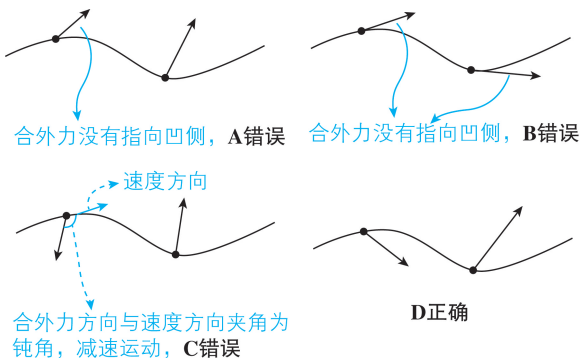


## 14. B 【命题点】牛顿运动定律+受力分析+功能关系

【解析】排球达到最高点时的速度为零,此时排球受到的合力即为其重力,由牛顿第二定律得,排球达到最高点时加速度为  $g$ ,C 错误;排球上升时重力和阻力方向均向下,下落时阻力方向向上,所以上升时的加速度大于下落时的加速度,故位移大小相等情况下,上升时间小于下落时间,A 错误;对全过程,阻力一直做负功,由功能关系可知,排球刚被垫起后瞬间的速度最大(关键:对于从  $O$  出发再回到  $O$  的全过程,其初、末速度分别为上升和下降过程的最大速度),B 正确;下落过程中,阻力增大,合外力变小,排球做加速度减小的加速运动,D 错误。

## 15. D 【命题点】曲线运动+加速运动时速度的方向和合外力的方向

【解析】第一点:小车的动能一直在增加,说明小车做加速运动,速度的方向与合外力的方向夹角为锐角,运动轨迹的切线方向为速度方向,箭头的方向为小车所受合外力的方向。第二点:合外力应指向运动轨迹的凹侧。



## 16. C 【命题点】质能方程+伽马射线暴

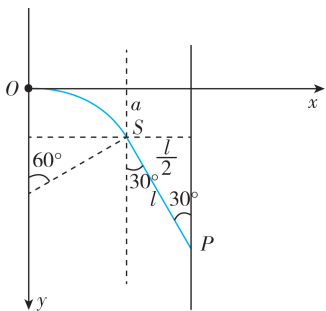
【解析】根据质能方程  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ ,并结合题意知  $\Delta m \cdot c^2 t = E$ ,代入能量量级有  $\Delta m \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \times 60 \text{ s} = 10^{48} \text{ J}$ ,解得  $\Delta m = 1.85 \times 10^{29} \text{ kg}$ ,所以每秒钟平均减少的质量量级为  $10^{29} \text{ kg}$ ,C 正确。

## 17. A 【命题点】楞次定律+法拉第电磁感应定律

【解析】由楞次定律可知,漆包线绕成的线圈对小磁体的下落有阻碍作用,且金属铝管对小磁体也有阻碍作用,则小磁体通过金属铝管的实验中,阻碍作用更明显,下落速度整体小于在玻璃管中的,故在铝管中下落时漆包线中产生的感应电流对应小于在玻璃管中的,故题图(c)是用玻璃管获得的图像,A 正确;题图(b)是用铝管获得的图像,电流最大值不变,故小磁体经过漆包线时已做匀速运动,B 错误;在玻璃管中下落时,设漆包线绕成的线圈阻碍小磁体运动的力为  $f$ ,随着小磁体向下运动,速度增大, $f$  增大,C 错误;由 A 项分析可知,小磁体在金属铝管中运动的平均速度要小于在玻璃管中的平均速度,由  $s = \bar{v}t$  可知,两者运动位移  $s$  相等,小磁体在玻璃管中运动的时间更短,D 错误。

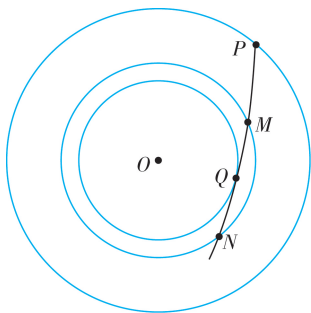
### 18. A 【命题点】带电粒子在磁场和电场复合场中运动

【解析】粒子在磁场中和离开磁场后轨迹如图所示,粒子在磁场中运动,由几何关系有  $a = r - r \cos 60^\circ$ ,解得  $r = 2a$ ,粒子在磁场中运动,洛伦兹力充当向心力,有  $qvB = \frac{mv^2}{r}$ ,解得  $v = \frac{2qBa}{m}$ ,加电场后粒子在复合场中做匀速直线运动(点拨:由“该粒子入射后则会沿  $x$  轴到达接收屏”推理得出),有  $qvB = qE$ ,解得  $\frac{q}{m} = \frac{E}{2aB^2}$ ,A 正确。



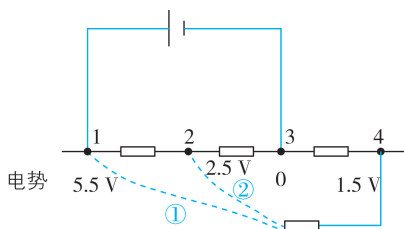
### 19. BC 【命题点】点电荷的电场+功能关系

【解析】以  $O$  点为圆心、 $OM$  为半径作圆,如图所示,则圆经过  $N$  点,且该圆是一条等势线,并作出另外两个同心圆表示等势线,其中一个同心圆过  $P$  点,另一个同心圆与轨迹  $MN$  相切于  $Q$  点,距离正点电荷越远,电势越低,结合题意可知,  $\varphi_P < \varphi_M = \varphi_N < \varphi_Q$ ,小球带负电,所以电势能  $E_{pP} > E_{pM} = E_{pN} > E_{pQ}$ ,可知小球在运动过程中,电势能先减少再增加,A 错误,B 正确;小球从  $M$  到  $N$ ,电势能先减少后增加,电场力先做正功后做负功(点拨:电势能发生变化,电场力一定做功),由于小球在  $M$ 、 $N$  两位置电势能相等,根据能量守恒定律可知,小球在  $M$ 、 $N$  两位置的机械能相等,C 正确,D 错误。



### 20. CD 【命题点】串并联电路

【解析】画出 1、2、3、4 之间的电阻示意图,由题意可知,电势大小关系为  $\varphi_1 > \varphi_2$ 、 $\varphi_2 > \varphi_3$ 、 $\varphi_3 < \varphi_4$ ,取 3 点电势为零,标注各点电势大小,如图所示,因为接线柱之间接了一直流电源,所以电源负极一定接在接线柱 3,1 点电势最高,接电源正极;还有一电阻接在中间,很明显 4 点电势较小,应当由更高电势的点接电阻再到 4,故 1 接线柱和 2 接线柱均有可能,综上,电源接在 1、3 之间,R 接在 1、4 或者 2、4 之间,C、D 正确。

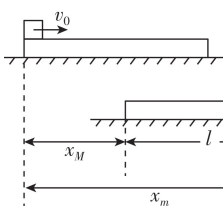


### 一题多解

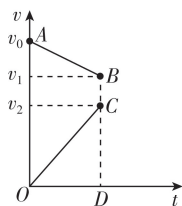
选项	电路图	分析	正误
A. 电源接在 1、4 间, $R$ 接在 1、3 间		$U_{12}$ 、 $U_{23}$ 、 $U_{34}$ 同为正值	×
B. 电源接在 1、4 间, $R$ 接在 2、4 间		$U_{12}$ 、 $U_{23}$ 、 $U_{34}$ 同为正值	×
C. 电源接在 1、3 间, $R$ 接在 1、4 间		$U_{12}$ 、 $U_{23}$ 为正值, $U_{34}$ 为负值	✓
D. 电源接在 1、3 间, $R$ 接在 2、4 间		$U_{12}$ 、 $U_{23}$ 为正值, $U_{34}$ 为负值	✓

### 21. BD 【命题点】动能定理在板块模型中的应用

【解析】作出木板及物块的运动草图,如图甲所示,根据木板和物块的运动情况可以作出其  $v-t$  图像如图乙所示(关键:物块脱离木板时,速度  $v_1$  大于  $v_2$ )。木板受到的摩擦力向右,摩擦力对木板做正功,设木板对地位移为  $x_M$ ,对木板,由动能定理得  $fx_M = \frac{1}{2}mv_2^2$ ,  $v-t$  图像中图线与坐标轴围成图形的面积表示位移,可知  $x_M < l$ (关键:利用  $v-t$  图像判断木板的位移和木板长度的关系,  $x_M$  等于三角形  $OCD$  面积,  $l$  等于梯形  $OABC$  面积),则木板的末动能一定小于  $fl$ , A 错误, B 正确;物块受到的摩擦力向左,摩擦力对物块做负功,由运动草图可知,物块的对地位移为  $x_M + l$ ,对物块,由动能定理得  $-f(x_M + l) = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ , 物块的末动能为  $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - f(x_M + l) < \frac{1}{2}mv_0^2 - fl$ , C 错误, D 正确。



甲



乙

22. ②CD(2分) ③白纸上标记出的小圆环的位置(与②相同的位置)(1分) ⑤大小和方向在误差允许范围内是否一致(2分)

【命题点】验证力的平行四边形定则

【解析】②③合力与分力是等效替代的关系,实验需要在白纸上记录力的大小和方向,记录小圆环的位置是为了两次实验将小圆环拉到同一位置,保证合力与分力的作用效果相同,记录测力计的示数是为了记录力的大小,记录细线的方向是为了记录力的方向,**C、D 正确**。

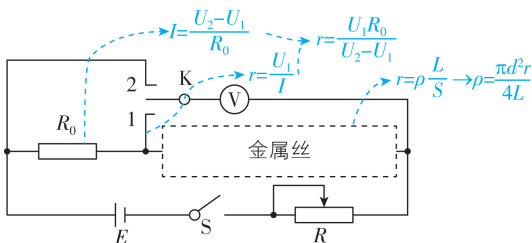
⑤根据力的平行四边形定则作出两个分力的合力,若在误差允许的范围内,利用力的平行四边形定则作出的合力与实验测量的合力等大同向,则验证了力的平行四边形定则。

23. (2)  $\frac{U_2 - U_1}{R_0}$  (2 分)  $\frac{U_1 R_0}{U_2 - U_1}$  (3 分) (5) 0.150 (2 分)

(6) 5.0 (3 分)

【命题点】测量金属丝的电阻率实验+电阻测量+螺旋测微器的读数

【题图剖析】



【解析】(2) 由于电压表电阻非常大,且金属丝与电阻  $R_0$  串联,所以流过电阻  $R_0$  的电流与流过金属丝的电流相等,即

流过金属丝的电流  $I = \frac{U}{R_0} = \frac{U_2 - U_1}{R_0}$ ,由欧姆定律可知金属丝

的电阻  $r = \frac{U_1}{I} = \frac{U_1 R_0}{U_2 - U_1}$ 。

(5) 由螺旋测微器的读数规则可知读数为  $0 \text{ mm} + 15.0 \times 0.01 \text{ mm} = 0.150 \text{ mm}$ 。

(6) 由  $r = \rho \frac{L}{S}$  得  $\rho = \frac{rS}{L} = \frac{\pi d^2 r}{4L}$ ,代入数据解得  $\rho = \frac{3.14 \times (0.150 \times 10^{-3})^2 \times 14.2}{4 \times 50.00 \times 10^{-2}} \Omega \cdot \text{m} \approx 5.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ 。

24. (1)  $q$  3 个点电荷均带正电 (2)  $\frac{(3 - \sqrt{3})q}{3}$

【命题点】库仑定律+电场强度的叠加

【解析】(1) 由  $M$  点的电场强度方向竖直向下可知,  $A$ 、 $B$  处点电荷在  $M$  处的合场强为零,  $C$  处点电荷在  $M$  处的场强竖直向下,故可判断  $C$  点处的点电荷带正电 (1 分)

且  $A$ 、 $B$  处点电荷所带电荷量大小相等,即  $|q_A| = |q_B| = q$

(1 分)

由  $N$  处的场强竖直向上可知,  $B$ 、 $C$  在  $N$  处的合场强由  $B$  指向  $C$ ,则  $B$  处点电荷带正电 (1 分)

$A$  在  $N$  处的场强由  $A$  指向  $N$ ,则  $A$  处点电荷也带正电

(1 分)

由上述分析可知,  **$A$ 、 $B$ 、 $C$  三处的点电荷均带正电**。

(2) 作出  $A$  处点电荷在  $N$  处的场强、 $B$  和  $C$  处点电荷在  $N$  处的合场强,与  $N$  处的竖直向上的电场强度满足平行四边形定则,如图所示 (1 分)



(3) 设自第一次碰撞后经  $t_1$  时间发生第二次碰撞, 小球与薄圆盘共速时相距  $l$ , 设共速后再经  $t'_1$  时间小球追上薄圆盘, 根据位移关系有

$$v_{21}t'_1 + \frac{1}{2}gt_1'^2 - v_{21}t'_1 = l \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t'_1 = \sqrt{\frac{2l}{g}},$$

$$\text{则 } t_1 = t_0 + t'_1 = 2\sqrt{\frac{2l}{g}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{追上时小球的速度 } v_{1m} = v_{11} + gt_1 = \frac{3}{2}\sqrt{2gl},$$

$$\text{圆盘的速度 } v_{1M} = v_{21} = \frac{\sqrt{2gl}}{2},$$

设碰后瞬间小球和圆盘的速度分别为  $v_{2m}$ 、 $v_{2M}$ , 由动量守恒定律得  $mv_{1m} + Mv_{1M} = mv_{2m} + Mv_{2M}$  (1 分)

$$\text{由机械能守恒定律得 } \frac{1}{2}mv_{1m}^2 + \frac{1}{2}Mv_{1M}^2 = \frac{1}{2}mv_{2m}^2 + \frac{1}{2}Mv_{2M}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

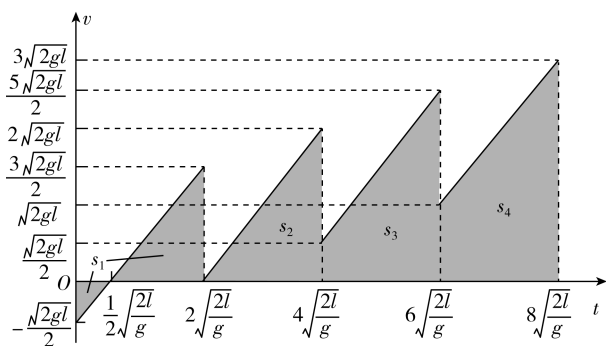
$$\text{解得 } \begin{cases} v_{2m} = \frac{m-M}{m+M}(v_{1m} - v_{1M}) + v_{1M} = 0 \\ v_{2M} = \frac{2m}{m+M}(v_{1m} - v_{1M}) + v_{1M} = \sqrt{2gl} \end{cases} \quad (\text{点拨: 对于运动碰运})$$

动的弹性碰撞, 可以选择以其中一个物体为参考系, 例如本题中以薄圆盘为参考系, 转化为运动碰静止的情况, 计算之后注意再次变换参考系求取两者的对地速度) (2 分)

假设小球与薄圆盘可以一直在管内碰撞, 分析得出, 小球每

$$\text{次碰后至下一次追上薄圆盘所经历的时间 } \Delta t = t_1 = 2\sqrt{\frac{2l}{g}},$$

画出第一次碰撞后小球的  $v-t$  图像, 如图所示,



$v-t$  图像中图线与  $t$  轴围成的面积表示位移, 则根据图像可计算出  $s_1 + s_2 + s_3 = 12l$ ,  $s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 20l$ ,

$$20l + l = 21l > 20l > 12l + l = 13l,$$

则小球与薄圆盘碰撞的次数是 **4 次** (2 分)

### 33. (1) ACD 【命题点】理想气体状态方程+热力学第一定律

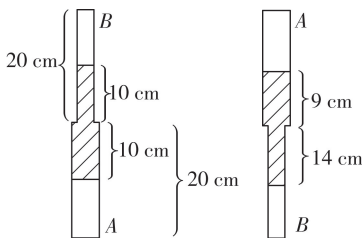
【解析】一定量的理想气体的内能由温度决定(关键: 用初、末状态的温度是否可能相等来判断初、末状态的内能是否可能相等), 故经等温增压后再等温膨胀, 气体的温度不变, 故其初状态和末状态的内能相等, **A 正确**; 气体经等压膨胀后温度升高, 再经等温压缩后其末状态的温度高于初状态的温度, 故其内能增加, **B 错误**; 气体经等容减压后温度降低, 再经等压膨胀后温度又升高, 其末状态的温度可能等于

初状态的温度,故其内能可能相等,**C 正确**;气体经等容增压后温度升高,再经等压压缩后温度又降低,其末状态的温度可能等于初状态的温度,故其内能可能相等,**D 正确**;气体经等容增压后温度升高,再经等温膨胀后其末状态的温度高于初状态的温度,故其内能增加,**E 错误**。

(2)  $A$  管内压强为  $74.36 \text{ cmHg}$ 、 $B$  管内压强为  $54.36 \text{ cmHg}$

【命题点】玻意耳定律

【题图剖析】倒置前后的液柱位置



【解析】设  $B$  管的横截面积为  $S$ , 则  $A$  管的横截面积为  $4S$  (易错: 内径是 2 倍, 横截面积是 4 倍),

设  $B$  管在上方时  $A$ 、 $B$  管内的压强分别为  $p_A$ 、 $p_B$ , 则有

$$p_A = p_B + 20 \text{ cmHg} \quad (2 \text{ 分})$$

倒置后, 因为原  $B$  管内气体压强较小, 所以液柱下移, 即  $A$  管内液柱长度减小 1 cm, 根据两管内径关系可知,  $B$  管内液柱长度增加 4 cm,

$$p_B' = p_A' + 23 \text{ cmHg} \quad (2 \text{ 分})$$

$A$ 、 $B$  管内气体均发生等温变化,

$$p_A \cdot 4S \cdot 10 \text{ cm} = p_A' \cdot 4S \cdot 11 \text{ cm} \quad (2 \text{ 分})$$

$$p_B \cdot S \cdot 10 \text{ cm} = p_B' \cdot S \cdot 6 \text{ cm} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } p_A = 74.36 \text{ cmHg}, p_B = 54.36 \text{ cmHg} \quad (2 \text{ 分})$$

### 34. (1) ABE 【命题点】波的图像+振动图像

【解析】由波形图可知该波的波长为 4 m, 由振动图像可知

周期为 2 s, 则波速为  $v = \frac{\lambda}{T} = 2 \text{ m/s}$ , **A 正确**; 由振动图像可知,

$t=0$  时刻质点  $P$  沿  $y$  轴负方向振动, 结合波形图可知,

波沿  $x$  轴向左传播, **B 正确**; 由波的图像可知振幅为 5 cm, **C**

**错误**;  $t=0$  时刻  $x=3 \text{ m}$  处质点位于波谷位置, 经过  $t=7 \text{ s}=$

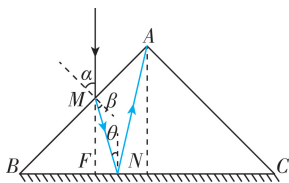
$3.5T$ , 该质点位于波峰位置, **D 错误**; 质点  $P$  在  $0 \sim 7 \text{ s}(3.5T)$  内

运动的路程为  $s=3.5 \times 4A=70 \text{ cm}$ , **E 正确**。

$$(2) \frac{3-\sqrt{3}}{3}l$$

【命题点】光的折射+反射定律

【解析】根据题意画出如图所示的光路示意图,



$$\text{由折射定律有 } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \text{ 又 } \alpha = 45^\circ, \text{ 解得 } \beta = 30^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

由几何关系可得  $\angle NMF = 45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$ ,  $\angle MNF = 90^\circ -$

$15^\circ = 75^\circ$ , 则折射光线  $MN$  在底边的入射角为  $\theta = 15^\circ$ , 由反

射定律可知反射角等于入射角, 则  $\angle ANM = 2\theta = 30^\circ$  (2 分)

则  $\angle MAN = 180^\circ - \angle B - \angle ANB = 30^\circ$  (2分)

故  $\triangle MNA$  为等腰三角形, 设  $MA = MN = x$ , 则  $BM = l - x$ ,

$$AN = \sqrt{3}x,$$

根据三角形对应角相等, 判定  $\triangle ACN$  与  $\triangle MBN$  相似, 有

$$\frac{AN}{MN} = \frac{AC}{BM} \quad (2分)$$

$$\text{代入数据解得 } x = \frac{3-\sqrt{3}}{3}l \quad (2分)$$

#### 一题多解 正弦定理法

在三角形  $BMN$  中由正弦定理有  $\frac{BM}{\sin 75^\circ} = \frac{MN}{\sin 45^\circ}$ ,

$$\sin 75^\circ = \sin (45^\circ + 30^\circ) = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}, \text{解得 } x = \frac{3-\sqrt{3}}{3}l。$$