

2012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) 真空中，A、B两点与点电荷Q的距离分别为r和3r，则A、B两点的电场强度大小之比为()

- A. 3:1 B. 1:3 C. 9:1 D. 1:9

【考点】A6：电场强度与电场力；A8：点电荷的电场。

【专题】532：电场力与电势的性质专题。

【分析】直接根据库仑定律公式计算出试探电荷q所受电场力，然后利用电场强度的定义式即可求出在M所在处的场强的大小。

【解答】解：引入一个试探电荷q，分别计算它在AB两点受的电场力。

$$F_1 = \frac{kQq}{r^2}, F_2 = \frac{kQq}{(3r)^2} = \frac{kQq}{9r^2},$$

得： $F_1 = 9F_2$

根据电场强度的定义式： $E = \frac{F}{q}$ ，

$$\text{得：} \frac{E_1}{E_2} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{9}{1}$$

故选：C。

【点评】本题很简单直接考查了库仑定律和电场强度定义式的应用，对于这些公式一定要明确其适用条件和公式中各个物理量的含义。

2. (3分) 一充电后的平行板电容器保持两极板的正对面积、间距和电荷量不变，在两极板间插入一电介质，其电容C和两极板间的电势差U的变化情况是()

- A. C和U均增大 B. C增大，U减小
C. C减小，U增大 D. C和U均减小

【考点】AQ：平行板电容器的电容。

【专题】533：电容器专题。

【分析】根据电容的决定式判断电容大小，根据定义式判断电压变化。

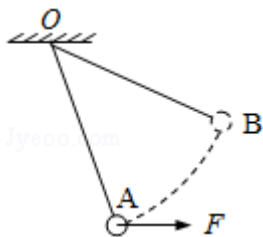
【解答】解 由公式 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi Kd}$ 知，在两极板间插入一电介质，其电容 C 增大，由公式 $C = \frac{Q}{U}$

知，电荷量不变时 U 减小， B 正确。

故选： B 。

【点评】本题考查了等容的定义式和决定式的配合应用。

3. (3分) 如图所示，细线的一端固定于 O 点，另一端系一小球。在水平拉力作用下，小球以恒定速率在竖直平面内由 A 点运动到 B 点。在此过程中拉力的瞬时功率变化情况 ()



- A. 逐渐增大
B. 逐渐减小
C. 先增大，后减小
D. 先减小，后增大

【考点】63：功率、平均功率和瞬时功率。

【专题】52C：功率的计算专题。

【分析】根据小球做圆周运动，合力提供向心力，即合力指向圆心，求出水平拉力和重力的关系，根据 $P = Fv \cos \alpha$ 得出拉力瞬时功率的表达式，从而判断出拉力瞬时功率的变化。

【解答】解：因为小球是以恒定速率运动，即它是做匀速圆周运动，那么小球受到的重力 G 、水平拉力 F 、绳子拉力 T 三者的合力必是沿绳子指向 O 点。

设绳子与竖直方向夹角是 θ ，则 $\frac{F}{G} = \tan \theta$ (F 与 G 的合力必与绳子拉力在同一直线上)

得 $F = G \tan \theta$

而水平拉力 F 的方向与速度 V 的方向夹角也是 θ ，所以水平力 F 的瞬时功率是

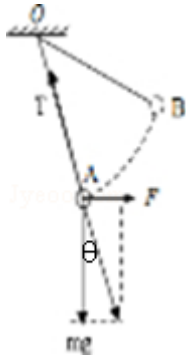
$P = Fv \cos \theta$

则 $P = Gv \sin \theta$

显然，从 A 到 B 的过程中， θ 是不断增大的，所以水平拉力 F 的瞬时功率是一直增大的。

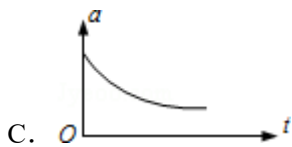
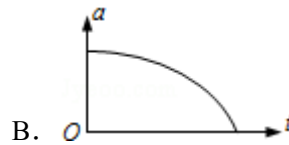
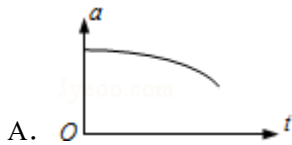
故 A 正确， B 、 C 、 D 错误。

故选：A。



【点评】 解决本题的关键掌握瞬时功率的表达式 $P=Fv\cos\alpha$ ，注意 α 为 F 与速度的夹角。

4. (3分) 将一只皮球竖直向上抛出，皮球运动时受到空气阻力的大小与速度的大小成正比。下列描绘皮球在上升过程中加速度大小 a 与时间 t 关系的图象，可能正确的是 ()



【考点】 1N：竖直上抛运动。

【专题】 16：压轴题；511：直线运动规律专题。

【分析】 受力分析后根据牛顿第二定律判断加速度的变化规律，同时结合特殊位置（最高点）进行判断。

【解答】 解：B、D、皮球竖直向上抛出，受到重力和向下的空气阻力，根据牛顿第二定律，有： $mg+f=ma$

根据题意，空气阻力的大小与速度的大小成正比，有： $f=kv$

$$\text{联立解得： } a=g+\frac{kv}{m}$$

A、C、由于速度不断减小，故加速度不断减小，到最高点速度为零，阻力为零，加速度为 g ，不为零，故 BD 均错误；

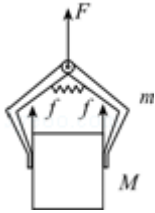
根据 BD 的结论 $a=g+\frac{kv}{m}$ ，有 $\frac{\Delta a}{\Delta t} \propto \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ，由于加速度减小，故 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 也减小，故 $\frac{\Delta a}{\Delta t}$ 也减小，

故 $a-t$ 图象的斜率不断减小，故 A 错误，C 正确；

故选：C。

【点评】 本题关键是受力分析后得到加速度的表达式，然后结合速度的变化得到阻力变化，最后判断出加速度的变化规律。

5. (3分) 如图所示，一夹子夹住木块，在力 F 作用下向上提升。夹子和木块的质量分别为 m 、 M ，夹子与木块两侧间的最大静摩擦力均为 f 。若木块不滑动，力 F 的最大值是 ()



- A. $\frac{2f(m+M)}{M}$ B. $\frac{2f(m+M)}{m}$
C. $\frac{2f(m+M)}{M} - (m+M)g$ D. $\frac{2f(m+M)}{m} + (m+M)g$

【考点】 27：摩擦力的判断与计算；29：物体的弹性和弹力；3C：共点力的平衡。

【专题】 527：共点力作用下物体平衡专题。

【分析】 隔离对木块分析，通过牛顿第二定律求出木块的最大加速度，再对整体分析，运用牛顿第二定律求出拉力 F 的最大值。

【解答】 解：对木块分析得： $2f - Mg = Ma$ ，解得木块的最大加速度为： $a = \frac{2f}{M} - g$ 。

对整体分析得： $F - (M+m)g = (M+m)a$

将 a 代入解得： $F = \frac{2f(m+M)}{M}$ 。故 A 正确，B、C、D 错误。

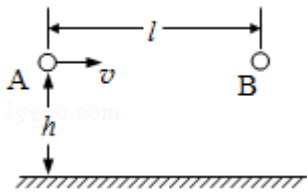
故选：A。

【点评】 解决本题的关键能够正确地进行受力分析，运用牛顿第二定律进行求解。注意整体法和隔离法的运用。

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。全部选对得 4 分，选对但不全的得 2 分，错选或不答的得 0 分。

6. (4分) 如图所示，相距 l 的两小球 A、B 位于同一高度 h (l 、 h 均为定值)。将 A 向 B 水平抛出的同时，B 自由下落。A、B 与地面碰撞前后，水平分速度不变，竖直分速度大

小不变、方向相反。不计空气阻力及小球与地面碰撞的时间，则（ ）



- A. A、B 在第一次落地前能否发生相碰，取决于 A 的初速度大小
- B. A、B 在第一次落地前若不碰，此后就不会相碰
- C. A、B 不可能运动到最高处相碰
- D. A、B 一定能相碰

【考点】1J：自由落体运动；43：平抛运动。

【专题】514：自由落体运动专题。

【分析】因为平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上做自由落体运动，根据该规律抓住地面碰撞前后，水平分速度不变，竖直分速度大小不变、方向相反与判断两球能否相碰。

【解答】解：A、若 A 球经过水平位移为 l 时，还未落地，则在 B 球正下方相碰。可知当 A 的初速度较大时，A、B 在第一次落地前能发生相碰，故 A 正确。

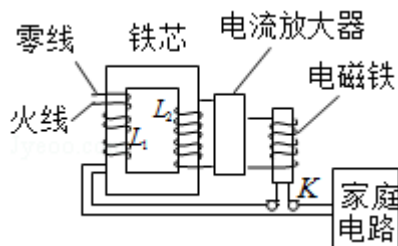
B、若 A、B 在第一次落地前不碰，由于反弹后水平分速度不变，竖直分速度大小不变、方向相反，则以后一定能碰。故 B 错误，D 正确。

C、若 A 球落地时的水平位移为 $\frac{l}{2}$ 时，则 A、B 在最高点相碰。故 C 错误。

故选：AD。

【点评】解决本题的关键知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动规律，根据该规律进行分析。

7. (4 分) 某同学设计的家庭电路保护装置如图所示，铁芯左侧线圈 L_1 由火线和零线并行绕成。当右侧线圈 L_2 中产生电流时，电流经放大器放大后，使电磁铁吸起铁质开关 K，从而切断家庭电路。仅考虑 L_1 ，在铁芯中产生的磁场，下列说法正确的有（ ）



- A. 家庭电路正常工作时， L_2 中的磁通量为零
- B. 家庭电路中使用的电器增多时， L_2 中的磁通量不变
- C. 家庭电路发生短路时，开关 K 将被电磁铁吸起
- D. 地面上的人接触火线发生触电时，开关 K 将被电磁铁吸起

【考点】E8：变压器的构造和原理.

【专题】53A：交流电专题.

【分析】火线和零线并行绕制，所以在家庭电路正常工作时，火线和零线的电流大小相等，方向相反，因此合磁通量为零， L_2 中的磁通量为零，地面上的人接触火线发生触电时，火线的电流突然变大，即 L_1 中的磁场发生变化，导致 L_2 中的磁通量变化， L_2 中产生感应电流，电磁铁将开关 K 吸起.

【解答】解：A、由于火线和零线并行绕制，所以在家庭电路正常工作时，火线和零线的电流大小相等，方向相反，因此合磁通量为零， L_2 中的磁通量为零，A 项正确；

B、当家庭电路中使用的电器增多时，火线和零线的电流仍然大小相等，方向相反， L_2 中的磁通量不变，B 项正确；

C、家庭电路发生短路时，火线和零线的电流同时增大，合磁通量仍然为零，因此开关 K 不会被电磁铁吸起，C 项错误；

D、当地面上的人接触火线发生触电时，火线的电流突然变大，即 L_1 中的磁场发生变化，导致 L_2 中的磁通量变化， L_2 中产生感应电流，电磁铁将开关 K 吸起，D 项正确。

故选：ABD。

【点评】本题考查了变压器的构造和原理，难点在于火线和零线并行绕制，要理解为什么副线圈中的磁通量为零.

8. (4分) 2011年8月，“嫦娥二号”成功进入了环绕“日地拉格朗日点”的轨道，我国成为世界上第三个造访该点的国家。如图所示，该拉格朗日点位于太阳和地球连线的延长线上，一飞行器处于该点，在几乎不消耗燃料的情况下与地球同步绕太阳做圆周运动。则此飞行器的（ ）



- A. 线速度大于地球的线速度

- B. 向心加速度大于地球的向心加速度
- C. 向心力仅由太阳的引力提供
- D. 向心力仅由地球的引力提供

【考点】4F：万有引力定律及其应用；4H：人造卫星.

【专题】16：压轴题；52A：人造卫星问题.

【分析】飞行器与地球同步绕太阳运动，角速度相等，飞行器靠太阳和地球引力的合力提供向心力，根据 $v=r\omega$ ， $a=r\omega^2$ 比较线速度和向心加速度的大小。

【解答】解：A、飞行器与地球同步绕太阳运动，角速度相等，根据 $v=r\omega$ ，知探测器的线速度大于地球的线速度。故 A 正确。

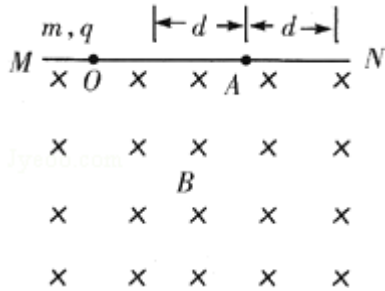
B、根据 $a=r\omega^2$ 知，探测器的向心加速度大于地球的向心加速度。故 B 正确。

C、探测器的向心力由太阳和地球引力的合力提供。故 C、D 错误。

故选：AB。

【点评】本题考查万有引力的应用，题目较为新颖，在解题时要注意分析向心力的来源及题目中隐含的条件。

9. (4分) 如图所示，MN 是磁感应强度为 B 的匀强磁场的边界。一质量为 m、电荷量为 q 的粒子在纸面内从 O 点射入磁场。若粒子速度为 v_0 ，最远能落在边界上的 A 点。下列说法正确的有 ()



- A. 若粒子落在 A 点的左侧，其速度一定小于 v_0
- B. 若粒子落在 A 点的右侧，其速度一定大于 v_0
- C. 若粒子落在 A 点左右两侧 d 的范围内，其速度不可能小于 $v_0 - \frac{qBd}{2m}$
- D. 若粒子落在 A 点左右两侧 d 的范围内，其速度不可能大于 $v_0 + \frac{qBd}{2m}$

【考点】CI：带电粒子在匀强磁场中的运动.

【专题】16：压轴题；536：带电粒子在磁场中的运动专题.

【分析】由洛伦兹力提供向心力，即 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ ，可得 $r = \frac{mv}{qB}$ ，可利用此公式求解。直线边界的磁场，垂直射入时达到最远点，最远点距O点为 $2r$ 。沿其它方向射入时，距离要小于 $2r$ 。

【解答】解：当从O点垂直射入磁场时，OA距离最大，最大距离为 $2r$ ，如图示

$$\text{又 } r = \frac{mv}{qB},$$

$$\text{所以 } \overline{OA} = \frac{2mv_0}{qB}.$$

A. 当粒子打在A点的左侧，若入射方向不变，半径减小，速度小于 v_0 ，若入射方向调整，半径可能比原来大，也可能比原来小，所以其速度可能等于或大于 v_0 ，因为速度方向未知，离子的入射方向只要偏左或偏右皆可，故A错误。

B. 由于速度等于 v_0 时最远到达A，故要使最远点到达A右侧，速度必须大于 v_0 ，故B正确。

C. 当粒子从O点垂直射入磁场时，若刚好达到A点左侧距离 d 处，则有

$$\frac{2mv_0}{qB} - d = \frac{2mv}{qB}$$

$$\text{解得 } v = v_0 - \frac{qBd}{2m}$$

同B项，要满足条件，速度必须大于 v ，故C正确

D. 由于粒子是沿任意方向飞入，所示速度极大的粒子仍可满足条件。故D错误。

故选：BC。

【点评】本题易错点为离子初速度方向未知，若按惯性思维认为垂直射入即出错。

三、简答题：本题必做题（第10、11题）共计42分。请将解答填写在答题卡相应的位置。

10.（8分）如图1所示的黑箱中有二只相同的电学元件，小明使用多用电表对其进行探测。

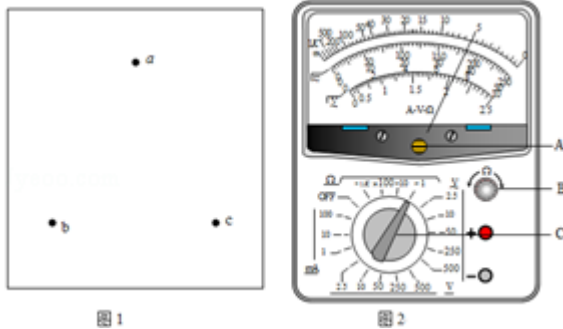


图 1

图 2

(1) 在使用多用电表前，发现指针不在左边“0”刻度线处，应先调整如图 2 中多用电表的 A (选填“A”、“B”或“C”)。

(2) 在用多用电表的直流电压挡探测黑箱 a、b 接点间是否存在电源时，一表笔接 a，另一表笔应 短暂 (选填“短暂”或“持续”) 接 b，同时观察指针偏转情况。

(3) 在判定黑箱中无电源后，将选择开关旋至“ $\times 1$ ”挡，调节好多用电表，测量各接点间的阻值。测量中发现，每对接点间正反向阻值均相等，测量记录如下表。两表笔分别接 a、b 时，多用电表的示数如图 2 所示。

请将记录表补充完整，并在答题卡的黑箱图中画出一种可能的电路。

| 两表笔接的接点 | 多用电表的示数 |
|---------|---------------------|
| a, b | <u>5.0</u> Ω |
| a, c | 10.0 Ω |
| b, c | 15.0 Ω |

【考点】 N3：测定电源的电动势和内阻；N4：用多用电表测电阻。

【专题】 13：实验题；16：压轴题；535：恒定电流专题。

【分析】 (1) 任何电表使用前都需要机械调零；

(2) 由于指针可能反转，故应该短接；

(3) 由于每对接点间正反向阻值均相等，说明无二极管；最简单的电路是两个电阻串联。

【解答】 解：(1) 电表使用前都需要机械调零，故选 A；

(2) 由于电流的流向未知，指针可能反转，故不宜长时间通电，故应该短暂接触；

(3) 由于每对接点间正反向阻值均相等，说明无二极管；最简单的电路是两个电阻串联，电路如图；

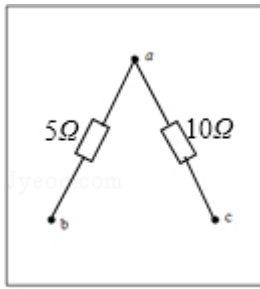


图1

故答案为：（1）A，（2）短暂，（3）5.0，如图所示。

【点评】 本题关键是明确多用电表的使用方法，黑箱问题判断可以先判断有无电源，然后判断有无二极管，最后判断可能的内部构造。

11.（10分）为测定木块与桌面之间的动摩擦因数，小亮设计了如图所示的装置进行实验。实验中，当木块A位于水平桌面上的O点时，重物B刚好接触地面。将A拉到P点，待B稳定后静止释放，A最终滑到Q点。分别测量OP、OQ的长度h和s。改变h，重复上述实验，分别记录几组实验数据。

- （1）实验开始时，发现A释放后会撞到滑轮。请提出两个解决方法。
- （2）请根据下表的实验数据作出s - h关系的图象。

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| h/cm | 20.0 | 30.0 | 40.0 | 50.0 | 60.0 |
| s/cm | 19.5 | 28.5 | 39.0 | 48.0 | 56.5 |

（3）实验测得A、B的质量分别为 $m=0.4\text{kg}$ 、 $M=0.50\text{kg}$ 。根据s - h图象可计算出A木块与桌面间的动摩擦因数 $\mu = \underline{0.4}$ 。（结果保留一位有效数字）

（4）实验中，滑轮轴的摩擦会导致 μ 的测量结果 偏大（选填“偏大”或“偏小”）。

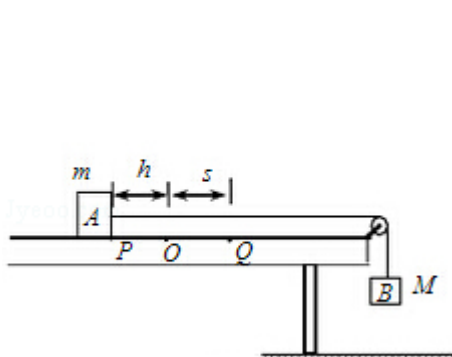


图1

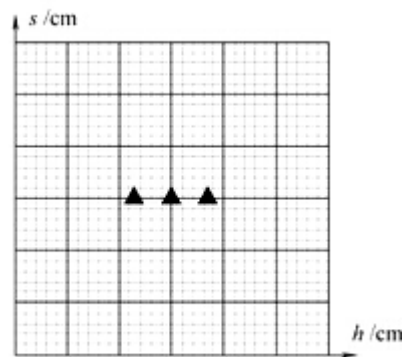


图2

【考点】 M9：探究影响摩擦力的大小的因素。

【专题】 13：实验题；16：压轴题；524：摩擦力专题。

【分析】(1) B 减少的重力势能转化成系统的内能和 A、B 的动能，A 释放后会撞到滑轮，说明 B 减少的势能太多，转化成系统的内能太少，从而找作答依据。

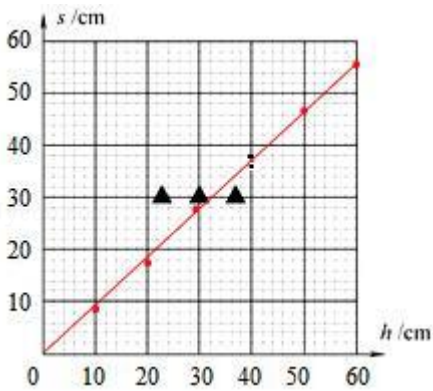
(2) 根据所给数据进行描点、连线作图；

(3) 对在 B 下落至临落地时和在 B 落地后，A 运动到 Q，两个过程运用动能定理，求得 μ 的表达式，再结合从 s - h 图象，即可求解 μ ；

(4) 由于滑轮轴的摩擦会导致 s 变小，根据 μ 的表达式可知误差结果。

【解答】解：(1) B 减少的重力势能转化成系统的内能和 AB 的动能，A 释放后会撞到滑轮，说明 B 减少的势能太多，转化成系统的内能太少，可以通过减小 B 的质量；增加细线的长度（或增大 A 的质量；降低 B 的起始高度）解决。故解决方法有：可以通过减小 B 的质量；增加细线的长度（或增大 A 的质量；降低 B 的起始高度）。

(2) 描点，连线，如图所示：



(3) B 下落至临落地时根据动能定理有： $Mgh - \mu mgh = \frac{1}{2} (M+m) v^2$ ，在 B 落地后，A

运动到 Q，有 $\frac{1}{2} mv^2 = mg\mu s$ ， $\mu = \frac{Mh}{(m+M)s+mh}$ ，又 A、B 的质量分别为 $m=0.40\text{kg}$ 、 M

$=0.50\text{kg}$ ，在 s - h 图象上任取一组数据代入可以求得： $\mu=0.4$ 。

故答案为：0.4。

(4) 由于滑轮轴的摩擦，会导致绳子的拉力相对偏小，A 运动的加速度也就偏小，s 也

就偏小，根据， $\mu = \frac{Mh}{(m+M)s+mh}$ ，所以 μ 偏大。

故答案为：偏大。

【点评】在判断此类问题时，要深刻理解动能定理，能量守恒定律，要会通过图象分析

相关问题.

四、选修 3-3

12. (4分) 下列现象中, 能说明液体存在表面张力的有 ()

- A. 水黾可以停在水面上
- B. 叶面上的露珠呈球形
- C. 滴入水中的红墨水很快散开
- D. 悬浮在水中的花粉做无规则运动

【考点】 95: 液体的表面张力.

【专题】 546: 分子间相互作用力与分子间距离的关系.

【分析】 作用于液体表面, 使液体表面积缩小的力, 称为液体表面张力. 它产生的原因是液体跟气体接触的表面存在一个薄层, 叫做表面层, 表面层里的分子比液体内部稀疏, 分子间的距离比液体内部大一些, 分子间的相互作用表现为引力. 就象你要把弹簧拉开些, 弹簧反而表现具有收缩的趋势. 正是因为这种张力的存在, 有些小昆虫才能无拘无束地在水面上行走自如.

【解答】解: A、因为液体表面张力的存在, 有些小昆虫才能无拘无束地在水面上行走自如, 故 A 正确;

B、草叶上的露珠存在表面张力, 它表面的水分子表现为引力, 从而使它收缩成一个球形, 与表面张力有关, 故 B 正确;

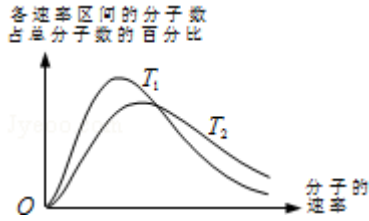
C、滴入水中的红墨水很快散开是扩散现象, 是液体分子无规则热运动的反映, 故 C 错误;

D、悬浮在水中的花粉做无规则运动是布朗运动, 是液体分子无规则热运动的反映, 故 D 错误;

故选: AB.

【点评】 此题考查液体表面张力的现象, 要求对液体表面张力产生的原因能理解, 并能分析一些现象.

13. (4分) 密闭在钢瓶中的理想气体, 温度升高时压强增大. 从分子动理论的角度分析, 这是由于分子热运动的 平均动能 增大了. 该气体在温度 T_1 、 T_2 时的分子速率分布图象如图所示, 则 T_1 小于 T_2 (选填“大于”或“小于”).



【考点】 89: 温度是分子平均动能的标志.

【专题】 16: 压轴题; 547: 内能及其变化专题.

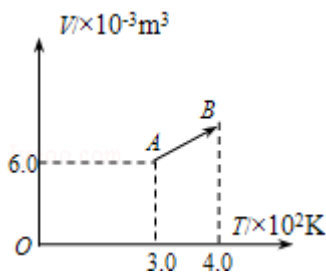
【分析】 温度是分子平均动能的标志, 温度升高平均动能增大, 体积不变时, 气体的内能由平均动能决定.

【解答】 解: 密闭在钢瓶中的理想气体体积不变, 温度升高时分子平均动能增大压强增大. 温度升高时, 速率大的分子所占比重较大 $T_1 < T_2$.

答案为: 平均动能, 小于

【点评】 本题考查了温度是分子平均动能的标志, 温度升高平均动能增大.

14. (4分) 如图所示, 一定质量的理想气体从状态 A 经等压过程到状态 B. 此过程中, 气体压强 $p = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$, 吸收的热量 $Q = 7.0 \times 10^2 \text{J}$, 求此过程中气体内能的增量.



【考点】 8F: 热力学第一定律; 99: 理想气体的状态方程.

【专题】 16: 压轴题; 54B: 理想气体状态方程专题.

【分析】 气体从状态 A 经等压过程到状态 B 的过程中, 吸收热量, 同时对外做功, 要先求出体积的变化, 再求功, 最后根据热力学第一定律求解.

【解答】 解: 气体状态 A 为初状态, 设为 $V_1 T_1$, 状态 B 为末状态, 设为 $V_2 T_2$, 由盖 -

吕萨克定律得:
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

代入数据, 得:
$$V_2 = 8.0 \times 10^{-3} \text{m}^3$$

在该过程中, 气体对外做功: $W = F \cdot L = p_s \cdot \Delta L = p \cdot \Delta V = 2 \times 10^2 \text{J}$

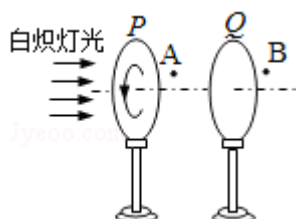
根据热力学第一定律: $\Delta U = Q + W'$ 其中 $W = -W'$,

代入数据, 得 $\Delta U = 5.0 \times 10^2 \text{J}$

【点评】 该题考查热力学第一定律和理想气体的状态方程，关键的是正确求出气体对外做的功。属于中档题。

选修3-4

15. (4分) 选修3-4 如图所示，白炽灯的右侧依次平行放置偏振片P和Q，A点位于P、Q之间，B点位于Q右侧。旋转偏振片P，A、B两点光的强度变化情况是 ()



- A. A、B 均不变
- B. A、B 均有变化
- C. A 不变，B 有变化
- D. A 有变化，B 不变

【考点】 HB: 光的偏振.

【专题】 54H: 光的衍射、偏振和电磁本性专题.

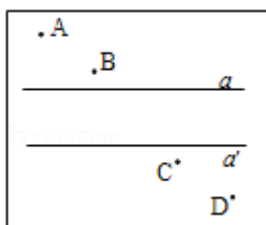
【分析】 白炽灯的光线沿各个方向的都有，只有与偏振片方向相同的光才能通过。

【解答】 解：白炽灯的光线沿各个方向的都有，旋转偏振片P，A点光的强度不会变化，而通过Q的光线在B点强度会发生变化，C正确。

故选：C。

【点评】 本题考查了偏振片的作用，难度不大。

16. (4分) “测定玻璃的折射率” 实验中，在玻璃砖的一侧竖直插两个大头针 A、B，在另一侧再竖直插两个大头针 C、D。在插入第四个大头针 D 时，要使它 挡住 C 和 A、B 的像。题如图是在白纸上留下的实验痕迹，其中直线 a、a' 是描在纸上的玻璃砖的两个边。根据该图可算得玻璃的折射率 $n = \underline{1.7}$ 。（计算结果保留两位有效数字）



【考点】 O3: 测定玻璃的折射率.

【专题】 13: 实验题; 16: 压轴题; 54D: 光的折射专题.

【分析】 用“插针法”测定玻璃的折射率的原理是折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，关键是确定折射光

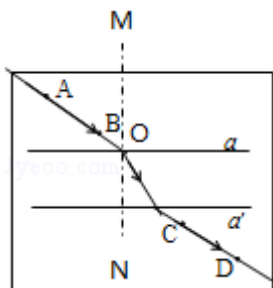
线，方法是：在玻璃砖的一侧竖直插两个大头针 A、B，在另一侧再竖直插两个大头针 C、D，使 C 挡住 A、B 的像，要使 D 挡住 C 和 A、B 的像。作出入射光线和折射光线，画出光路图，用量角器量出入射角和折射角，由折射定律算出折射率。

【解答】解：在玻璃砖的一侧竖直插两个大头针 A、B，在另一侧再竖直插两个大头针 C、D，使 C 挡住 A、B 的像，要使 D 挡住 C 和 A、B 的像，说明 CD 在 AB 的出射光线上，CD 连线即为 AB 的出射光线。

作出光路图如图，用量角器量出入射角 $\angle AOM=60^\circ$ ，折射角 $\angle CON=30^\circ$ ，则折射率

$$n = \frac{\sin \angle AOM}{\sin \angle CON} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} \approx 1.7$$

故答案为：挡住 C 和 A、B 的像，1.7



【点评】解决本题的关键理解和掌握实验的原理和实验的方法，其中实验原理是实验的核心。

17. (4分) 地震时，震源会同时产生两种波，一种是传播速度约为 3.5km/s 的 S 波，另一种是传播速度约为 7.0km/s 的 P 波。一次地震发生时，某地震监测点记录到首次到达的 P 波比首次到达的 S 波早 3min。假定地震波沿直线传播，震源的振动周期为 1.2s，求震源与监测点之间的距离 x 和 S 波的波长 λ 。

【考点】 F3：横波和纵波；F5：波长、频率和波速的关系。

【专题】 16：压轴题。

【分析】先根据匀速运动的速度位移关系公式求解震源与监测点之间的距离 x ，然后根据波速、波长、周期关系公式列式求解波长。

【解答】解：地震监测点记录到首次到达的 P 波比首次到达的 S 波早 3min (180s)，故

$$\frac{x}{v_s} - \frac{x}{v_p} = \Delta t$$

代入数据，有

$$\frac{x}{3.5} - \frac{x}{7} = 180$$

解得

$$x = 1260 \text{ km}$$

根据波速、波长、周期关系公式，得到

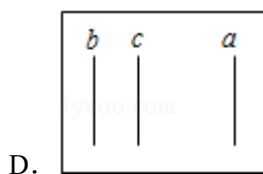
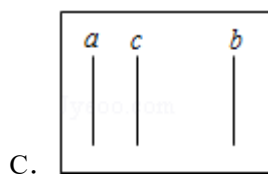
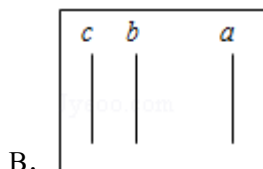
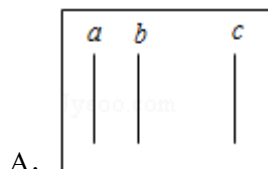
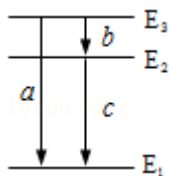
$$\lambda = v_s \cdot T = 3.5 \text{ km/s} \times 1.2 \text{ s} = 4.2 \text{ km}$$

答：震源与监测点之间的距离 x 为 21km，S 波的波长 λ 为 4.2km.

【点评】 本题关键根据波速的两个公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 以及 $v = \frac{\lambda}{T}$ 列式计算，基础题.

选修 3-5

18. (4 分) 3 - 5 如图所示是某原子的能级图，a、b、c 为原子跃迁所发出的二种波长的光。在下列该原子光谱的各选项中，谱线从左向右的波长依次增大，则正确的是 ()



【考点】 J4: 氢原子的能级公式和跃迁.

【专题】 54N: 原子的能级结构专题.

【分析】 能级间跃迁时辐射的光子能量等于两能级间的能级差，根据 $E_m - E_n = h \frac{c}{\lambda}$ 比较出波长的大小.

【解答】 解：从能级图可知， $E_3 - E_1 > E_2 - E_1 > E_3 - E_2$ ，根据 $E_m - E_n = h \frac{c}{\lambda}$ 知， $\lambda_a < \lambda_c < \lambda_b$ 。故 C 正确，A、B、D 错误.

故选：C。

【点评】解决本题的关键知道频率与波长的关系，以及知道 $E_m - E_n = h \frac{c}{\lambda}$ 。

19. (4分) 一个中子与某原子核发生核反应，生成一个氦核，其核反应方程式为

${}_0^1\text{n} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He}$ ；该反应放出的能量为 Q ，则氦核的比结合能为 $\frac{Q}{2}$ 。

【考点】II：爱因斯坦质能方程。

【专题】16：压轴题；54P：爱因斯坦的质能方程应用专题。

【分析】核反应过程中，质量数与核电荷数守恒，据此写出核反应方程式；核反应释放出的能量与核子数之比是结合能。

【解答】解：由质量数与核电荷数守恒可知，核反应方程式为： ${}_0^1\text{n} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He}$ ；

氦核的比结合能为： $\frac{Q}{2}$ ；

故答案为： ${}_0^1\text{n} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He}$ ； $\frac{Q}{2}$ 。

【点评】应用质量数与核电荷数守恒可以写出核反应方程式，知道结合能的概念是正确求出结合能的关键。

20. (4分) A、B 两种光子的能量之比为 2:1，它们都能使某种金属发生光电效应，且所产生的光电子最大初动能分别为 E_A 、 E_B 。求 A、B 两种光子的动量之比和该金属的逸出功。

【考点】IC：光电效应。

【专题】16：压轴题；54I：光电效应专题。

【分析】由光子能量公式 $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ 和动量公式 $P = mv = \frac{h}{\lambda}$ 判断动量之比，由光电效应方程求逸出功。

【解答】解：由光子能量公式 $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ 和动量公式 $P = mv = \frac{h}{\lambda}$ 知，A、B 两种光子的动量之比等于 A、B 两种光子的能量之比为 2:1；

由 $E_A = E_1 - W$ 和 $E_B = E_2 - W$ 联立得 $W = E_A - 2E_B$ 。

答：A、B 两种光子的动量之比为 2:1；金属的逸出功为 $W = E_A - 2E_B$ 。

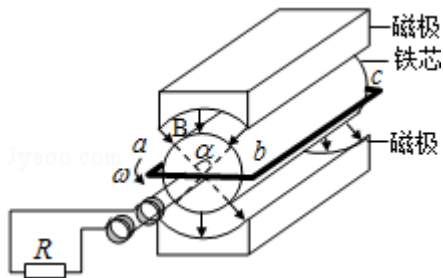
【点评】本题考查的知识点较偏，特别是光子的能量和动量方程要记住。

四、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。只与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。

21. (15 分) 某兴趣小组设计了一种发电装置，如图所示。在磁极和圆柱状铁芯之间形成的

两磁场区域的圆心角 α 均为 $\frac{4}{9}\pi$ ，磁场均沿半径方向。匝数为 N 的矩形线圈 $abcd$ 的边长 $ab = cd = l$ 、 $bc = ad = 2l$ 。线圈以角速度 ω 绕中心轴匀速转动， bc 和 ad 边同时进入磁场。在磁场中，两条边所经过处的磁感应强度大小均为 B 、方向始终与两边的运动方向垂直。线圈的总电阻为 r ，外接电阻为 R 。求：

- (1) 线圈切割磁感线时，感应电动势的大小 E_m ；
- (2) 线圈切割磁感线时， bc 边所受安培力的大小 F ；
- (3) 外接电阻上电流的有效值 I 。



【考点】D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

【专题】539：电磁感应中的力学问题。

【分析】(1) 根据法拉第电磁感应定律求出感应电动势

(2) 根据欧姆定律得出电流大小，根据安培力公式求出大小

(3) 根据电流的热效应求出电流的有效值

【解答】解：(1) bc 、 ad 边的运动速度为：

$$v = \omega \frac{l}{2}$$

感应电动势为：

$$E_m = 4NBlv$$

$$\text{解得：} E_m = 2NB l^2 \omega$$

(2) 根据欧姆定律得电流为:

$$I_m = \frac{E_m}{R+r}$$

安培力为: $F = 2NBI_m l$

解得: $F = \frac{4N^2 B^2 l^3 \omega}{R+r}$

(3) 一个周期内, 通电时间为: $t = \frac{4}{9}T$

R 上消耗的电能为: $W = I_m^2 R t$

且有: $W = I^2 R T$

解得: $I = \frac{4NBl^2 \omega}{3(R+r)}$

答: (1) 线圈切割磁感线时, 感应电动势的大小是 $2NBl^2 \omega$;

(2) 线圈切割磁感线时, bc 边所受安培力的大小是 $\frac{4N^2 B^2 l^3 \omega}{R+r}$;

(3) 外接电阻上电流的有效值是 $\frac{4NBl^2 \omega}{3(R+r)}$ 。

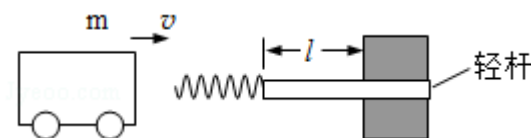
【点评】 本题研究交变电流的产生, 实质上是电磁感应知识的具体应用, 是右手定则、法拉第电磁感应定律、安培力等知识的综合应用。

22. (16分) 某缓冲装置的理想模型如图所示, 劲度系数足够大的轻质弹簧与轻杆相连, 轻杆可在固定的槽内移动, 与槽间的滑动摩擦力恒为 f 。轻杆向右移动不超过 l 时, 装置可安全工作。一质量为 m 的小车若以速度 v_0 撞击弹簧, 将导致轻杆向右移动 $\frac{l}{4}$ 。轻杆与槽间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 且不计小车与地面的摩擦。

(1) 若弹簧的劲度系数为 k , 求轻杆开始移动时, 弹簧的压缩量 x ;

(2) 求为使装置安全工作, 允许该小车撞击的最大速度 v_m ;

(3) 讨论在装置安全工作时, 该小车弹回速度 v' 和撞击速度 v 的关系。



【考点】2S: 胡克定律; 65: 动能定理.

【专题】16: 压轴题; 52D: 动能定理的应用专题.

【分析】(1) 轻杆开始移动时, 根据胡克定律求出弹簧的压缩量

(2) 小车从撞击到停止的过程中由动能定理列出等式, 同理, 小车以 v_m 撞击弹簧时由动能定理列出等式求解.

(3) 根据动能定理求解

【解答】解: (1) 轻杆开始移动时, 弹簧的弹力 $F=kx$ ①

且 $F=f$ ②

$$\text{解得 } x = \frac{f}{k} \text{ ③}$$

(2) 设轻杆移动前小车对弹簧所做的功为 W , 则小车从撞击到停止的过程中由动能定理得

$$-f\left(\frac{l}{4}\right) - W = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ ④}$$

同理, 小车以 v_m 撞击弹簧时 $-fl - W = 0 - \frac{1}{2}mv_m^2$ ⑤

$$\text{解得 } v_m = \sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}} \text{ ⑥}$$

(3) 设轻杆恰好移动时, 小车撞击速度为 v_1

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = W \text{ ⑦}$$

$$\text{由 ④⑦ 解得 } v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}$$

$$\text{当 } v \leq \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}} \text{ 时, } v' = v$$

$$\text{当 } \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}} \leq v \leq \sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}} \text{ 时, } v' = \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}$$

答:

(1) 若弹簧的劲度系数为 k , 轻杆开始移动时, 弹簧的压缩量是 $\frac{f}{k}$;

(2) 求为使装置安全工作，允许该小车撞击的最大速度是 $\sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}}$;

(3) 该小车弹回速度 v' 和撞击速度 v 的关系是当 $v \leq \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}$ 时， $v' = v$

$$\text{当 } \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}} \leq v \leq \sqrt{v_0^2 + \frac{3fl}{2m}} \text{ 时， } v' = \sqrt{v_0^2 - \frac{fl}{2m}}.$$

【点评】 正缓冲装置是一种实用装置，在生产和生活中有着广泛的应用，本题就是根据某种缓冲装置改编的一道物理试题，试题设计新颖，物理思想深刻。正确解答这道试题，要求考生具有扎实的高中物理基础以及很强的分析和解决问题的能力。

23. (16分) 如图所示，待测区域中存在匀强电场和匀强磁场，根据带电粒子射入时的受力情况可推测其电场和磁场。图中装置由加速器和平移器组成，平移器由两对水平放置、相距为 l 的相同平行金属板构成，极板长度为 l 、间距为 d ，两对极板间偏转电压大小相等、电场方向相反。质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子经加速电压 U_0 加速后，水平射入偏转电压为 U_1 的平移器，最终从 A 点水平射入待测区域。不考虑粒子受到的重力。

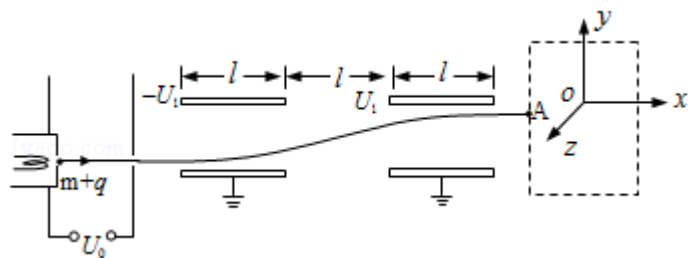
(1) 求粒子射出平移器时的速度大小 v_1 ;

(2) 当加速电压变为 $4U_0$ 时，欲使粒子仍从 A 点射入待测区域，求此时的偏转电压 U ;

(3) 已知粒子以不同速度水平向右射入待测区域，刚进入时的受力大小均为 F 。现取水平向右为 x 轴正方向，建立如图所示的直角坐标系 $Oxyz$ 。保持加速电压为 U_0 不变，移动装置使粒子沿不同的坐标轴方向射入待测区域，粒子刚射入时的受力大小如下表所示。

| | | | | |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 射入方向 | y | $-y$ | z | $-z$ |
| 受力大小 | $\sqrt{5}F$ | $\sqrt{5}F$ | $\sqrt{7}F$ | $\sqrt{3}F$ |

请推测该区域中电场强度和磁感应强度的大小及可能的方向。



【考点】 AK: 带电粒子在匀强电场中的运动.

【专题】 16: 压轴题; 531: 带电粒子在电场中的运动专题.

【分析】(1) 由动能定理求解粒子射出加速器的速度，根据对称性可知，粒子射出平移器时的速度大小 $v_1=v_0$ 。

(2) 粒子在第一个偏转电场中做类平抛运动，水平方向做匀速直线运动，竖直方向做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律求得加速度，由运动学位移公式求得竖直位移；粒子在两偏转电场间做匀速直线运动， $y=vt$ 公式求得竖直位移，即可求得粒子竖直总位移表达式。当加速电压变为 $4U_0$ 时欲使粒子仍从 A 点射入待测区域，粒子竖直总位移不变，再求解此时的偏转电压 U ；

(3) 根据粒子刚射入时的受力大小，分析电场强度和磁感应强度的大小及可能的方向。

(a) 由沿 x 轴方向射入时， B 平行于 x 轴，由 $F=qE$ 求得 E ；(b) 由沿 $\pm y$ 轴方向射入时的受力情况可知： E 与 Oxy 平面平行，根据力的合成，求得洛伦兹力 f 的大小， $f=qv_1B$ ，即可求得 B ；(c) 设电场方向与 x 轴方向夹角为 α 。若 B 沿 x 轴方向，由沿 z 轴方向射入时的受力情况，由力的合成法求得 α 。

【解答】解：(1) 设粒子射出加速器的速度为 v_0 ，根据动能定理得： $qU_0=\frac{1}{2}mv_0^2$

由题意得 $v_1=v_0$ ，即 $v_1=\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$ ；

(2) 在第一个偏转电场中，设粒子的运动时间为 t

加速度的大小 $a=\frac{qU_1}{md}$

在离开时，竖直分速度 $v_y=at$

竖直位移 $y_1=\frac{1}{2}at^2$

水平位移 $l=v_1t$

粒子在两偏转电场间做匀速直线运动，经历时间也为 t 。

竖直位移 $y_2=v_yt$

由题意知，粒子竖直总位移 $y=2y_1+y_2$

联立解得 $y=\frac{U_1l^2}{U_0d}$ ；

欲使粒子仍从 A 点射入待测区域， y 不变，则当加速电压为 $4U_0$ 时， $U=4U_1$

(3) (a) 由沿 x 轴方向射入时的受力情况可知：B 平行于 x 轴，且 $E = \frac{F}{q}$ ；

(b) 由沿 ±y 轴方向射入时的受力情况可知：E 与 Oxy 平面平行，则

$$F^2 + f^2 = (\sqrt{5}F)^2, \text{ 则 } f = 2F$$

且 $f = qv_1B$

$$\text{解得 } B = \frac{F}{q} \sqrt{\frac{2m}{qU_0}}$$

(c) 设电场方向与 x 轴方向夹角为 α 。

若 B 沿 x 轴方向，由沿 z 轴方向射入时的受力情况得

$$(f + F\sin\alpha)^2 + (F\cos\alpha)^2 = (\sqrt{7}F)^2$$

解得， $\alpha = 30^\circ$ 或 $\alpha = 150^\circ$

即 E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为 30° 或 150° 。

同理，若 B 沿 -x 轴方向，

E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为 -30° 或 -150° 。

答：(1) 粒子射出平移器时的速度大小 v_1 为 $\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$ 。

(2) 当加速电压变为 $4U_0$ 时，欲使粒子仍从 A 点射入待测区域，此时的偏转电压 U 为 $4U_1$ ；

(3) 该区域中电场强度和磁感应强度的大小及可能的方向为：

(a) 由沿 x 轴方向射入时的受力情况可知：B 平行于 x 轴，且 $E = \frac{F}{q}$ ；

(b) 由沿 ±y 轴方向射入时的受力情况可知：E 与 Oxy 平面平行， $B = \frac{F}{q} \sqrt{\frac{2m}{qU_0}}$ ；

(c) E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为 30° 或 150° 。若 B 沿 -x 轴方向，E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为 -30° 或 -150° 。

【点评】 本题是带电粒子在电场、磁场及复合场中运动的问题，分析粒子的运动情况是解题的基础，关键是把握解题的规律。