

# 襄阳四中 2026 届高三下学期质量检测 A

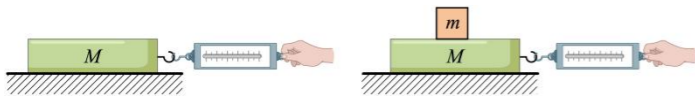
## 物理试题

### 一、单选题 (1-7 为单选题, 8-10 为多选题, 每题 4 分, 共 40 分)

1. 2025 年 7 月, 我国科研人员在原子核的奇特衰变研究领域取得新进展, 首次在实验上观测到新核素  ${}^{20}_{13}\text{Al}$  的自发衰变, 衰变的核心方程为:  ${}^{20}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{17}_{10}\text{Ne} + 3\text{X}$ 。下列说法正确的是 ( )

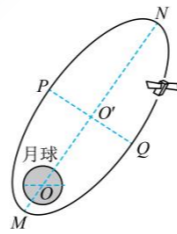
- A. 衰变方程中的 X 是  ${}^1_1\text{H}$
- B. 增大压强可以加速  ${}^{20}_{13}\text{Al}$  的衰变
- C.  ${}^{20}_{13}\text{Al}$  的比结合能大于  ${}^{17}_{10}\text{Ne}$  的比结合能
- D.  ${}^{20}_{13}\text{Al}$  与  ${}^{17}_{10}\text{Ne}$  的质量差等于衰变的质量亏损

2. 如图所示, 在同一水平粗糙地面上, 第一次用弹簧测力计水平拖动木板做直线运动。第二次在木板上面叠放木块, 也用弹簧测力计水平拖动, 使木板和木块一起做直线运动。下列说法正确的是 ( )



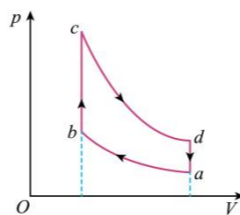
- A. 木板与地面接触面间的压力越大, 它与地面间的动摩擦因数越大
- B. 叠放木块后, 木板未被拉动时, 木块所受静摩擦力一定为 0
- C. 叠放木块, 木板开始运动后, 木块所受静摩擦力一定不为 0
- D. 木板开始运动后, 在图示的两种情况下, 弹簧测力计的示数一定不相等

3. 2025 年 10 月 6 日, 国家航天局和国家原子能机构联合发布了嫦娥六号月球背面样品研究最新成果。如图所示, 嫦娥六号绕月运行时, 近月点 M 与远月点 N 距月球中心的距离之比约为 1:5。假设嫦娥六号只受到来自月球的万有引力, 则嫦娥六号 ( )



- A. 轨道半长轴的三次方与公转周期平方的比值与自身质量有关
- B. 通过 M 点与 N 点时加速度大小之比约为 1:25
- C. 通过路径 PNQ 所用时间小于通过路径 QMP 所用时间
- D. 通过 M 点与 N 点时线速度大小之比约为 5:1

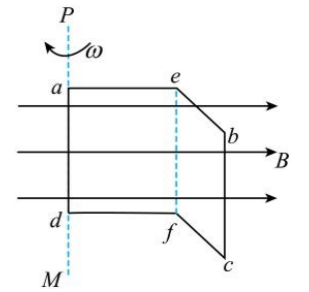
4. 如图所示, 奥托循环  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$  由两个绝热和两个等容过程组成。关于该循环, 下列说法正确的是 ( )



- A. 整个过程中温度最高的是状态 b
- B. 在  $d \rightarrow a$  过程中, 所有气体分子的热运动速率减小
- C. 在  $b \rightarrow c$  过程中, 气体放出热量
- D. 整个过程气体吸收热量

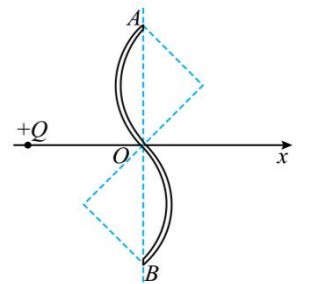
5. 磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 矩形导线框 abcd 沿 ab 边中垂线 ef 垂直弯折, 弯折后的线框绕 PM 轴以角速

度  $\omega$  匀速转动 (从上往下看为顺时针方向), PM 与磁场方向垂直,  $ae = eb = bc = l$ , 线框由同种均匀材料制成, 总电阻为 R,  $t = 0$  时刻转动到图所示位置, 此时磁场方向与平面 aefd 平行, 与平面 ebcf 垂直, 且平面 ebcf 垂直纸面向外, 下列说法正确的是 ( )



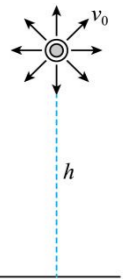
- A.  $t = 0$  时线框中电流方向为  $b \rightarrow c$
- B.  $t = 0$  时  $U_{bc} = Bl^2\omega$
- C.  $t = \frac{\pi}{4\omega}$  时线框的磁通量大小为  $\sqrt{2}Bl^2$
- D.  $t = \frac{\pi}{4\omega}$  时电流大小与  $t = 0$  时电流大小相等

6. 如图所示, 两段半径均为 R 的  $\frac{1}{4}$  圆形玻璃管道 AO、OB 拼接在一起固定于水平面内, 管道内壁光滑, 两管道在 O 点相切, 在水平面内以 O 为原点建立 x 轴, x 轴与 AOB 连线相垂直, 正点电荷 Q 固定在 x 轴上  $x = -\sqrt{2}R$  处。一带正电小球以速度  $v_0$  从 A 点进入管道, 到运动至 B 点的过程中, 下列说法正确的是 ( )



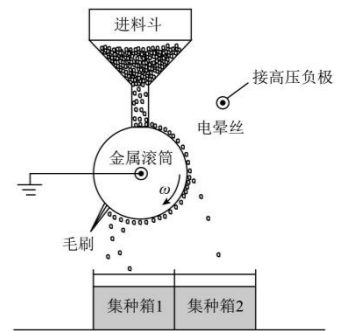
- A. 小球在 A、B 两点所受的电场力相同
- B. 小球在 O 点时具有的电势能最大
- C. 小球从 A 点到 O 点的过程中, 速度逐渐减小
- D. 小球从 O 点到 B 点的过程中, 电势能逐渐减小

7. 如图所示, 一颗炮弹在上升到距离水平地面的最大高度为 h 后发生爆炸, 爆炸后的碎片以大小均为  $v_0$  的初速度向各个方向射出, 已知重力加速度大小为 g, 忽略一切阻力, 则碎片落在地面上围成的圆的最大半径为 ( )



- A.  $\frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 + 2gh}$
- B.  $\frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 - 2gh}$
- C.  $\frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 + gh}$
- D.  $\frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 - gh}$

8. 现代农业常用电晕-滚筒分选机实现精良选种, 其装置简图如图所示。金属滚筒接地, 与滚筒轴线平行的电晕丝接高压负极, 两者间形成了辐射状的强电场, 电晕丝附近极易引发电晕放电, 产生大量电子。混合种子从进料斗落入该电场区域后, 所有种子会带上负电。带电种子落到转动的金属滚筒表面时, 饱满种子的导电性相对较好, 其电荷迅速经滚筒导入大地, 呈电中性; 干瘪种子因导电性差, 其负电荷无法释放, 被静电力牢牢“钉”在滚筒上, 由毛刷将其强制剥离, 这是滚筒下两个集种箱能收集不同品质种子的主要原因。事实上, 由于种子不属于电的良好导体, 在该电场中也会受到一种微弱的、指向电晕丝的“偏向力”, 这是因为在外电场作用下, 致使种子一端显正电, 另一端显负电。相对而言, 干瘪种子受到的“偏向力”更微弱。不计空气阻力。根据上述信息并结合所学知识, 下列推断正确的是 ( )

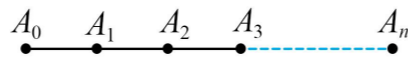


- A. 集种箱 2 主要收集到的是饱满种子
- B. 饱满种子离开滚筒后, 其运动轨迹不是抛物线

- C. 在研究种子所受“偏向力”产生的原因时，可将种子视为质点  
D. 若使用匀强电场选种，会比非匀强电场效果更好

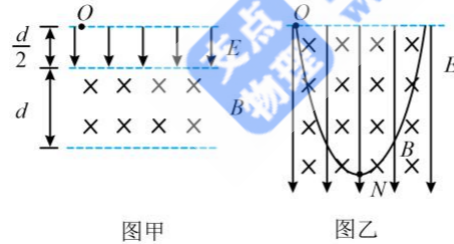
9. 如图所示， $A_0$  和  $A_n$  ( $n \geq 2$ ) 是一长度为  $l$  的线段的两端点，该线段被平分成  $n$  小段，分界点依次为  $A_1, A_2, \dots, A_{n-1}$ 。一质点以初速度  $v_0 = \sqrt{la}$  从  $A_0$  处开始沿该线段向右加速，第 1 小段的加速度为  $a + \frac{a}{n}$ ，第 2 小段的加速度为  $a + \frac{2a}{n}$ ， $\dots$ ，第  $i$  小段的加速度为  $a + \frac{ia}{n}$  ( $1 \leq i \leq n$ )，最终到达  $A_n$  处时速度为  $v_n$ 。则该过程中 ( )

- A. 该质点全程的平均速度小于  $\frac{v_0 + v_n}{2}$   
B. 该质点全程的平均速度大于  $\frac{v_0 + v_n}{2}$   
C.  $v_n = \sqrt{\frac{4n+1}{n}la}$   
D.  $v_n = \sqrt{(n+4)la}$



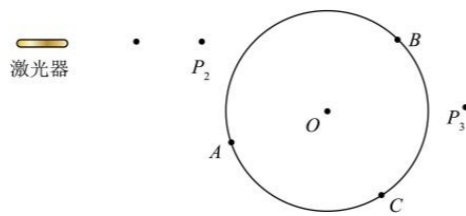
10. 在中国古代，人们利用磁体在地磁场中受力的特点制作司南用以辨别方向，如今在科学研究中，科学家常用电场和磁场控制带电粒子的运动。如图甲所示，某一竖直平面存在上、下宽度分别为  $\frac{d}{2}$  和  $d$  的匀强电场与匀强磁场，匀强电场竖直向下，匀强磁场沿水平方向垂直纸面向里，磁感应强度大小为  $B$ 。现有一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电粒子（不计重力）从电场内紧贴上边界的  $O$  点由静止释放，运动到磁场的下边界的  $P$  点（图甲中未画出）时粒子的运动轨迹正好与下边界相切。若以上电场和磁场同时存在于一个足够大的区域，如图乙所示，重新让粒子从  $O$  点由静止释放，经过时间  $t$  粒子第一次到达最低点  $N$ 。下列说法正确的是 ( )

- A. 图甲中粒子从  $O$  点运动到  $P$  点的时间为  $\frac{2\pi m}{qB}$   
B. 图乙中粒子经过  $N$  点时速度大小为  $\frac{2Bqd}{m}$   
C. 图乙中  $O$ 、 $N$  两点的竖直距离为  $d$   
D. 图乙中  $O$ 、 $N$  两点的水平距离为  $\frac{Bqdt}{m}$



### 三、实验题 (16 分)

11. (6 分) 某兴趣小组在测量圆柱形玻璃砖的折射率时，操作步骤如下：  
① 将白纸固定在木板上，在合适位置放置圆柱玻璃砖，贴着玻璃砖侧面间隔一定角度插入三枚大头针 A、B、C。如图所示；  
② 用一束水平细激光射向玻璃砖侧面，在激光经过处的合适位置插入  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  四枚大头针；  
③ 移走玻璃砖和大头针，利用尺规画出  $\triangle ABC$  的外接圆及其圆心  $O$ 。



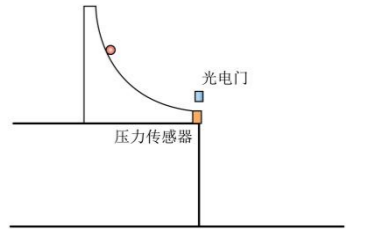
不考虑光线在玻璃砖内反射后再折射出的光线，请回答下面问题：

(1) 为了避免光线被大头针遮挡，最先插入的大头针为 \_\_\_\_\_ (选填“ $P_1$ ”或“ $P_4$ ”);

(2) 组员画出完整光路图后，标记第 1 折射点为  $M$ ，第 2 折射点为  $N$ ，延长入射光线和出射光线交于  $Q$ ，用量角器测得  $\angle MQN = 134^\circ$ ， $\angle MON = 120^\circ$ 。已知  $\sin 53^\circ = 0.8$ ，该玻璃砖的折射率  $n =$  \_\_\_\_\_;

(3) 若在步骤③中画圆时，圆心位置正确，但直径偏小，其它作图及测量严格进行，测得的折射率比真实值 \_\_\_\_\_ (选填“偏大”“偏小”或“相等”)。

12. (10 分) 某同学设计如图的实验装置验证向心力公式和平抛运动水平分运动为匀速运动。将半径为  $r$  的四分之一圆弧固定在桌面上，圆弧底下安装一个压力传感器，光电门固定在底端正上方。实验步骤如下：



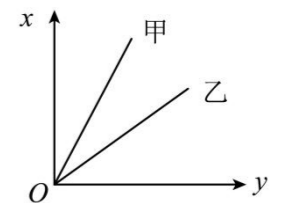
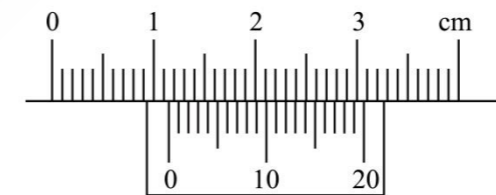
- (1) 让质量为  $m$  的小球静止在圆弧底端，静止时，传感器示数为  $F_0$ ；  
(2) 让小球从圆弧某一位置静止释放，记录通过光电门的时间  $t$ ，压力传感器示数  $F$  和落点与圆弧底端的水平位移  $x$ ；  
(3) 改变释放位置，重复 (2) 的步骤。

请回答以下问题：

(1) 为完成实验，关于实验装置及相关测量，下列说法正确的是 ( )

- A. 圆弧要保持光滑  
B. 小球要选择体积小，密度大的  
C. 需知道当地的重力加速度  
D. 需测量小球到地面的竖直高度

(2) 用游标卡纸测量小球直径，如图所示，则小球直径为 \_\_\_\_\_ mm；



(3) 以  $F - F_0$  为纵轴，\_\_\_\_\_ (填  $\frac{1}{t^2}$  或  $\frac{1}{t}$ ) 为横轴作图像，若图像是一条过原点的直线，则说明向心力大小与 \_\_\_\_\_ 成正比；

(4) 作  $x - y$  图，若图像成正比，则说明平抛运动水平方向为匀速直线运动，其中  $y$  应该为 \_\_\_\_\_ (填“ $F \frac{1}{t}$ ”或“ $\frac{1}{t^2}$ ”)；甲乙两位同学以不同的桌面高度进行实验，得到图甲和图乙，其中乙同学实验时的桌面高度比甲同学的 \_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)。

(5) 改变小球释放的位置，重复实验，比较发现  $F - F_0$  总是小于  $m \frac{v^2}{r}$ ，分析表明这是系统造成的误差，该系统误差的可能原因是 \_\_\_\_\_。

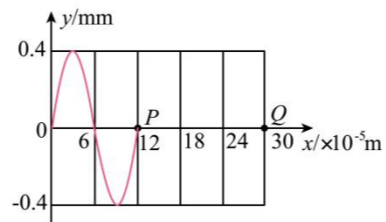
- A. 小钢球的质量偏大  
B. 小球的直径过小  
C. 总是存在空气阻力  
D. 速度的测量值偏大

四、解答题 (44 分)

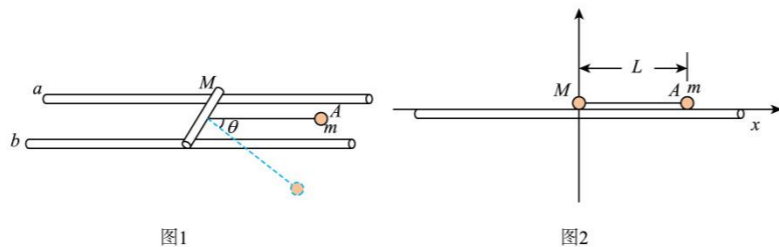
13. (12 分) B 超成像的基本原理是探头向人体发射一组超声波, 遇到人体组织会产生不同程度的反射。探头接收到的超声波信号形成 B 超图像。如图为血管探头沿  $x$  轴正方向发送的简谐超声波图像,  $t = 0$  时刻波恰好传到质点  $P$ , 质点  $Q$  的平衡位置横坐标为  $30 \times 10^{-5} \text{ m}$ , 已知该超声波在人体内传播的速度  $v = 1500 \text{ m/s}$ 。求:

(1)  $t = 0$  时刻开始, 到  $t_1 = 2.4 \times 10^{-7} \text{ s}$  时质点  $Q$  运动的路程;

(2)  $t = 0$  时刻开始, 质点  $P$  位移为  $-0.2 \text{ mm}$  的时刻  $t_2$ 。



14. (14 分) “空中飞人”节目表演中, 需要将“飞人”演员倒挂在高空, 并做各种惊险的动作增加观赏性。现将“飞人”演员简化为质量为  $m$  的小球, 图 1 为简易示意图。  $a$ 、 $b$  为空中同一水平面上两条光滑平行轨道, 轨道上有质量为  $M$  的滑杆, 滑杆与小球用长度为  $L$  的轻绳相连。初始时刻, 小球置于与滑杆等高的  $A$  点处, 此时轻绳伸直且与轨道平行。忽略滑杆尺寸大小, 且滑杆始终与轨道垂直, 小球可视为质点, 且始终在同一竖直平面内运动, 不计空气阻力, 轻绳不可伸长, 重力加速度大小为  $g$ 。



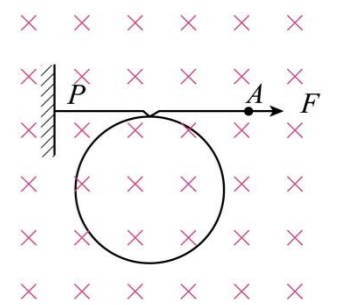
(1) 若滑杆固定, 小球于  $A$  点静止释放, 当轻绳摆至与水平方向成  $\theta$  度时, 求小球加速度的大小;  
 (2) 若滑杆固定, 小球于  $A$  点以一定的初动能向下开始运动, 此后越过水平轨道并能重新抵达  $A$  点, 此过程机械能守恒, 求初动能  $E_k$  需要满足什么样的条件?

15. (18 分) 用匀质柔软导线绕制成半径为  $r_0$  的圆环, 将其置于磁感应强度恒定的匀强磁场中, 磁场方向垂直于圆环平面, 导线单位长度的电阻为  $R_0$ 。某同学分别设计了下列方案测量磁感应强度的大小。

(1) 方案一: 在  $t_0$  时间内使圆环平面翻转  $180^\circ$ , 通过实验测得流过圆环的平均电流大小为  $I_1$ , 求磁感应强度的大小  $B$ ;

(2) 方案二: 设法使圆环半径  $r$  随时间  $t$  的变化规律为  $r = r_0 - \alpha t$  (常数  $\alpha > 0$ ), 用电流传感器 (内阻忽略不计) 可测得流过圆环的电流大小几乎为定值, 大小为  $I_2$ , 求磁感应强度的大小  $B$ ; (对于极小物理量  $x$ , 可取  $x^2 \approx 0$ )

(3) 方案三: 如图所示, 保持导线的一端  $P$  点固定, 在导线的另一端  $A$  点施加始终沿导线方向的恒定拉力  $F$ , 使线圈半径逐渐缩小 (线圈缩小过程中可视为始终保持圆的形状), 经过时间  $t_0$  圆环完全消失。该过程中导线相交处保持良好的电接触。不计导线质量及导线间摩擦。求磁感应强度的大小



# 襄阳四中 2026 届高三下学期质量检测 A 答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	B	D	D	C	D	A	AB	AC	BD

1. A【详解】A. 根据题中衰变方程, 由质量数守恒、电荷数守恒可知, X 的质量数、电荷数分别为  $a = \frac{20-17}{3} = 1$ 、

$b = \frac{13-10}{3} = 1$  可知 X 为质子  ${}^1_1\text{H}$ , 故 A 正确;

B. 原子核衰变速率由半衰期决定, 不受外部压强影响, 故 B 错误;

C. 衰变产物更加稳定, 故  ${}^{20}_{13}\text{Al}$  比  ${}^{17}_{10}\text{Ne}$  的比结合能较小, 故 C 错误;

D. 衰变的质量亏损是反应前原子核总质量与反应后所有粒子总质量的差值, 即  $m({}^{20}_{13}\text{Al}) - [m({}^{17}_{10}\text{Ne}) + 3m({}^1_1\text{H})]$ ,

2. B【详解】A. 两物体间的动摩擦因数与材料和接触面的粗糙程度有关, 它与地面间的动摩擦因数与压力无关, 木板与地面接触面间的压力越大, 则木板与地面间的动摩擦因数不变, 故 A 错误;

B. 叠放木块后, 木板未被拉动时, 根据平衡条件, 木块受到的静摩擦力为 0, 故 B 正确;

C. 叠放木块, 木板开始运动后, 若木板和木块一起做匀速直线运动。木块所受静摩擦力为 0, 故 C 错误;

D. 木板开始运动后, 若第一次加速运动, 第二次匀速运动的情况下, 则弹簧测力计的示数可能相同, 故 D 错误。

3. D【详解】A. 根据开普勒第三定律, 轨道半长轴的三次方与公转周期的平方之比仅与中心天体 (月球)

的质量有关, 与环绕天体 (嫦娥六号) 的质量无关, 故 A 错误; B. 根据  $\frac{GM_{\text{月}}m}{r^2} = ma$  解得  $a = \frac{GM_{\text{月}}}{r^2}$

可知加速度与距离的平方成反比, 因为近月点 M 与远月点 N 距月球中心的距离之比约为 1:5, 则通过 M 点与 N 点时加速度大小之比约为 25:1, 故 B 错误;

C. 根据开普勒第二定律, 卫星在远月 N 点速度慢, 在近月 M 点速度快。路径 PNQ 位于远月点附近, 速度较慢; 路径 QMP 位于近月点附近, 速度较快。因此, 通过 PNQ 的时间比通过 QMP 的时间长, 故 C 错误;

D. 根据开普勒第二定律 (面积速度恒定), 有  $\frac{1}{2}v_M \Delta t \times r_M = \frac{1}{2}v_N \Delta t \times r_N$  解得  $\frac{v_M}{v_N} = \frac{r_N}{r_M} = \frac{5}{1}$ , 故 D 正确。

4. D【详解】A. 根据理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$  可知, 某状态下的气体温度大小正比于压强与体积的乘积,

即  $T_c > T_b$ ,  $T_d > T_a$  在绝热过程  $c \rightarrow d$  中, 体积膨胀, 气体对外做功, 有  $W < 0$  所以  $\Delta U = W < 0$  可知内能减小,

即  $T_c > T_d$  所以 c 状态的温度是最高的, 故 A 错误;

B. 在  $d \rightarrow a$  过程中, 气体的体积不变, 压强减小, 根据查理定律有  $\frac{p_d}{T_d} = \frac{p_a}{T_a}$  可得  $T_d > T_a$

则  $d \rightarrow a$  过程气体的平均动能减小, 平均速率减小, 但不是所有气体分子的热运动速率都减小, 故 B 错误;

C. 在  $b \rightarrow c$  过程中, 根据查理定律, 有  $\frac{p_b}{T_b} = \frac{p_c}{T_c}$  可得  $T_b < T_c$

所以  $b \rightarrow c$  的过程中, 内能增加, 由于体积不变, 所以气体没有对外界做功, 即  $\Delta U = Q$  所以  $Q > 0$  即气体吸收热量, 故 C 错误;

D. 整个循环过程气体又回到了初始状态, 内能不变。气体的  $p-V$  图像中曲线与体积轴围成的面积, 即为气体对外界做的功, 所以如图所示的阴影部分面积为整个过程的气体对外界做的功。

一个循环中, 气体对外界做功,  $W < 0$  由于  $\Delta U = Q + W = 0$  所以  $Q > 0$  即气体吸收热量, 故 D 正确。故选 D。

5. C【详解】A. 导线框转动过程中, 只有 ab 边切割磁感线产生感应电动势。t=0 时, ab 边的速度相对于纸面向外, 根据右手定则, 线框中电流方向为  $c \rightarrow b$ , A 错误;

B. t=0 时, ab 边的速度大小为  $v = \omega r = \omega \cdot \sqrt{2}l = \sqrt{2}\omega l$

t=0 时, 平面 abcd 与磁感线成  $45^\circ$  角, ab 边的速度与磁场方向垂直的分速度为  $v_1 = v \sin 45^\circ = \omega l$

t=0 时, 感应电动势大小为  $E = Blv_1 = Bl^2\omega$

t=0 时, 感应电流大小为  $I = \frac{E}{R} = \frac{Bl^2\omega}{R}$

t=0 时, b、c 两点间的电压为  $U_{bc} = I \frac{5}{6}R = \frac{5Bl^2\omega}{6}$ , B 错误;

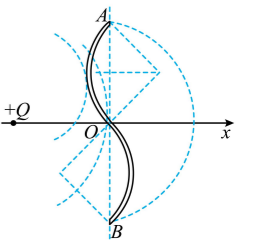
C.  $t = \frac{\pi}{4\omega}$  时, 线框转过的角度为  $\theta = \omega t = \frac{\pi}{4}$

$t = \frac{\pi}{4\omega}$  时, 平面 abcd 与磁感线垂直, 线框的磁通量大小为  $\Phi = B(l \times \sqrt{2}l) = \sqrt{2}Bl^2$ , C 正确;

D.  $t = \frac{\pi}{4\omega}$  时, 平面 abcd 与磁感线垂直, ab 边的速度与磁场方向相反, 不切割磁感线, 感

应电动势等于 0, 感应电流等于 0, 与 t=0 时电流大小不相等, D 错误。故选 C。

6.D【详解】A. 根据点电荷周围电场分布特点可知, 小球在 A、B 两点受到的电场力的大小相等, 方向不同, 因此, 小球在 A、B 两点所受的电场力不同, 故 A 错误; B. 根据点电荷周围电势分布特点, 大致如图所示



可知, 在圆弧 AOB 整个圆弧中, 圆弧 AO 中点的位置电势最高, 小球的电势能最大, 故 B 错误;

C. 结合上述分析可知, 小球从 A 到 O 的过程中, 重力一直对小球做正功, 电场力先对小球做负功, 后对小球做正功, 因此小球的速度先减小, 后增大, 故 C 错误;

D. 根据点电荷电场线的分布特点可知, 小球从 O 到 B 的过程中, 电场力做正功, 小球的电势能减小, 故 D 正确。故选 D。

7. A【详解】设射出方向与水平方向夹角为  $\theta$ , 有水平射程  $x = v_0 \cos \theta \cdot t$ , 竖直方向  $y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$

整理得  $y = x \tan \theta - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \theta}$ , 落到地面时  $y = -h$ , 又  $\frac{1}{\cos^2 \theta} = 1 + \tan^2 \theta$

整理得  $\frac{gx^2}{2v_0^2} \tan^2 \theta - x \tan \theta + \left( \frac{gx^2}{2v_0^2} - h \right) = 0$

若能到达地面 x 处, 方程有实数解, 则  $\Delta = (-x)^2 - 4 \times \frac{gx^2}{2v_0^2} \times \left( \frac{gx^2}{2v_0^2} - h \right) \geq 0$

解得碎片落在地面上围成的圆的半径为  $x \leq \frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 + 2gh}$

8. AB【详解】AB. 饱满种子导电性好, 其电荷迅速经滚筒导入大地, 呈电中性, 不被静电力“钉”住在滚筒上, 从滚筒表面滑落; 在滑落过程中, 饱满种子除受重力外, 还会受到指向电晕丝较强的“偏向力”, 所以饱满种子离开滚筒后, 其运动轨迹不是抛物线, 又金属滚筒是顺时针转动, 故饱满种子掉入集种箱 2, 故 AB 正确;

C. 由题知, 在外电场作用下, 种子一端显正电, 另一端显负电, 使种子在该电场中受到“偏向力”, 若把种子看作质点, 就没有“两端”之分, 故此时种子的形状、大小不能忽略, 故 C 错误;

D. 在非匀强电场中, 电场强度随位置变化, 种子会受到一个“偏向力”, 由于种子的饱满程度不同, 所受“偏向力”的强弱也不同, 从而区分干瘪种子和饱满种子; 而在匀强电场中, 种子受到的电场力合力为零, 种子不会受到一个“偏向力”, 则无法区分干瘪种子和饱满种子, 故 D 错误。故选 AB。

9.AC【详解】AB. 如图所示若质点全程做匀加速直线运动, 则该质点全程的平均速度为  $\frac{v_0+v_n}{2}$

根据题意可知质点加速度增大, 根据  $v-t$  图像与  $t$  轴围成面积表示位移以及平均速度的定义可知该质点全程的平均速度小于  $\frac{v_0+v_n}{2}$ , 故 A 正确, B 错误;

CD. 设该质点的质量为  $m$ , 则根据题意结合动能定理有

$$m\left(a+\frac{a}{n}\right)\cdot\frac{l}{n}+m\left(a+\frac{2a}{n}\right)\cdot\frac{l}{n}+m\left(a+\frac{3a}{n}\right)\cdot\frac{l}{n}+\dots+m(a+a)\cdot\frac{l}{n}=\frac{1}{2}mv_n^2-\frac{1}{2}mv_0^2$$

解得  $v_n=\sqrt{\frac{4n+1}{n}}la$ , 故 C 正确, D 错误。故选 AC。

10. BD【详解】A. 图甲中, 设粒子在磁场中的速率为  $v$ , 做圆周运动的半径为  $R$ ,

洛伦兹力提供向心力, 有  $qvB=m\frac{v^2}{R}$  由几何关系可得  $R=d$ , 联立解得  $v=\frac{qBd}{m}$

粒子在电场中的运动时间为  $t_1=\frac{d}{v}=\frac{m}{qB}$

在磁场中运动到  $P$  点的时间为  $t_2=\frac{\pi R}{v}=\frac{\pi m}{2qB}$

则图甲中粒子从  $O$  点运动到  $P$  点的时间为  $t_{总}=t_1+t_2=\frac{(\pi+2)m}{2qB}$ , 故 A 错误。

BCD. 法一: 图甲中, 在电场中, 由动能定理有  $qE\cdot\frac{d}{2}=\frac{1}{2}mv^2-0$  解得  $E=\frac{qdB^2}{m}$

图乙中, 将粒子从  $O$  到  $N$  的过程中某时刻的速度分解为水平向右的分量  $v_x$  和竖直向下的分量  $v_y$ , 则该时刻粒子受到的洛伦兹力沿水平方向的分量为  $F_x=qBv_y$

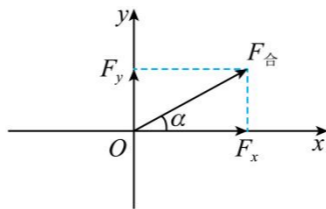
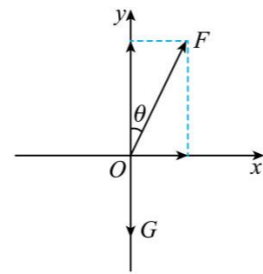
水平向右, 沿竖直方向的分量为  $F_y=qBv_x$

竖直向上; 设粒子经过最低点  $N$  的速度大小为  $v_1$ ,  $O$ 、 $N$  两点的竖直距离为  $y$ , 水平距离为  $x$ , 由  $O$  到  $N$ , 水平方向由动量定理可得  $\sum qBv_y\Delta t=mv_1-0$

其中  $\sum qBv_y\Delta t=qB\sum v_y\Delta t=qBy$

竖直方向由动量定理可得  $qEt-\sum qBv_x\Delta t=0-0$

其中  $\sum qBv_x\Delta t=qB\sum v_x\Delta t=qBx$



由动能定理可得  $qEy=\frac{1}{2}mv_1^2-0$  联立解得  $v_1=\frac{2Bqd}{m}$ ,  $y=2d$ ,  $x=\frac{Bqdt}{m}$ , 故 B、D 正确, C 错误。

BCD. 法二: 图乙中, 将开始时粒子的速度  $v$  进行分解, 其中一个分速度  $v_1$  满足  $qE=qv_1B$

且  $qv_1B$  竖直向上, 可知  $v_1=\frac{E}{B}$

水平向右, 另一个分速度  $v_2=v_1$ , 水平向左, 则粒子的运动可分解为速度大小为  $v_1$  的水平向右的匀速直线运动, 和竖直面上速率为  $v_2$ 、初速度水平向左的匀速圆周运动。在  $N$

点, 两个分运动的速度方向相同, 所以  $v_N=2v_1$ , 联立解得  $v_N=\frac{2qdB}{m}$ , 故 B 正确;

对于匀速圆周分运动, 洛伦兹力提供向心力, 根据运动的合成知,  $O$ 、 $N$  两点间的竖直距离  $h=2r$ , 联立解得  $h=2d$ , 故 C 错误;

在匀速圆周分运动中, 粒子从最高点  $O$  运动到最低点  $N$ , 在水平方向上的位移为 0, 在匀速直线分运动中,

这段过程粒子向右的位移  $x=v_1t=\frac{Bqdt}{m}$

由运动的合成规律可知,  $O$ 、 $N$  两点的水平距离为  $x=\frac{Bqdt}{m}$ , 故 D 正确。故选 BD。

11. (1)  $P_4$  (2) 1.6 (3) 偏小 (每空 2 分)

【详解】(1) 为了避免光线被大头针遮挡, 最先插入的大头针为  $P_4$ ;

(2) 画出光路如图, 由几何关系可知  $M$  点的入射角为

$$i=\frac{180^\circ-134^\circ}{2}+\frac{180^\circ-120^\circ}{2}=53^\circ$$

折射角为  $r=\frac{180^\circ-120^\circ}{2}=30^\circ$  折射率  $n=\frac{\sin 53^\circ}{\sin 30^\circ}=1.6$

(3) 若在步骤③中画圆时, 圆心位置正确, 但直径偏小, 则得  $\angle MQN$  不变,  $\angle MON$  偏小, 则入射角

$i=\frac{180^\circ-134^\circ}{2}+\frac{180^\circ-\angle MON}{2}$ , 则入射角会偏大, 折射角  $r=\frac{180^\circ-\angle MON}{2}$  也偏大, 但折射角偏大的更快, 则

根据  $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ , 测得的折射率比真实值偏小。

12. (1) B (1 分) (2) 11.60 (1 分) (3)  $\frac{1}{t^2}$  (1 分) 速度平方 (1 分) (4)  $\frac{1}{t}$  (2 分) 低 (2 分) (5) D (2 分)

【详解】(1) B

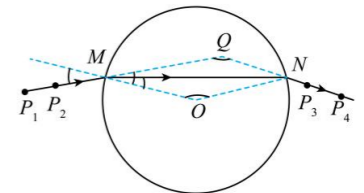
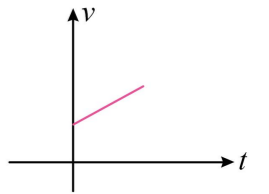
(2) 小球直径为  $11\text{mm}+0.05\text{mm}\times 12=11.60\text{mm}$

(3) [1][2] 小球经过光电门的速度  $v=\frac{d}{t}$  小球在最低点  $F-F_0=\frac{md^2}{t^2r}$

以  $F-F_0$  为纵轴,  $\frac{1}{t^2}$  为横轴作图像, 若图像是一条过原点的直线, 则说明向心力大小与小球速度平方成正比;

(4) [1] 设桌面高度为  $h$ , 则  $h=\frac{1}{2}gt_1^2$ , 得平抛运动时间  $t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}}$  水平位移  $x=vt_1=\frac{d}{t}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

作  $x-y$  图, 若图像成正比, 则说明平抛运动水平方向为匀速直线运动, 其中  $y$  应该为  $\frac{1}{t}$ 。



[2]由  $x = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{2h}{g}}$  可知, 甲、乙两位同学以不同的桌面高度进行实验, 得到图甲和图乙, 因甲图斜率较大, 则

甲同学实验时的桌面高度比乙同学的高, 即乙同学实验时的桌面高度比甲同学的低。

(5) 向心力的计算公式  $F_n = m \frac{v^2}{r}$  由上述公式可知, 若  $F_n = m \frac{v^2}{r}$  偏大, 则可能原因是小钢球的速度测量偏大。

13. (1) 2.4mm (6分) (2)  $t_2 = \frac{2+24n}{3 \times 10^8} \text{s}$  或  $t_2 = \frac{10+24n}{3 \times 10^8} \text{s}$  ( $n=0,1,2,\dots$ ) (6分)

【详解】(1) 根据波形图可知  $\lambda = 12 \times 10^{-5} \text{m}$  由  $v = \lambda f$

解得  $f = 1.25 \times 10^7 \text{Hz}$  由  $T = \frac{1}{f} = 0.8 \times 10^{-7} \text{s}$

由 P 传到 Q 所用时间为  $t = \frac{(30-12) \times 10^{-5} \text{m}}{1500 \text{m/s}} = 1.2 \times 10^{-7} \text{s}$

则质点 Q 运动时间为  $t' = t_1 - t = 1.2 \times 10^{-7} \text{s}$  由  $t' = \frac{3}{2} T$

则  $t = 0$  时刻开始, 到  $t_1 = 2.4 \times 10^{-7} \text{s}$  时质点 Q 运动的路程为  $s = \frac{3}{2} \times 4A = 2.4 \text{mm}$

(2) 质点 P 的振动方程为  $y = -A \sin(\omega t) = -A \sin(2\pi f t)$

代入数据得  $y = -0.4 \sin(2.5\pi \times 10^7 t) \text{mm}$  令  $y = -0.2 \text{mm}$ , 则  $\sin(2.5\pi \times 10^7 t_2) = 0.5$

根据正弦函数的性质可知  $2.5\pi \times 10^7 t_2 = \frac{\pi}{6} + 2n\pi$  或  $2.5\pi \times 10^7 t_2 = \frac{5\pi}{6} + 2n\pi$

解得  $t_2 = \frac{2+24n}{3 \times 10^8} \text{s}$  或  $t_2 = \frac{10+24n}{3 \times 10^8} \text{s}$  ( $n=0,1,2,\dots$ )

14. (1)  $g\sqrt{3\sin^2\theta+1}$  (6分) (2)  $E_k = \frac{3\sqrt{3}}{4} mgL$  或  $E_k \geq \frac{3}{2} mgL$  (8分)

【详解】(1) 当轻绳摆至与水平方向成  $\theta$  度时, 由动能定理有  $mgL \sin\theta = \frac{1}{2} mv^2 - 0$  解得  $v = \sqrt{2gL \sin\theta}$

对小球受力分析, 如图所示在沿轻绳方向上, 由圆周运动规律有  $a_n = \frac{v^2}{L} = 2g \sin\theta$

在垂直于轻绳方向上, 由牛顿第二定律有  $mg \cos\theta = ma_t$  解得  $a_t = g \cos\theta$

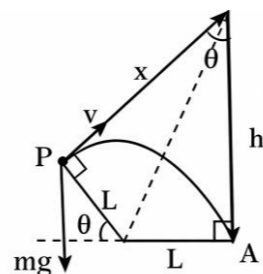
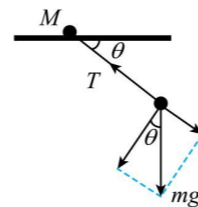
所以小球加速度  $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$  解得  $a = g\sqrt{3\sin^2\theta+1}$

(2) ① 小球脱离轨道后做斜抛重新到达 A 点, 设在 P 点轻绳与水平方向的夹角为  $\theta$  时轻绳的弹力恰好为零, 之后小球做斜抛运动到达 A 点

在 P 点根据牛顿第二定律得  $mg \sin\theta = m \frac{v^2}{L}$

小球从 P 到 A 过程中  $x = vt$ ,  $h = \frac{1}{2} gt^2$

根据几何关系可知  $x = h$ ,  $\frac{L}{h} = \tan \frac{\theta}{2}$ ,  $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{1 - \cos\theta}{\sin\theta}$



联立解得  $v^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} gL$ ,  $\sin\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$  可得  $\theta = 60^\circ$

小球从 P 到 A, 由机械能守恒  $E_k = \frac{1}{2} mv^2 + mgL \sin\theta$  带入数据解得  $E_k = \frac{3\sqrt{3}}{4} mgL$

② 当小球能重新抵达 A 点, 小球能做完整的圆周运动, 当小球恰好运动到圆周轨迹最高点时有

$mg = m \frac{v^2}{L}$  解得  $v = \sqrt{gL}$

从 A 点运动到轨迹最高点, 由机械能守恒定律有  $E_k = mgL + \frac{1}{2} mv^2$  解得  $E_k = \frac{3}{2} mgL$

所以初动能  $E_k$  需要满足  $E_k = \frac{3\sqrt{3}}{4} mgL$  或  $E_k \geq \frac{3}{2} mgL$

15. (1)  $\frac{I_1 R_0 t_0}{r_0}$  (4分) (2)  $\frac{I_2 R_0}{\alpha}$  (6分) (3)  $\frac{\sqrt{2FR_0 t_0}}{r_0}$  (8分)

【详解】(1) 圆环的平均电流大小为  $I_1$ , 有  $I_1 = \frac{\bar{E}}{R}$

导线单位长度的电阻为  $R_0$ , 可得电阻  $R = 2\pi r_0 R_0$

根据法拉第电磁感应定律可得  $\bar{E} = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{2B(\pi r_0^2)}{t_0}$  联立可得  $B = \frac{I_1 R_0 t_0}{r_0}$

(2) 圆环半径  $r$  随时间  $t$  的变化规律为  $r = r_0 - \alpha t$ , 常数  $\alpha > 0$ , 可知半径减小, 根据法拉第电磁感应定律可得

$\bar{E} = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t}$  其中  $S = \pi r_0^2 = \pi(r_0 - \alpha t)^2$

可得  $\left| \frac{\Delta S}{\Delta t} \right| = 2\pi\alpha(r_0 - \alpha t)$  又  $\bar{E} = I_2 R = I_2 \cdot 2\pi r R_0 = I_2 \cdot 2\pi(r_0 - \alpha t) R_0$  联立可得  $B = \frac{I_2 R_0}{\alpha}$

(3) 设在恒力  $F$  的作用下, A 端  $\Delta t$  时间内向右移动微小的量  $\Delta x$ , 则相应圆半径减小  $\Delta r$ , 则有  $\Delta x = 2\pi\Delta r$

在  $\Delta t$  时间内  $F$  做的功等于回路中电功, 有  $F\Delta x = \frac{E^2}{R} \Delta t$  电动势为  $E = \frac{B\Delta S}{\Delta t}$

$\Delta S$  可认为由于半径减小微小量  $\Delta r$  而引起的面积的变化, 有  $\Delta S = 2\pi r \cdot \Delta r$

而回路中的电阻  $R = R_0 \cdot 2\pi r$  联立解得  $\Delta t = \frac{B^2 \Delta S}{2\pi F R_0}$

显然  $\Delta t$  与圆面积变化  $\Delta S$  成正比, 所以由面积  $\pi r_0^2$  变化为零, 所经历的时间为  $t_0 = \sum \Delta t = \frac{B^2 r_0^2}{2FR_0}$

可得  $B = \frac{\sqrt{2FR_0 t_0}}{r_0}$