

2014 年高考理科综合能力测试题物理部分试题评析

杨 林

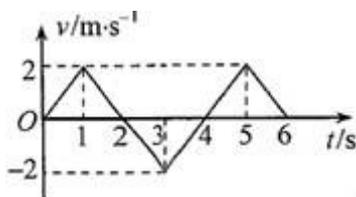
I. 试题简评

2014 年高考天津理综物理试题，以容易试题和中等难度试题为主，在考查综合运用物理基础知识与基本方法的能力同时，体现对创新意识与实践能力的考查。试题模型、情境熟悉但设问独特巧妙，有似曾相识之感，注重物理学与生产生活实践及热点问题的联系，切近中学生的学习实际。

II. 试题与解析

第 I 卷

一、单项选择题（每小题 6 分，共 30 分。每小题给出的四个选项中，只有一个选项是正确的。）



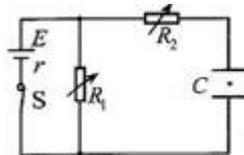
1. 质点作直线运动的速度—时间图像如图所示，该质点

- A. 在第 1 秒末速度方向发生了改变
- B. 在第 2 秒末加速度方向发生了改变
- C. 在前 2 秒内发生的位移为零
- D. 第 3 秒末和第 5 秒的位置相同

1. 答案：D

解析： 本题考查变速直线运动的速度时间图像。难度较小。0-2s 时间里，质点一直沿正方向直线运动，由图像面积可知位移为 2m。2s 末、4s 末质点改变速度方向；由图像面积可知 3s-5s 时间里，质点位移为零，5s 末质点回到 3s 末的位置。选项 ABC 错误，D 正确。

2. 如图所示，电路中 R_1 、 R_2 均为可变电阻，电源内阻不能忽略，平行板电容器 C 的极板水平放置。闭合电键 S ，电路达到稳定时，带电油滴悬浮在两板之间静止不动。如果仅改变下列某一个条件，油滴仍能静止不动的是



- A. 增大 R_1 的阻值
- B. 增大 R_2 的阻值
- C. 增大两板间的距离
- D. 断开电键 S

2. 答案：B

解析： 本题考查平行板电容器与直流电路的综合运用。难度较小。油滴静止不动，由共

点力平衡条件、 $F = qE$ 及 $E = \frac{U}{d}$ 可知，电容器两极板电势差，即 R_1 两端电压不变。由

$U_1 = E - Ir$ 及 $I = \frac{E}{R_1 + r}$ 可知, 若改变 R_1 电流 I 必改变, R_1 两端电压 U_1 必改变, 油滴所

受电场力必变化。而改变 R_2 的阻值不会引起上述变化。增大两板间距, 板间场强减小, 电场力将减小。断开电建 S , 容器将放电, 随着板间电势差减小, 场强减小, 电场力减小。选项 ACD 错误, B 正确。

3. 研究表明, 地球自转在逐渐变慢, 3 亿年前地球自转的周期约为 22 小时。假设这种趋势会持续下去, 地球的其他条件都不变, 未来人类发射的地球同步卫星与现在相比

- A. 距地面的高度变大
- B. 向心加速度变大
- C. 线速度变大
- D. 加速度变大

3. 答案: A

解析: 本题考查天体运动。难度较小。对同步卫星环绕地球的运动, 由牛顿第二定律及

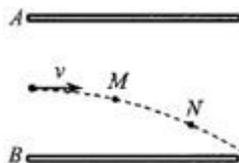
万有引力定律有 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m(R+h) \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$, 由此可知, 随着地球自转周期 T 的逐渐增

大, 同步卫星轨道离地面的高度 h 将逐渐变大; 由 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = ma$ 、

$G \frac{Mm}{(R+h)^3} = m(R+h)\omega^2$ 、 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h}$ 可知, 卫星的向心加速度、线速度和角

速度都逐渐将减小。选项 BCD 错误, A 正确。

4. 如图所示, 平行金属板 A 、 B 水平正对放置, 分别带等量异号电荷。一带点微粒水平射入板间, 在重力和电场力共同作用下运动, 轨迹如图中虚线所示, 那么



- A. 若微粒带正电荷, 则 A 板一定带正电荷
- B. 微粒从 M 点运动到 N 点电势能一定增加
- C. 微粒从 M 点运动到 N 点动能一定增加
- D. 微粒从 M 点运动到 N 点机械能一定增加

4. 答案: C

解析: 本题考查带电粒子在匀强电场中的运动。难度较小。由轨迹可知, 微粒所受重力与电场力的合力竖直向下, 电场力方向可能竖直向上 (小于重力), 也可能竖直向下, 因此, 不能判定 A 板带电正负, 也不能判断电场力对微粒做功的正负, 不能判定微粒电势能的变化情况, 也不能判断微粒机械能的变化情况; 由于合力做正功, 微粒动能一定增加。选项 ABD 错误, C 正确。

5. 平衡位置处于坐标原点的波源 S 在 y 轴上振动, 产生频率 50Hz 的简谐波向 x 轴正、负两个方向传播, 波速均为 100m/s。平衡位置在 x 轴上的 P 、 Q 两个质点随波源振动着, P 、 Q 的 x 轴坐标分别为 $x_P=3.5\text{m}$ 、 $x_Q=-3\text{m}$ 。当 S 位移为负且向 $-y$ 方向运动时, P 、 Q 两质点的

- A. 位移方向相同、速度方向相反
- B. 位移方向相同、速度方向相同
- C. 位移方向相反、速度方向相反
- D. 位移方向相反、速度方向相同

5. 答案: D

解析： 本题考查机械波。难度较小。由题意可知，波长为 $\lambda = \frac{v}{f} = 2\text{m}$ ，依题意做出波

源 S 位移为负且向 $-y$ 方向运动过程中某时刻的波动图像可以看出， P 、 Q 两质点位移方向相反、速度方向相反。选项 ABC 错误，D 正确。

二、不定项选择题（每小题 6 分，共 18 分。每小题给出的四个选项中，都有多个选项是正确的。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，选错或不答的得 0 分。）

6. 下列说法正确的是

- A. 玻尔对氢原子光谱的研究导致原子的核式结构模型的建立
- B. 可利用某些物质在紫外线照射下发射出荧光来设计防伪措施
- C. 天然放射现象中产生的射线都能在电场或磁场中发生偏转
- D. 观察者与波源互相远离时接收到波的频率与波源频率不同

6. **答案：** BD

解析： 本题考查原子结构、能及跃迁、天然放射现象及多普勒效应。难度较小。卢瑟福 α 粒子散射实验导致原子核式结构模型的建立；荧光物质只有在紫外线照射时才能发出荧光，荧光物质可作为防伪措施；天然放射现象中产生的带电 α 、 β 射线在电场或磁场中可以偏转，不带电的 γ 射线不能在电场或磁场中偏转；由多普勒效应规律可知，观察者与波源相互远离时接收到的波源频率变小。选项 AC 错误，BD 正确。

7. 如图 1 所示，在匀强磁场中，一矩形金属线圈两次分别以不同的转速，绕与磁感线垂直的轴匀速转动，产生的交变电动势图象如图 2 中曲线 a 、 b 所示，则

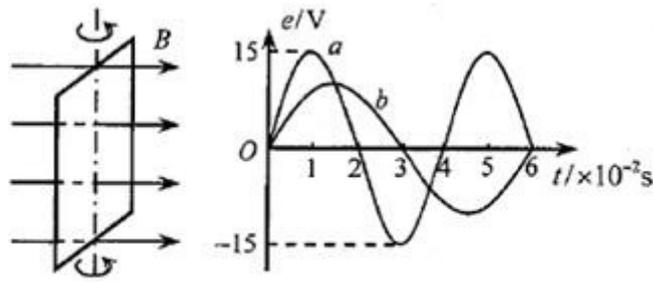


图 1

图 2

- A. 两次 $t=0$ 时刻线圈平面与中性面重合
- B. 曲线 a 、 b 对应的线圈转速之比为 2:3
- C. 曲线 a 表示的交变电动势频率为 25Hz
- D. 曲线 b 表示的交变电动势有效值为 10V

7. **答案：** AC

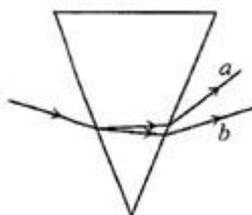
解析： 本题考查正弦交流电。难度较小。0 时刻，两次的电动势均为零，线圈正经过中性面；由图像可知两次产生的交流电的周期之比为 $\frac{2}{3}$ ，由 $n = \frac{1}{T}$ 可知，两次线圈转速之比

为 $\frac{3}{2}$ ；曲线 a 表示的交流电的周期为 $T_a=0.04\text{s}$ ，频率为 $\frac{1}{T_a} = 25\text{Hz}$ ；曲线 b 所表示的交变

电动势的最大值为 $U_{m\delta} = U_{m\alpha} \frac{2}{3} = 10V$ ，有效值为 $U_{\delta} = \frac{U_{m\delta}}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}V$ 。选项 BD 错误，AC

正确。

8. 一束由两种频率不同的单色光组成的复色光从空气射入玻璃三棱镜后，出射光分成 a 、 b 两束，如图所示，则 a 、 b 两束光



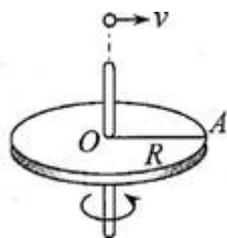
- A. 垂直穿过同一平板玻璃， a 光所用的时间比 b 光长
- B. 从同种介质射入真空发生全反射时， a 光的临界角比 b 光小
- C. 分别通过同一双缝干涉装置， b 光形成的相邻亮条纹间距小
- D. 若照射同一金属装置都能发生光电效应， b 光照射时逸出的光电子最大初动能大

8. 答案：AB

解析： 本题考查光的折射。难度较小。由图及光的折射定律可知，玻璃对 a 光的折射率较大，由折射率与频率关系可知， a 光频率较大，则波长较短。由 $v = \frac{c}{n}$ 可知，在玻璃中， a 光速度较小，两光垂直进入平板玻璃中，由于传播路程相等， a 光传播时间较长；由公式 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知，由同种介质射入真空发生全反射时， a 光临界角较小；分别通过同一双缝干涉装置， a 光干涉条纹中相邻亮条纹间距较小。若照射同一金属都能发生光电效应，由 $E_k = h\nu - W$ 可知， a 光照射时，光电子的最大初动能较大。选项 CD 错误，AB 正确。

第 II 卷

9. (18 分) (1) 半径为 R 的水平圆盘绕过圆心 O 的竖直轴转动， A 为圆盘边缘上一点，在 O 的正上方有一个可视为质点的小球以初速度 v 水平抛出时，半径 OA 方向恰好与 v 的方向相同，如图所示。若小球与圆盘只碰一次，且落在 A 点，重力加速度为 g ，则小球抛出时距 O 的高度 $h = \underline{\hspace{2cm}}$ ，圆盘转动的角速度大小为 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



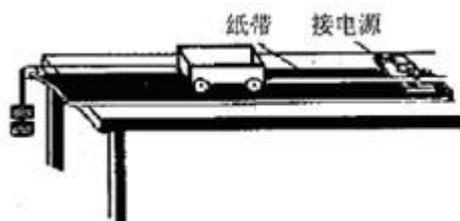
9. (1) 答案： $h = \frac{gR^2}{2v^2}$ ， $\omega = \frac{2n\pi v}{R}$ ($n \in N^{\circ}$)

解析： 本题考查平抛运动规律与圆周运动规律的综合运用。难度较小。对小球的平抛运

动有 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ， $R = vt$ ，对圆盘边缘上 A 点的圆周运动有 $2n\pi = \omega t$ ($n \in N^\circ$)。解得

$$h = \frac{gR^2}{2v^2}, \quad \omega = \frac{2n\pi v}{R} \quad (n \in N^\circ)。$$

(2) 某同学把附有滑轮的长木板平放在实验桌面上，将细绳一端拴在小车上，另一端绕过定滑轮，挂上适当的钩码使小车在钩码的牵引下运动，以此定量研究绳拉力做功与小车动能变化的关系。此外还准备了打点计时器及配套的电源、导线、复写纸、纸带、小木块等。组装的实验装置如图所示。



① 若要完成该实验，必须的实验器材还有哪些 _____

② 实验开始时，他先调节木板上定滑轮的高度，使牵引小车的细绳与木板平行。他这样做的目的是下列的哪个 _____ 填字母代号

- A. 避免小车在运动过程中发生抖动
- B. 可使打点计时器在纸带上打出的点迹清晰
- C. 可以保证小车最终能够实现匀速直线运动
- D. 可在平衡摩擦力后使细绳拉力等于小车受的合力。

③ 平衡摩擦后，当他用多个钩码牵引小车时，发现小车运动过快，致使打出的纸带上点数太少，难以选到合适的点计算小车的速度。在保证所挂钩码数目不变的条件下，请你利用本实验的器材提出一个解决方法： _____。

④ 他将钩码重力做的功当做细绳拉力做的功，经多次实验发现拉力做功总是要比小车动能增量大一些，这一情况可能是下列哪些原因造成的 _____ (填字母代号)。

- A. 在接通电源的同时释放了小车
- B. 小车释放时离打点计时器太近
- C. 阻力未完全被小车重力沿木板方向的分力平衡掉
- D. 钩码做匀加速运动，钩码重力大于细绳拉力

9. (2) **答案：** ①天平、钩码或砝码； ② D； ③在小车上放置砝码增大其质量； ④ CD

解析： 本题考查探究动能定理实验。难度较小。①实验中需测量纸带上的点间距，需要刻度尺。还需要测量小车的质量，需要天平。多次实验，需改变拉力或小车质量，还需钩码或砝码；②使细绳与木板平行，平衡了木板的滑动摩擦力后，细绳的拉力就是对小车做功的合力。选项 ABC 错误 D 正确；③小车运动过快是由于小车加速度较大，在小车上放置砝码增大其质量，可减小其加速度；④平衡木板对小车的滑动摩擦力时木板垫起过高，由于重力做功，拉力的功将小于小车动能增量。若钩码质量不是远小于小车质量，则拉力明显小于钩码的重力，此时还用钩码的重力代替拉力，计算出的合力功偏大。选项 AB 错误 CD 正确。

(3) 现要测量一个未知电阻 R_x 的阻值，除 R_x 外可用的器材有：多用的电表（仅可使用欧姆挡）；一个电池组 E （电动势 6V）；一个滑动变阻器 R ($0 \sim 20 \Omega$ ，额定电流 1A)；

两个相同的电流表 G （内阻 $R_g=1000\Omega$ ，满偏电流 $I_g=100\mu\text{A}$ ）；两个标准电阻（ $R_1=29000\Omega$ ， $R_2=0.1\Omega$ ）；一个电键 S 、导线若干。

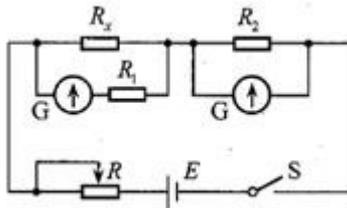
① 为了设计电路，先用多用电表的欧姆挡粗测未知电阻，采用“ $\times 10$ ”挡，调零后测量该电阻，发现指针偏非常小，最后几乎紧挨满偏刻度停下来，下列判断和做法正确的是____（填字母代号）

- A. 这个电阻阻值很小，估计只有几欧姆
- B. 这个电阻阻值很大，估计有几千欧姆
- C. 如需进一步测量可换“ $\times 1$ ”挡，调零后测量
- D. 如需进一步测量可换“ $\times 1k$ ”挡，调零后测量

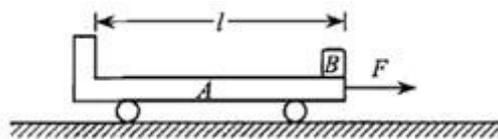
② 根据粗测的判断，设计一个测量电路，要求测量尽量准确并使电路能耗较小，画出实验电路图，并将各元件字母代码标在该元件的符号旁。

9. (3) 答案：见解析

解析：本题考查伏安法测量电阻实验，涉及电流表的改装。中等难度。①用“ $\times 10$ ”档测量时，指针偏转角度很大，说明所选倍率偏大，待测电阻在数欧姆数量级。应选 $\times 1$ 倍率档重新电阻调零后再测量。选项BD错误AC正确；②由于两电流表的电阻已知，可将一只与小电阻 R_2 并联后作为电流表使用，由于其电阻不是远小于待测电阻，应外接。将另一只电流表与大电阻 R_1 串联后做电压表使用。由于不需要待测电阻两端电压从零开始变化，滑动变阻器采用限流式接法，可以减小电源内阻消耗的电能。实验电路如图所示。



10. (16分) 如图所示，水平地面上静止放置一辆小车 A ，质量 $m_A=4\text{kg}$ ，上表面光滑。小车与地面间的摩擦力极小，可以忽略不计。可视为质点的物块 B 置于 A 的最右端， B 的质量 $m_B=2\text{kg}$ 。现对 A 施加一个水平向右的恒力 $F=10\text{N}$ ， A 运动一段时间后，小车左端固定的挡板与 B 发生碰撞，碰撞时间极短，碰后 A 、 B 粘合在一起，共同在 F 的作用下继续运动，碰撞后经时间 $t=0.6\text{s}$ ，二者的速度达到 $v_t=2\text{m/s}$ 。求



- (1) A 开始运动时加速度 a 的大小；
- (2) A 、 B 碰撞后瞬间的共同速度 v 的大小；
- (3) A 的上表面长度 l 。

10. 答案：(1) 2.5m/s^2 ；(2) 1m/s ；(3) 0.45m

解析：本题考查牛顿第二定律、动量定理、动能定理与动能定理的综合运用。中等难度。

(1) 由于小车上表面光滑，从拉力 F 开始作用到 B 与挡板碰撞之前， B 与小车间在水平方向无相互作用，对小车 A 的运动由牛顿第二定律有 $F = m_A a$ ，代入数据解得，开始运动时小车 A 的加速度大小为 $a=2.5\text{m/s}^2$ ；(2) 对 AB 碰撞粘合后 $t=0.6\text{s}$ 时间里的运动，由动量

定定理有 $Ft = (m_A + m_B)v_1 - (m_A + m_B)v$ 。代入数据解得 A 、 B 碰撞后瞬间的共同速度 v 的

大小为 1m/s ；（3）对从 A 开始运动到与 B 碰撞，对 A 由动能定理有 $Ft = \frac{1}{2}m_A v_A^2$ 。由于碰

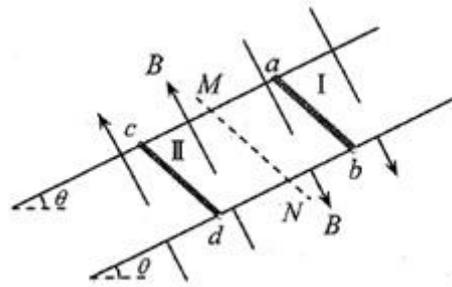
撞时间极短， A 、 B 间的撞击力（内力）远大于 F ，系统动量守恒。对 A 、 B 的碰撞过程由动量守恒定律有 $m_A v_A = (m_A + m_B)v$ 。代入数据解得 A 的上表面长度 l 为 0.45m 。

11. （18分）如图所示，两根足够长的平行金属导轨固定在倾角 $\theta=30^\circ$ 的斜面上，导轨电阻不计，间距 $L=0.4\text{m}$ 。导轨所在空间被分成区域 I 和 II，两区域的边界与斜面的交线为 MN ，I 中的匀强磁场方向垂直斜面向下，II 中的匀强磁场方向垂直斜面向上，两磁场的磁场感应度大小均为 $B=0.5\text{T}$ ，在区域 I 中，将质量 $m_1=0.1\text{kg}$ ，电阻 $R_1=0.1\Omega$ 的金属条 ab 放在导轨上， ab 刚好不下滑。然后，在区域 II 中将质量 $m_2=0.4\text{kg}$ ，电阻 $R_2=0.1\Omega$ 的光滑导体棒 cd 置于导轨上，由静止开始下滑。 cd 在滑动过程中始终处于区域 II 的磁场中， ab 、 cd 始终与轨道垂直且两端与轨道保持良好接触，取 $g=10\text{m/s}^2$ ，问

（1） cd 下滑的过程中， ab 中的电流方向；

（2） ab 刚要向上滑动时， cd 的速度 v 多大；

（3）从 cd 开始下滑到 ab 刚要向上滑动的过程中， cd 滑动的距离 $x=3.8\text{m}$ ，此过程中 ab 上产生的热量 Q 是多少。



11. 答案：（1） a 到 b ；（2） 5m/s ；（3） 1.3J

解析：本题考查电磁感应与力学规律的综合运用。难度较大。（1）由右手定则或楞次定律可知， cd 下滑的过程中， ab 中的电流方向由 a 到 b ；（2） ab 刚好不下滑，由共点力平衡条件可知，导轨对 ab 的最大静摩擦力为 $f_m = m_1 g \sin 30^\circ$ 。当 ab 刚要向上滑动时，同

理有 $BIL - m_1 g \sin 30^\circ - f_m = 0$ 。对 cd 由法拉第电磁感应定律有 $E = BLv$ ，对 ab 、 cd 与

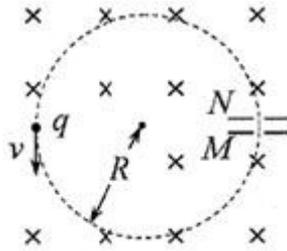
导轨组成的闭合电路由欧姆定律有 $I = \frac{E}{R_1 + R_2}$ 。代入数据解得 ab 刚要向上滑动时， cd 的

速度 v 的大小为 5m/s ；（3）对 cd 开始下滑到 ab 刚要向上滑动的过程，由能量守恒定律有

$m_2 g x \sin 30^\circ = \frac{1}{2} m_2 v^2 + Q$ ，由焦耳定律及串联电路电流相等可知 $\frac{Q_{ab}}{Q_{cd}} = \frac{R_1}{R_2}$ ，由能量守

恒定律有 $Q_{ab} + Q_{cd} = Q$ 。代入数据解得， ab 上产生的热量 Q 是 1.3J 。

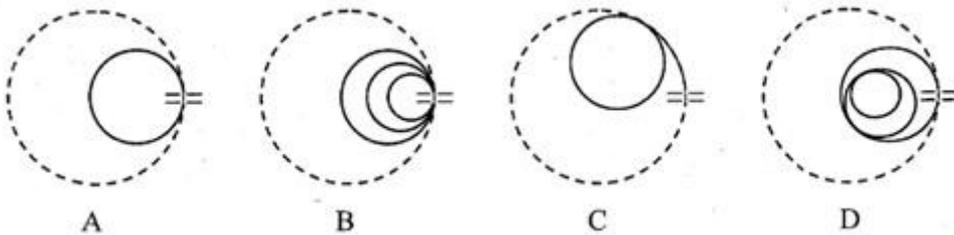
12. (20分) 同步加速器在粒子物理研究中有重要的应用, 其基本原理简化为如图所示的模型。M、N为两块中心开有小孔的平行金属板。质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子 A (不计重力) 从 M 板小孔飘入板间, 初速度可视为零。每当 A 进入板间, 两板的电势差变为 U , 粒子得到加速, 当 A 离开 N 板时, 两板的电荷量均立即变为零。两板外部存在垂直纸面向里的匀强磁场, A 在磁场作用下做半径为 R 的圆周运动, R 远大于板间距离。A 经电场多次加速, 动能不断增大, 为使 R 保持不变, 磁场必须相应地变化。不计粒子加速时间及其做圆周运动产生的电磁辐射, 不考虑磁场变化对粒子速度的影响及相对论效应。求



(1) A 运动第 1 周时磁场的磁感应强度 B_1 的大小。

(2) 在 A 运动第 n 周的时间内电场力做功的平均功率 $\overline{P_n}$

(3) 若有一个质量也为 m 、电荷量为 $+kq$ (k 为大于 1 的整数) 的粒子 B (不计重力) 与 A 同时从 M 板小孔飘入板间, A、B 初速度均为零, 不计两者间的相互作用, 除此之外, 其他条件均不变。下图中虚线、实线分别表示 A、B 的运动轨迹。在 B 的轨迹半径远大于板间距离的前提下, 请指出哪个图能定性地反映 A、B 的运动轨迹, 并经推导说明理由。



12. 答案: (1) $\frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$; (2) $\frac{qU}{\pi R} \sqrt{\frac{nqU}{2m}}$; (3) A

解析: 本题考查带电粒子的电偏转及磁偏转。难度较大。(1) 对 A 的第一次加速过程, 由动能定理有 $qU = \frac{1}{2}mv_1^2$, 对其被加速后在磁场中的第一次圆周运动, 由牛顿第二定律

与洛伦兹力公式有 $qv_1B_1 = m\frac{v_1^2}{R}$ 。解得 $B_1 = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$; (2) 对 A 的 n 次加速过程, 由动

能定理有 $nqU = \frac{1}{2}mv_n^2$, 电场对 A 第 n 次加速过程中的功为 $W = nqU$ 。A 在磁场中的第 n 次

圆周运动的时间为 $T_n = \frac{2\pi R}{v_n}$, 第 n 周运动过程中电场力的平均功率为 $\overline{P} = \frac{W}{T_n}$ 。代入数据

解得, $\overline{P_n} = \frac{qU}{\pi R} \sqrt{\frac{nqU}{2m}}$ 。(3) 由上述计算可知, A 在磁场中运动的周期为 $T_A = \frac{2\pi m}{qB_n}$, 则

B 在磁场中运动的周期为 $T_B = \frac{2\pi m}{kqB_n} = \frac{T_A}{k}$, 第 n 次加速后的运动速度分别为

$$v_{nA} = \sqrt{\frac{2nqU}{m}}, \quad v_{nB} = \sqrt{\frac{2nkqU}{m}} = \sqrt{k}v_{nA}。由圆周运动周期定义有 T_{nA}v_{nA} = 2\pi R,$$

$T_{nB}v_{nB} = 2\pi R'$ 。解得 $R' = \frac{R}{\sqrt{k}}$ 。由此可知, B 在磁场中圆周运动的轨道半径保持不变, 能

定性地反映 A 、 B 的运动轨迹是选项 A。