

2011年全国统一高考物理试卷（新课标）

参考答案与试题解析

一、选择题：本题共8小题，每小题6分，共48分。在每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，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. （6分）为了解释地球的磁性，19世纪安培假设：地球的磁场是由绕过地心的轴的环形电流I引起的。在下列四个图中，能正确表示安培假设中环形电流方向的是（ ）



【考点】C5：地磁场；CB：分子电流假说。

【专题】31：定性思想；43：推理法；53D：磁场 磁场对电流的作用。

【分析】要知道环形电流的方向首先要知道地磁场的分布情况：地磁的南极在地理北极的附近，故右手的拇指必需指向南方，然后根据安培定则四指弯曲的方向是电流流动的方向从而判定环形电流的方向。

【解答】解：地磁的南极在地理北极的附近，故在用安培定则判定环形电流的方向时右手的拇指必需指向南方；而根据安培定则：拇指与四指垂直，而四指弯曲的方向就是电流流动的方向，故四指的方向应该向西。故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】主要考查安培定则和地磁场分布，掌握安培定则和地磁场的分布情况是解决此题的关键所在。另外要掌握此类题目一定要注意安培定则的准确应用。

2. (6分) 质点开始时做匀速直线运动, 从某时刻起受到一恒力作用. 此后, 该质点的动能可能 ()
- A. 一直增大
 - B. 先逐渐减小至零, 再逐渐增大
 - C. 先逐渐增大至某一最大值, 再逐渐减小
 - D. 先逐渐减小至某一非零的最小值, 再逐渐增大

【考点】 65: 动能定理.

【分析】 一质点开始时做匀速直线运动, 说明质点所受合力为0, 从某时刻起受到一恒力作用, 这个恒力就是质点的合力.

根据这个恒力与速度的方向关系确定质点动能的变化情况.

【解答】 解: A、如果恒力与运动方向相同, 那么质点做匀加速运动, 动能一直变大, 故A正确.

B、如果恒力与运动方向相反, 那么质点先做匀减速运动, 速度减到0, 质点在恒力作用下沿着恒力方向做匀加速运动, 动能再逐渐增大. 故B正确.

C、如果恒力方向与原来运动方向不在同一直线上, 那么将速度沿恒力方向所在直线和垂直恒力方向分解, 其中恒力与一个速度方向相同, 这个方向速度就会增加, 另一个方向速度不变, 那么合速度就会增加, 不会减小. 故C错误.

D、如果恒力方向与原来运动方向不在同一直线上, 那么将速度沿恒力方向所在直线和垂直恒力方向分解, 其中恒力与一个速度方向相反, 这个方向速度就会减小, 另一个方向速度不变, 那么合速度就会减小, 当恒力方向速度减到0时, 另一个方向还有速度, 所以速度到最小值时不为0, 然后恒力方向速度又会增加, 合速度又在增加, 即动能增大. 故D正确.

故选: ABD.

【点评】 对于直线运动, 判断速度增加还是减小, 我们就看加速度的方向和速度的方向.

对于受恒力作用的曲线运动, 我们可以将速度分解到恒力方向和垂直恒力方向, 再去研究.

3. (6分) 一蹦极运动员身系弹性蹦极绳从水面上方的高台下落, 到最低点时距水面还有数米距离. 假定空气阻力可忽略, 运动员可视为质点, 下列说法正确的是 ()
- A. 运动员到达最低点前重力势能始终减小
 - B. 蹦极绳张紧后的下落过程中, 弹性力做负功, 弹性势能增加
 - C. 蹦极过程中, 运动员、地球和蹦极绳所组成的系统机械能守恒
 - D. 蹦极过程中, 重力势能的变化与重力势能零点的选取有关

【考点】 69: 弹性势能; 6C: 机械能守恒定律.

【专题】 52E: 机械能守恒定律应用专题.

【分析】 运动员从高台下落过程中, 重力做正功, 重力势能始终减小. 蹦极绳张紧后的下落过程中, 弹性力做负功, 弹性势能增加. 以运动员、地球和蹦极绳所组成的系统, 只有重力和弹力做功, 系统的机械能守恒. 重力势能的变化与重力做功有关, 取决于初末位置.

【解答】 解: A、运动员到达最低点前, 重力对运动员一直做正功, 运动员的重力势能始终减小. 故A正确.

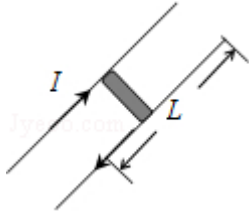
B、蹦极绳张紧后的下落过程中, 弹力方向向上, 运动员的位移向下, 弹性力对运动员做负功, 弹性势能增加. 故B正确.

C、以运动员、地球和蹦极绳所组成的系统, 只有重力和弹力做功, 系统的机械能守恒. 故C正确.

D、重力势能的变化与重力做功有关, 取决于初末位置的高度差, 与重力势能零点的选取无关. 故D错误.

故选: ABC.

【点评】 本题类似于小球掉在弹簧上的类型. 重力与弹力特点相似, 这两种力做正功时, 势能减小, 做负功时, 势能增加.



- A. 只将轨道长度L变为原来的2倍
- B. 只将电流I增加至原来的2倍
- C. 只将弹体质量减至原来的一半
- D. 将弹体质量减至原来的一半，轨道长度L变为原来的2倍，其它量不变

【考点】 65: 动能定理; CC: 安培力.

【分析】 通电的弹体在轨道上受到安培力的作用，利用动能定理表示出弹体的出射速度。

根据速度的表达式进行求解。

【解答】 解：通电的弹体在轨道上受到安培力的作用，

利用动能定理有 $BIL \cdot L = \frac{1}{2}mv^2$,

磁感应强度的大小与I成正比，所以 $B = kI$

解得 $v = \sqrt{\frac{2kI^2L}{m}}$ 。

- A、只将轨道长度L变为原来的2倍，弹体的出射速度增加至原来的 $\sqrt{2}$ 倍，故A错误
- B、只将电流I增加至原来的2倍，弹体的出射速度增加至原来的2倍，故B正确
- C、只将弹体质量减至原来的一半，弹体的出射速度增加至原来的 $\sqrt{2}$ 倍，故C错误
- D、将弹体质量减至原来的一半，轨道长度L变为原来的2倍，其它量不变，弹体的出射速度增加至原来的2倍，故D正确。

故选：BD。

【点评】 解决该题关键运用动能定理表示出弹体的出射速度求解。

要找出一个物理量变化所采用的方法，应该先运用物理规律表示出这个物理量再根据表达式中各个因素求解。

6. (6分) 卫星电话信号需要通过地球卫星传送. 如果你与同学在地面上用卫星电话通话, 则从你发出信号至对方接收到信号所需要最短时间最接近于 (可能用到的数据: 月球绕地球运动的轨道半径为 $3.8 \times 10^5 \text{ km}$, 运动周期约为27天, 地球半径约为 6400 km , 无线电信号的传播速度为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$) ()
- A. 0.1s B. 0.25s C. 0.5s D. 1s

【考点】 4F: 万有引力定律及其应用; 4H: 人造卫星.

【分析】 同步卫星和月球都是绕地球做匀速圆周运动, 根据万有引力提供向心力

力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$, 求出轨道半径比, 从而得出同步卫星的轨道半径以及高度, 根据速度公式求出时间.

【解答】 解: 根据万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$, 解得: $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$, 已知

月球和同步卫星的周期比为27: 1, 则月球和同步卫星的轨道半径比为9: 1

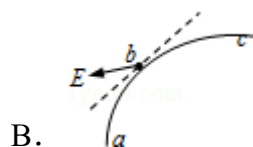
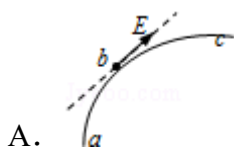
. 同步卫星的轨道半径 $r' = \frac{1}{9} \times 3.8 \times 10^5 = 4.2 \times 10^4 \text{ km}$. 所以接收到信号的最短

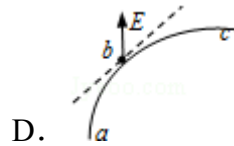
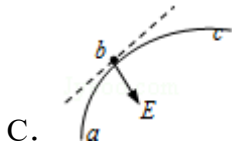
时间 $t = \frac{2(r' - R)}{v} \approx 0.25 \text{ s}$.

故选: B.

【点评】 解决本题的关键掌握万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$.

7. (6分) 一带负电荷的质点, 在电场力作用下沿曲线abc从a运动到c, 已知质点的速率是递减的. 关于b点电场强度E的方向, 下列图示中可能正确的是 (虚线是曲线在b点的切线) ()





【考点】41：曲线运动；A6：电场强度与电场力.

【专题】16：压轴题；532：电场力与电势的性质专题.

【分析】根据物体做曲线运动的条件和受力特点分析电荷受的电场力方向，再由负电荷所受的电场力方向与场强方向相反进行选择。

【解答】解：

A、电荷做曲线运动，电场力与速度方向不在同一直线上，应指向轨迹弯曲的内侧，不可能沿轨迹的切线方向，则场强也不可能沿轨迹的切线方向。故A错误。

B、负电荷所受的电场力方向与场强方向相反，图中电场力方向与速度方向的夹角为锐角，电场力做正功，电荷的速率增大，与题不符。故B错误。

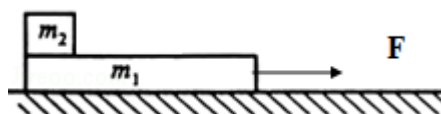
C、图中场强方向指向轨迹的内侧，则电场力指向轨迹的外侧，电荷的轨迹应向上弯曲，不可能沿如图的轨迹运动。故C错误。

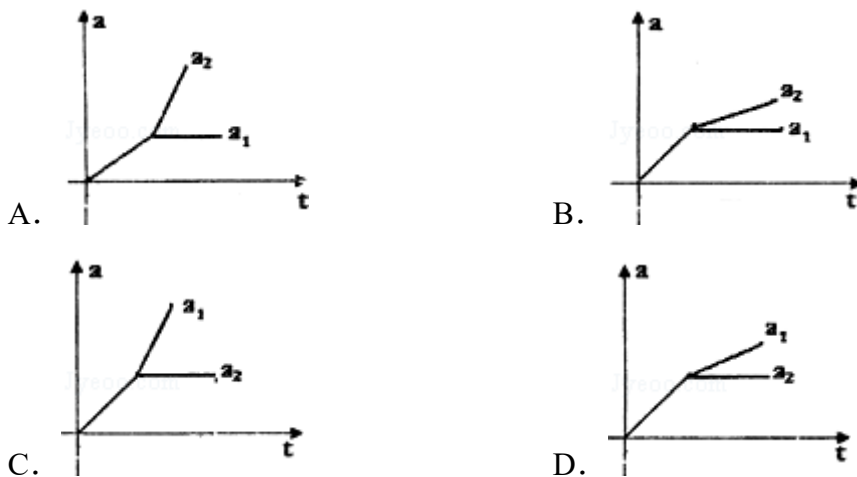
D、图中场强方向指向轨迹的外侧，则电场力指向轨迹的内侧，而且电场力方向与电荷的速度方向成钝角，电场力做负功，电荷的速率减小，符合题意。故D正确。

故选：D。

【点评】本题是电场中轨迹问题，抓住电荷所受的合力指向轨迹的内侧和速度沿轨迹的切线方向是解题的关键。

8. (6分) 如图，在光滑水平面上有一质量为 m_1 的足够长的木板，其上叠放一质量为 m_2 的木块。假定木块和木板之间的最大静摩擦力和滑动摩擦力相等。现给木板施加一随时间 t 增大的水平力 $F=kt$ (k 是常数)，木板和木块加速度的大小分别为 a_1 和 a_2 ，下列反映 a_1 和 a_2 变化的图线中正确的是 ()





【考点】 37: 牛顿第二定律.

【分析】 当水平拉力 F 较小时, 木板和木块保持相对静止一起向右做匀加速直线运动, 运用整体法求解出加速度。当木块和木板发生相对滑动时, 隔离分析得出两者的加速度大小, 从而得出正确的图线。

【解答】 解: 当 F 较小时, 木块和木板一起做匀加速直线运动, 加速度 $a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{kt}{m_1 + m_2}$, 则知 $a \propto t$;

当拉力达到一定程度后, 木块和木板之间发生相对滑动, 对木块, 所受的滑动

摩擦力恒定, 加速度恒定, 即 $a_2 = \frac{\mu m_2 g}{m_2} = \mu g$;

对 m_1 , 加速度为 $a_1 = \frac{F - \mu m_2 g - kt}{m_1} = \frac{\mu m_2 g}{m_1}$

由于 $\frac{k}{m_1 + m_2} < \frac{k}{m_1}$, 可知 a_1 图线后一段斜率大于前一段的斜率, 由数学知识知C

正确。

故选: C。

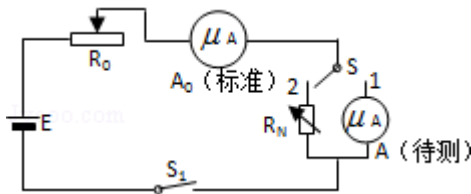
【点评】 本题首先要分两个相对静止和相对运动两种状态分析, 其次采用整体法和隔离法研究得到加速度与时间的关系式, 再选择图象, 是经常采用的思路。

二、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第9题~12题为必考题; 每个试题考生都必须作答。第13题~18题为选考题, 考生根据要求作答。(一) 必

考题

9. 为了测量一微安表头A的内阻，某同学设计了如图所示的电路。图中， A_0 是标准电流表， R_0 和 R_N 分别是滑动变阻器和电阻箱，S和 S_1 分别是单刀双掷开关和单刀开关，E是电池。完成下列实验步骤中的填空：

- (1) 将S拨向接点1，接通 S_1 ，调节 R_0 ，使待测表头指针偏转到适当位置，记下此时 标准电流表 的读数I；
- (2) 然后将S拨向接点2，调节 R_N ，使 标准电流表的读数仍为I，记下此时 R_N 的读数；
- (3) 多次重复上述过程，计算 R_N 读数的 平均值，此即为待测微安表头内阻的测量值。



【考点】 N4：用多用电表测电阻；N6：伏安法测电阻。

【专题】 13：实验题；535：恒定电流专题。

【分析】 先接通1，使待测电表有一示数，再接通2调节电阻箱使待测电表的示数相同，此时电阻箱的示数即为待测电表的内阻。

【解答】 解：（1）将S拨向接点1，接通 S_1 ，调节 R_0 使待测表头指针偏转到适当位置，记下此时标准电流表 读数I；
（2）然后将S拨向接点2，调节 R_N ，使标准电流表的读数仍为I，记下此时 R_N 的读数；
（3）多次重复上述过程，计算 R_N 读数的平均值，此即为待测微安表头内阻的测量值。

故答案为：（1） R_0 ，标准电流表；（2） R_N ，标准电流表的读数仍为I；
（3）平均值。

【点评】 本题考查了一种新的实验方法测量电表的内阻，要能够根据实验原理图知道实验的原理和步骤。

10. 利用图所示的装置可测量滑块在斜面上运动的加速度。一斜面上安装有两个光电门，其中光电门乙固定在斜面上靠近底端处，光电门甲的位置可移动，当一带有遮光片的滑块自斜面上滑下时，与两个光电门都相连的计时器可以显示出遮光片从光电门甲至乙所用的时间 t 。改变光电门甲的位置进行多次测量，每次都使滑块从同一点由静止开始下滑，并用米尺测量甲、乙之间的距离 s ，记下相应的 t 值；所得数据如下表所示。

s (m)	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	0.950
t (ms)	292.9	371.5	452.3	552.8	673.8	776.4
s/t (m/s)	1.71	1.62	1.55	1.45	1.34	1.22

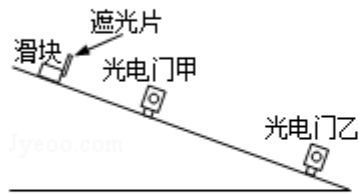


图1

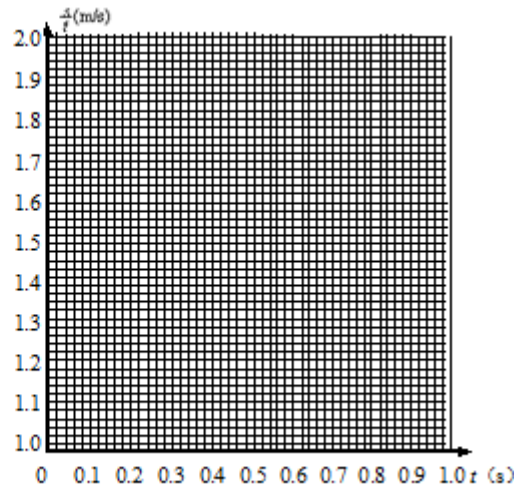


图2

完成下列填空和作图：

- 若滑块所受摩擦力为一常量，滑块加速度的大小 a 、滑块经过光电门乙时的瞬时速度 v_1 、测量值 s 和 t 四个物理量之间所满足的关系式是 $s = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2$ ；
- 根据表中给出的数据，在答题纸的图上给出的坐标纸上画出 $\frac{s}{t} - t$ 图线；
- 由所画出的 $s/t - t$ 图线，得出滑块加速度的大小为 $a = 2.1$ m/s^2 （保留2位有效数字）。

【考点】 M5：测定匀变速直线运动的加速度。

【专题】 13：实验题；535：恒定电流专题。

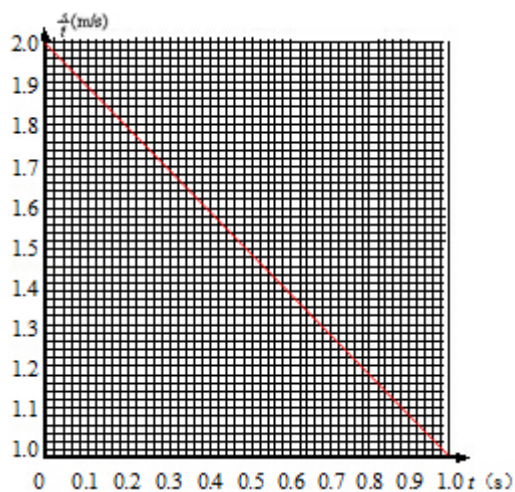
【分析】 可以把光电门甲至乙的匀加速运动看成反向的匀减速运动，写出测量

值s和t四个物理量之间所满足的关系式.

由位移时间关系式整理得到 $\frac{s}{t} - t$ 图线的表达式, 并找出图线的斜率和加速度关系.

【解答】解: ①已知滑块沿斜面下滑时做匀加速运动, 滑块加速度的大小a、滑块经过光电门乙时的瞬时速度 v_1 、测量值s和t四个物理量. 因为时速度 v_1 是下滑的末速度, 所以我们可以看下滑的逆过程, 所以满足的关系式是: $s = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2$

②根据表中给出的数据, 在图2给出的坐标纸上画出 $\frac{s}{t} - t$ 图线;



③由 $s = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2$ 整理

得: $\frac{s}{t} = v_1 - \frac{1}{2} a t$

由表达式可知, 加速度等于斜率大小的两倍. 所以由图象得出滑块加速度的大小为 $a = 2.1 \text{ m/s}^2$

故答案为: ① $s = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2$; ②如图; ③2.1.

【点评】题目的难度在于: 物体加速下滑时, 我们研究了它的逆过程, 并且要整理图象所要求的表达式.

11. 甲乙两辆汽车都从静止出发做加速直线运动, 加速度方向一直不变. 在第一时间间隔内, 两辆汽车的加速度大小不变, 汽车乙的加速度大小是甲的

两倍；在接下来的相同时间间隔内，汽车甲的加速度大小增加为原来的两倍，汽车乙的加速度大小减小为原来的一半。求甲乙两车各自在这两段时间间隔内走过的总路程之比。

【考点】 1D：匀变速直线运动的速度与时间的关系； 1E：匀变速直线运动的位移与时间的关系。

【专题】 16：压轴题； 511：直线运动规律专题。

【分析】 分别对甲乙两车研究，用加速度 a ，时间间隔 t_0 等相同的量表示总位移，再求出路程之比。

【解答】 解：设汽车甲在第一段时间时间间隔 t_0 末的速度为 v ，第一段时间间隔内行驶的路程为 s_1 ，加速度为 a ，在第二段时间间隔内行驶的路程为 s_2 。由题，汽车甲在第二段时间间隔内加速度为 $2a$ 。设甲、乙两车行驶的总路程分别为 s 、 s' ，则有 $s=s_1+s_2$ ， $s'=s_1'+s_2'$ 。

由运动学公式得

$$v=at_0 \text{ ①}$$

$$s_1=\frac{1}{2}at_0^2 \text{ ②}$$

$$s_2=vt_0+\frac{1}{2}(2a)t_0^2 \text{ ③}$$

将①代入③得 $s_2=2at_0^2$ ， ④

由②+④得 $s=s_1+s_2=\frac{5}{2}at_0^2$

设乙车在时间 t_0 的速度为 v' ，在第一、二段时间间隔内行驶的路程分别为 s_1' 、 s_2'

同样有

$$v'=(2a)t_0 \text{ ⑤}$$

$$s_1'=\frac{1}{2}(2a)t_0^2 \text{ ⑥}$$

$$s_2'=v't_0+\frac{1}{2}at_0^2 \text{ ⑦}$$

将⑤代入⑦得 $s_2'=\frac{5}{2}at_0^2$ ⑧

由⑥+⑧得 $s'=s_1'+s_2'=\frac{7}{2}at_0^2$

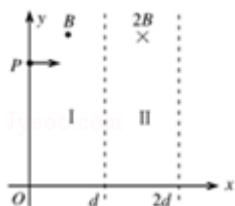
所以甲、乙两车各自行驶的总路程之比为 $\frac{s}{s'} = \frac{5}{7}$ ⑨

答：甲乙两车各自在这两段时间间隔内走过的总路程之比为5：7。

【点评】 对于两个物体运动问题的处理，除了分别研究两个物体的运动情况外，往往要抓住它们之间的关系，列出关系式。

12. 如图，在区域I ($0 \leq x \leq d$) 和区域II ($d < x \leq 2d$) 内分别存在匀强磁场，磁感应强度大小分别为B和2B，方向相反，且都垂直于Oxy平面。一质量为m、带电荷量q ($q > 0$) 的粒子a于某时刻从y轴上的P点射入区域I，其速度方向沿x轴正向。已知a在离开区域I时，速度方向与x轴正向的夹角为 30° ；此时，另一质量和电荷量均与a相同的粒子b也从P点沿x轴正向射入区域I，其速度大小是a的 $\frac{1}{3}$ ，不计重力和两粒子之间的相互作用力，求：

- (1) 粒子a射入区域I时速度的大小；
- (2) 当a离开区域II时，a、b两粒子的y坐标之差。



【考点】 37：牛顿第二定律；4A：向心力；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】 (1) 根据洛伦兹力提供向心力，运用几何关系求出粒子的轨道半径，结合牛顿第二定律求出粒子a射入区域I时速度的大小。

(2) 通过洛伦兹力提供向心力，得出a粒子在区域II中的轨道半径是区域I中的一半，结合几何关系得出a粒子离开区域II时，a粒子的纵坐标。根据时间关系通过几何关系求出当a离开区域II时，b粒子的纵坐标，从而得出a、b两粒子的y坐标之差。

【解答】 解：(1) 设粒子a在I内做匀速圆周运动的圆心为C（在y轴上），半径为 R_{a1} ，粒子速率为 v_a ，运动轨迹与两磁场区域边界的交点为P'，如图

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得 $qv_a B = m \frac{v_a^2}{R_{a1}}$ ①

由几何关系得 $\angle PCP' = \theta$ ②, $R_{a1} = \frac{d}{\sin \theta}$ ③, 式中 $\theta = 30^\circ$

由①②③式得 $v_a = \frac{2qBd}{m}$ ④

(2) 设粒子a在II内做圆周运动的圆心为 O_a , 半径为 R_{a2} , 射出点为 P_a (图中未画出轨迹), $\angle P'O_a P_a = \theta'$ 。

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得 $qv_a (2B) = m \frac{v_a^2}{R_{a2}}$ ⑤

由①⑤式得 $R_{a2} = \frac{R_{a1}}{2}$ ⑥

C、P'和 O_a 三点共线, 且由⑥式知 O_a 点必位于 $x = \frac{3}{2}d$ ⑦的平面上。由对称性知, P_a 点与P'点纵坐标相同,

即 $y_1 = R_{a1} \cos \theta + h$ ⑧式中, h 是C点的y坐标

设b在I中运动的轨道半径为 R_{b1} , 由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得

$$q \left(\frac{v_a}{3} \right) B = \frac{m}{R_{b1}} \left(\frac{v_a}{3} \right)^2 \text{ ⑨}$$

设a到达 P_a 点时, b位于 P_b 点, 转过的角度为 α 。如果b没有飞出I, 则

$$\frac{t}{T_{a2}} = \frac{\theta'}{2\pi} \text{ ⑩},$$

$$\frac{t}{T_{b1}} = \frac{\alpha}{2\pi}, \text{ (11)}$$

式中, t 是a在区域II中运动的时间, 而

$$T_{a2} = \frac{2\pi R_{a2}}{v} \text{ (12)}, \quad T_{b1} = \frac{2\pi R_{b1}}{\frac{v}{3}} \text{ (13)}$$

由⑤⑨⑩ (11) (12) 式得

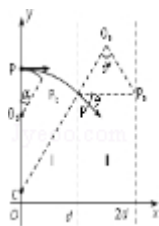
$$\alpha = 30^\circ \text{ (14)}$$

由①③⑨ (14) 式可见, b没有飞出。 P_b 点的y坐标为 $y_2 = R_{b1} (2 + \cos \alpha) + h$

由①③⑧⑨式及题给条件得, a、b两粒子的y坐标之差为 $y_1 - y_2 = \frac{2}{3}(\sqrt{3} - 2)d$ 。

答: (1) 粒子a射入区域I时速度的大小 $\frac{2qBd}{m}$ 。

(2) 当a离开区域II时, a、b两粒子的y坐标之差为 $y_1 - y_2 = \frac{2}{3}(\sqrt{3}-2)d$ 。



【点评】 本题考查带电粒子在磁场中的运动, 需掌握粒子在磁场中运动的轨道半径公式, 能够正确地作出轨迹图, 运用几何关系求解。

三、(二) 选考题: . [物理--选修3-3]

13. 对于一定量的理想气体, 下列说法正确的是 ()

- A. 若气体的压强和体积都不变, 其内能也一定不变
- B. 若气体的内能不变, 其状态也一定不变
- C. 若气体的温度随时间不断升高, 其压强也一定不断增大
- D. 气体温度每升高1K所吸收的热量与气体经历的过程有关
- E. 当气体温度升高时, 气体的内能一定增大

【考点】 8A: 物体的内能; 8F: 热力学第一定律; 99: 理想气体的状态方程.

【专题】 16: 压轴题; 547: 内能及其变化专题.

【分析】 理想气体内能由物体的温度决定, 理想气体温度变化, 内能变化; 由理想气体的状态方程可以判断气体温度变化时, 气体的体积与压强如何变化

【解答】 解: A、由理想气体的状态方程可知, 若气体的压强和体积都不变, 则其温度不变, 其内能也一定不变, 故A正确;

B、若气体的内能不变, 则气体的温度不变, 气体的压强与体积可能发生变化, 气体的状态可能变化, 故B错误;

C、由理想气体的状态方程可知, 若气体的温度T随时间升高, 体积同时变大, 其压强可能不变, 故C错误;

D、气体绝热压缩或膨胀时, 气体不吸热也不放热, 气体内能发生变化, 温度升高或降低, 在非绝热过程中, 气体内能变化, 要吸收或放出热量, 由此可

知气体温度每升高1K所吸收的热量与气体经历的过程有关，故D正确；
E、理想气体内能由温度决定，当气体温度升高时，气体的内能一定增，故E正确；

故选：ADE。

【点评】理想气体分子间的距离较大，分子间的作用力为零，分子势能为零，理想气体内能由温度决定。

14. 如图，一上端开口、下端封闭的细长玻璃管，下部有长 $l_1=66\text{cm}$ 的水银柱，中间封有长 $l_2=6.6\text{cm}$ 的空气柱，上部有长 $l_3=44\text{cm}$ 的水银柱，此时水银面恰好与管口平齐。已知大气压强为 $P_0=76\text{cmHg}$ 。如果使玻璃管绕底端在竖直平面内缓慢地转动一周，求在开口向下和转回到原来位置时管中空气柱的长度。封入的气体可视为理想气体，在转动过程中没有发生漏气。



【考点】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】根据平衡条件研究空气柱压强初位置的压强，玻璃管开口向下时，原来上部的水银有一部分会流出，封闭端会有部分真空，水银柱总长度为76cm，然后根据玻意耳定律列式求解；转回到原来位置时先根据平衡条件求出空气中压强，然后根据玻意耳定律列式求解。

【解答】解：设玻璃管开口向上时，空气柱压强为： $P_1=P_0+\rho gl_3$ ①

（式中 ρ 和 g 分别表示水银的密度和重力加速度。）

玻璃管开口向下时，原来上部的水银有一部分会流出，封闭端会有部分真空。

设此时开口端剩下的水银柱长度为 x ，则 $P_2=\rho gl_1$ ， $P_2+\rho gx=P_0$ ②

（ P_2 管内空气柱的压强。）

由玻意耳定律得 $P_1 (sl_2) = P_2 (sh)$ ③

(式中, h 是此时空气柱的长度, S 为玻璃管的横截面积.)

由①②③式和题给条件得 $h=12\text{cm}$ ④

从开始转动一周后, 设空气柱的压强为 P_3 , 则 $P_3=P_0+\rho gx$ ⑤

由玻意耳定律得 $P_1 (sl_2) = P_3 (sh')$ ⑥

(式中, h' 是此时空气柱的长度.)

由①②③⑤⑥ $h'\approx 9.2\text{cm}$

答: 在开口向下管中空气柱的长度为 12cm , 到原来位置时管中空气柱的长度是 9.2cm .

【点评】 本题关键是求出被封闭气体的压强即可正确解答, 解答这类问题注意以水银柱为研究对象, 根据平衡状态求解.

四、[物理--选修3-4]

15. 一振动周期为 T 、振幅为 A 、位于 $x=0$ 点的波源从平衡位置沿 y 轴正向开始做简谐运动. 该波源产生的一维简谐横波沿 x 轴正向传播, 波速为 v , 传播过程中无能量损失. 一段时间后, 该振动传播至某质点 P , 关于质点 P 振动的说法正确的是 ()

- A. 振幅一定为 A
- B. 周期一定为 T
- C. 速度的最大值一定为 v
- D. 开始振动的方向沿 y 轴向上或向下取决于它离波源的距离
- E. 若 P 点与波源距离 $s=vT$, 则质点 P 的位移与波源的相同

【考点】 F4: 横波的图象; F5: 波长、频率和波速的关系.

【专题】 16: 压轴题.

【分析】 波传播过程中, 各振动质点的振动周期、振幅、起振方向都和波源质点相同, 质点的振动速度大小跟波速无关.

【解答】 解: A 、 B 、 D 波传播过程中, 各振动质点的振动周期、振幅、起振方向都和波源质点相同, A 、 B 正确, D 错误;

C 、质点的振动速度大小跟波速无关, C 错误;

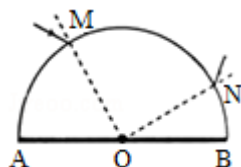
E、 $s=vT$ ，则 s 等于一个波长，即P点与波源质点相位相同，振动情况总相同，位移总相同，E正确。

故选：ABE。

【点评】 本题考查了波动和振动的区别和联系，质点振动的速度是呈周期性变化的。

16. 一半圆柱形透明物体横截面如图所示，底面AOB镀银（图中粗线），O表示半圆截面的圆心，一束光线在横截面内从M点入射，经过AB面反射后从N点射出。已知光线在M点入射角为 30° ， $\angle MOA=60^\circ$ ， $\angle NOB=30^\circ$ 。求

- (i) 光线在M点的折射角；
- (ii) 透明物体的折射率。



【考点】 H3：光的折射定律。

【专题】 16：压轴题；54D：光的折射专题。

【分析】 (1) 作出光路图，根据几何关系求出光线在M点的折射角。

(2) 根据折射角，通过折射定律求出透明物体的折射率。

【解答】 (1) 如图，透明物体内部的光路为折线MPN，Q、M点相对于底面EF对称，Q、P和N三点共线

设在M点处，光的入射角为 i ，折射角为 r ， $\angle OMQ=\alpha$ ， $\angle PNF=\beta$ 。根据题意有

$$\alpha=30^\circ \quad ①$$

由几何关系得， $\angle PNO=\angle PQO=r$ ，于是 $\beta+r=60^\circ$ ②

$$\text{且 } \alpha+r=\beta \quad ③$$

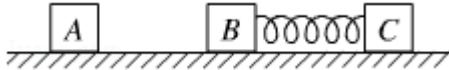
$$\text{由 } ①②③ \text{ 式得 } r=15^\circ \quad ④$$

(2) 根据折射率公式有 $\sin i=n \sin r$ ⑤

$$\text{由 } ④⑤ \text{ 式得 } n=\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{2} \quad ⑥$$

答：(1) 光线在M点的折射角为 15° 。

18. 如图，A、B、C三个木块的质量均为 m ，置于光滑的水平桌面上，B、C之间有一轻质弹簧，弹簧的两端与木块接触而不固连。将弹簧压紧到不能再压缩时用细线把B和C紧连，使弹簧不能伸展，以至于B、C可视为一个整体。现A以初速度 v_0 沿B、C的连线方向朝B运动，与B相碰并粘合在一起。以后细线突然断开，弹簧伸展，从而使C与A、B分离。已知离开弹簧后C的速度恰好为 v_0 。求弹簧释放的势能。



【考点】 53：动量守恒定律；6C：机械能守恒定律。

【专题】 16：压轴题；52F：动量定理应用专题。

【分析】 A与B、C碰撞过程中动量守恒，由动量守恒定律可以求出碰后三者的共同速度；

线断开，AB与C分离过程中动量守恒，由动量守恒定律可以列方程；

在弹簧弹开过程中，系统机械能守恒，由机械能守恒定律可以列方程，解方程即可求出弹簧的弹性势能。

【解答】 解：（1）设碰后A、B和C的共同速度的大小为 v ，由动量守恒定律得：
 $mv_0=3mv$ ，

设C离开弹簧时，A、B的速度大小为 v_1 ，由动量守恒得 $3mv=2mv_1+mv_0$ ，解得：
 $v_1=0$ ；

（2）设弹簧的弹性势能为 E_p ，从细线断开到C与弹簧分离的过程中机械能守恒，有

$$\frac{1}{2} (3m) v^2 + E_p = \frac{1}{2} (2m) v_1^2 + \frac{1}{2} mv_0^2, \text{ 解得: } E_p = \frac{1}{3} mv_0^2;$$

答：弹簧释放的势能为 $\frac{1}{3}mv_0^2$ 。

【点评】 分析清楚物体运动过程，熟练应用动量守恒定律、能量守恒定律即可正确解题。