中作圆周运动结束后并开始沿 x 轴负方向运动, 才能沿一定的轨道作往复运动, 如图所示。设粒子在磁场中圆周运动的周期为 T, 则 $(n - \frac{1}{2})$

$T = \tau$, ($n = 1, 2, 3 \dots$)

粒子做匀速圆周运动时, 有 $qvB_0 = m\frac{v^2}{r}$, 而 $T = \frac{2\pi r}{v}$

解得, $B_0 = \frac{(2n-1)\pi m}{q\tau}$, ($n = 1, 2, 3 \dots$)

(3) 在 t_0 时刻释放 P, P 在电场中加速时间为 $\tau - t_0$

在磁场中作匀速圆周运动的速度为 $v_1 = \frac{qE_0(\tau - t_0)}{m}$,

圆周运动的半径为 $r_1 = \frac{mv_1}{qB_0}$

解得, $r_1 = \frac{E_0(\tau - t_0)}{B_0}$

又经 $(\tau - t_0)$ 时间 P 减速为零后向右加速时间为 t_0 ,

P 再次进入磁场速度为 $v_2 = \frac{qE_0t_0}{m}$

圆周运动的半径为 $r_2 = \frac{mv_2}{qB_0}$

解得, $r_2 = \frac{E_0t_0}{B_0}$

综上分析, 速度为零时横坐标为 $x = 0$

相应的纵坐标为: $y = \frac{2[kr_1 - (k-1)r_2]}{2k(r_1 - r_2)}$, ($k=1, 2, 3, \dots$)

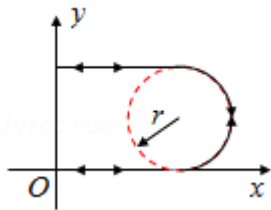
$$\text{解得: } y = \begin{cases} \frac{2E_0[k(\tau-2t_0)+t_0]q\tau}{(2n-1)\pi m} \\ \frac{2kE_0(\tau-2t_0)q\tau}{(2n-1)\pi m} \end{cases}, (k=1, 2, 3, \dots)$$

答: (1) P 在磁场中运动时速度的大小 v_0 为 $\frac{qE_0\tau}{2m}$ 。

(2) B_0 应满足的关系为 $B_0 = \frac{(2n-1)\pi m}{q\tau}$, ($n=1, 2, 3, \dots$);

(3) 在 t_0 ($0 < t_0 < \tau/2$) 时刻释放 P, P 速度为零时横坐标为 $x=0$, 相应的纵坐标为 y

$$= \begin{cases} \frac{2E_0[k(\tau-2t_0)+t_0]q\tau}{(2n-1)\pi m} \\ \frac{2kE_0(\tau-2t_0)q\tau}{(2n-1)\pi m} \end{cases}, (k=1, 2, 3, \dots)$$



【点评】 本题是带电粒子在复合场中运动的问题, 分析粒子的受力情况, 确定其运动情况, 关键是运用几何知识求解坐标。