

### 1. A 【命题点】核反应方程

选项	分析	正误
A	根据质量数和电荷数均守恒可得 X 为 ${}^7_3\text{Li}$	√
B	Be 的质子数为 4, Li 的质子数为 3, 核反应前后的总质子数发生了变化	×
C	核反应前后质量数守恒	×
D	中微子不带电	×

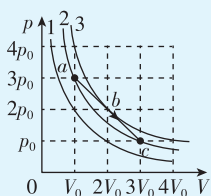
### 2. C 【命题点】万有引力与航天

选项	分析	正误
A	万有引力完全提供组合体及其中的货物绕地球做圆周运动的向心力, 组合体及其中的货物处于失重状态	×
B	第一宇宙速度为最大环绕速度, 组合体并未脱离地球引力的束缚, 其运行速度小于第一宇宙速度	×
C	组合体的运行周期约 90 分钟, 小于地球同步卫星的周期 24 小时, 由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 可知组合体的角速度大	√
D	$T_{\text{组}} < T_{\text{同}}$ , 由开普勒第三定律知, $r_{\text{组}} < r_{\text{同}}$ , 根据 $\frac{GMm}{r^2} = ma$ 可知, 组合体的加速度大	×

### 3. B 【命题点】理想气体状态变化

【解析】 $p$ - $V$  图线为双曲线时表示气体发生等温变化, **A** 错误; 根据  $\frac{pV}{T} = C$  可得,  $T_b > T_a$ , 则  $a \rightarrow b$  过程气体温度升高, 内能增大, 气体体积变大, 气体对外做功, 由热力学第一定律可知气体吸热, **B** 正确; 根据  $\frac{pV}{T} = C$  可得,  $b$  温度最高, **C** 错误;  $a \rightarrow c$  过程中气体体积变大, 气体对外做功, **D** 错误。

**名师延展** 在  $p$ - $V$  图像中, 双曲线上的点与横、纵坐标围成的面积是相等的, 表示气体在压强和体积变化过程中温度不变, 则双曲线的一支可称之为一条等温线, 作出多条等温线如图所示, 则温度关系为: 等温线 3 > 等温线 2 > 等温线 1。直线  $ac$  上温度最高的点是该直线与双曲线 3 相切的点, 即中点  $b$ 。



### 4. D 【命题点】共点力平衡和电场

【解析】电场力与重力大小相等, 有  $\frac{qU}{d} = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 g$ , 即  $U =$

$\frac{4\pi\rho r^3 g d}{3q}$ , 电势差调整为  $2U$ , 则有  $\frac{r'^3}{q'} = 2 \frac{r^3}{q}$ , 将选项代入得, **D**

正确。

### 5. C 【命题点】胡克定律和牛顿第二定律

【解析】 $Q$  恰好能保持静止, 说明其所受静摩擦力向右且最大, 为  $2\mu mg$ , 弹簧伸长量为  $\frac{2\mu mg}{k}$ 。剪断轻绳后, 在弹簧弹力作用下  $P$  会向右加速, 弹力会变小,  $Q$  所受摩擦力会变小; 当弹簧恢复原长时,  $P$  速度达到最大,  $Q$  所受摩擦力为零; 此后  $P$  继续运动, 压缩弹簧,  $P$  开始减速,  $Q$  所受摩擦力反向增加, 至  $P$  速度减为零, 此时弹簧压缩量为  $\frac{2\mu mg}{k}$ ,  $P$  向右运动最大位移为  $\frac{4\mu mg}{k}$ , **C** 正确。

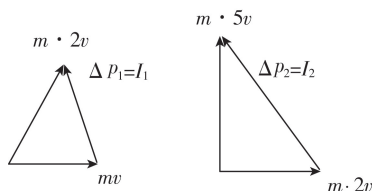
**一题多解** 剪断轻绳后,  $P$  做简谐运动, 平衡位置为弹簧原长处, 故最大位移为  $2A$ ,  $A = \frac{\mu \cdot 2mg}{k}$ 。

### 6. B 【命题点】匀变速直线运动

【解析】由题意可知, 每两个车站之间距离为  $\frac{1\ 080}{5} \text{ km} = 216 \text{ km}$ , 两种列车在相邻两个车站间均先做初速度为零的匀加速直线运动, 再做匀速直线运动, 最后做末速度为零的匀减速直线运动。两种列车最大速度为  $30 \text{ m/s}$ 、 $90 \text{ m/s}$ , 两种列车运动的时间分别为  $t_1 = \frac{216\ 000 - \frac{30^2}{2 \times 0.5} \times 2}{30} \text{ s} + \frac{30}{0.5} \times 2 \text{ s} = 7\ 260 \text{ s}$ ,  $t_2 = \frac{216\ 000 - \frac{90^2}{2 \times 0.5} \times 2}{90} \text{ s} + \frac{90}{0.5} \times 2 \text{ s} = 2\ 580 \text{ s}$ , 每两个车站之间节省的时间  $\Delta t = 7\ 260 - 2\ 580 \text{ s} = 4\ 680 \text{ s}$ , 从  $W$  到  $G$  共有 5 个时间差, 即从  $W$  到  $G$  乘高铁省的时间为  $4\ 680 \text{ s} \times 5 = 6.5 \text{ h}$ , **B** 正确。

### 7. D 【命题点】动能定理和动量定理

【解析】由动能定理可知,  $W_1 = \frac{1}{2}m[(2v)^2 - v^2] = \frac{3}{2}mv^2$ ,  $W_2 = \frac{1}{2}m[(5v)^2 - (2v)^2] = \frac{21}{2}mv^2$ ,  $W_2 = 7W_1$ ; 由动量定理可知, 合力的冲量等于动量的改变量, 但因质点做曲线运动, 可知初、末动量方向不一定一致, 可画矢量三角形表示, 有  $mv \leq I_1 \leq 3mv$ ,  $3mv \leq I_2 \leq 7mv$ , **D** 正确。

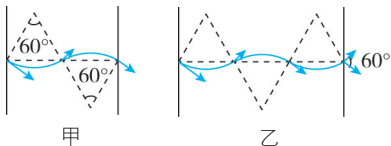


### 学霸解题 · 奇思

从  $v$  到  $2v$ , 当速度反向时, 动量变化量最大为  $3mv$ , 从  $2v$  到  $5v$ , 当速度方向相同时, 动量变化量最小为  $3mv$ , 故  $I_2 \geq I_1$ 。

### 8. BC 【命题点】离子在磁场中的运动

【解析】离子的运动情况有两种：一是在上、下磁场中运动次数相等，轨迹如图甲所示，由几何关系可得  $r = \frac{1}{2n}L$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )， $n$  表示离子在上方磁场中的运动次数，由  $qvB = m \frac{v^2}{r}$  可知， $v = \frac{qBr}{m} = \frac{1}{2n}kBL$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )，夹角  $\theta$  为  $0^\circ$ ，**B 正确**；二是在下方磁场中运动次数比上方磁场中多一次，轨迹如图乙所示，由几何关系可得  $r = \frac{1}{2n+1}L$  ( $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ )， $v = \frac{kBL}{2n+1}$  ( $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ )，夹角  $\theta$  为  $60^\circ$ ，**C 正确**。



### 9. AC 【命题点】变压器

【解析】发射线圈的电压  $U_1 = \frac{n_1 \Delta \Phi}{\Delta t} = 220 \text{ V}$ ，解得  $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0.2$ ，接收线圈的电压  $U_2 = \frac{n_2 \Delta \Phi \times 80\%}{\Delta t} = 8 \text{ V}$ ，**A 正确**；若不漏磁，根据  $I_1 n_1 = I_2 n_2$ ，可得电流之比为  $22:1$ ，**B 错误**；发射线圈和接收线圈磁场变化是同步的，所以交流电的频率相同，**C 正确**；因为磁损，发射线圈磁通量变化率大于接收线圈，**D 错误**。

#### 学霸解题·奇思

当变压器有磁损时，就不可以使用理想变压器的结论了，可快速判断 B、D 选项不正确。

### 10. AD 【命题点】带电粒子在电场、磁场中的运动

【解析】在电场中从  $O$  到  $P$ ，粒子沿  $x$  轴正方向做匀速直线运动，沿  $y$  轴正方向做初速度为零的匀加速直线运动，末速度大于初速度，动能大于初动能，在磁场中从  $O$  到  $P$ ，速度大小不变，动能等于初动能，故  $E_{k2} < E_{k1}$ ；粒子在电场中运动时间为  $\frac{a}{v_0}$ ，在磁场中运动时间为弧长除以  $v_0$ ，弧长大于  $a$ ，则  $t_1 < t_2$ ，**A、D 正确**。

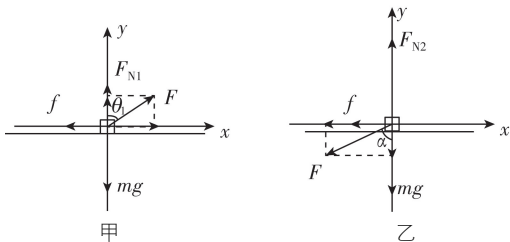
**名师延展** 磁场只改变带电粒子速度的方向，电场不仅改变带电粒子速度的方向，还改变速度的大小。类平抛运动求时间一般用分运动求解，多是采用做匀速直线的分运动，利用位移除以速度求解，匀速圆周运动求时间可用弧长除以线速度求解。

### 11. BC 【命题点】导体棒在磁场中的力和运动

【解析】在导体棒运动过程中，对导体棒受力分析如图所示，如图甲有  $F \sin \theta_1 - \mu F_{N1} = m \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}g$ ， $F \cos \theta_1 + F_{N1} = mg$ ，联立可得  $\sqrt{1+\mu^2} F \sin(\theta_1 + \varphi) - \mu mg = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ，如图乙有  $F \sin \alpha + \mu F_{N2} = m \cdot \sqrt{3}g$ ， $F \cos \alpha + mg = F_{N2}$ ， $\alpha$  为磁场与水平向左方向的夹角，联立可得  $\sqrt{1+\mu^2} F \sin(\alpha + \varphi) + \mu mg = \sqrt{3}mg$ ，其中  $\mu = \tan \varphi$ ，取最大值时有  $\sin(\theta_1 + \varphi) = 1$ ， $\sin(\alpha + \varphi) = 1$ ，解得

$\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ,  $F = mg$ , **A 错误, B 正确**; 因为  $\varphi = 30^\circ$ , 所以  $\theta_1 = \alpha = 60^\circ$ ,

则磁场与水平向右方向夹角为  $60^\circ$  斜向下时, 加速时加速度大小最大, 磁场与水平向右方向夹角为  $120^\circ$  斜向上时, 减速时加速度大小最大, **C 正确, D 错误**。

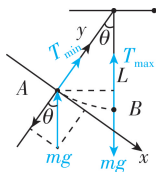


**12. (1)-2(2分) (2)-2.1(2分) 0.59(2分)**

**(3)C(1分)**

**【命题点】验证机械能守恒定律的实验**

**【解析】**(1) 作出小钢球运动的部分轨迹图如图所示, 绳上拉力最大处为最低点  $B$ , 此时速度最大, 绳上拉力最小处为轨迹最高点  $A$ , 速度为零, 对球受力分析可得, 在  $A$



处有  $mg \cos \theta = T_{\min}$ , 在  $B$  处有  $T_{\max} - mg = \frac{mv^2}{L}$ , 从  $A$  到  $B$ , 由动

能定理有  $mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ , 联立可得  $T_{\max} = 3mg -$

$2T_{\min}$ , 斜率为 **-2**。

(2) 取图乙中的点  $(0, 1.765 \text{ N})$  和  $(0.196 \text{ N}, 1.35 \text{ N})$ , 求得斜率约为 **-2.1**; 由 (1) 中式子可知, 纵轴截距  $1.765 \text{ N} = 3mg$ , 小钢球重力  $mg$  约为 **0.59 N**。

(3) 本实验不需要小钢球做单摆运动, 所以不用考虑摆动的角度和释放的位置, 误差主要来源为空气阻力, **C 正确**。

**13. (1)3.700(3.698~3.702 均可)(2分) (2)6.0(5.8~6.2**

**均可)(1分)  $\frac{\pi D^2 R_x}{4L}$ (2分) (3)12(1分) 3.1(1分)**

**(4)偏大(2分)**

**【命题点】电阻率的测量实验**

**【解析】**(1) 螺旋测微器读数为  $3.5 \text{ mm} + 20.0 \times 0.01 \text{ mm} =$  **3.700 mm**。

(2) 电流表示数为  $0.400 \text{ A}$ , 倒数为  $2.5 \text{ A}^{-1}$ , 在题图丙中找到对应的点, 可知电阻为 **6.0  $\Omega$** , 根据公式  $R_x = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}$  可

得  $\rho = \frac{\pi D^2 R_x}{4L}$ 。

(3) 根据闭合电路欧姆定律有  $E = I(r + R_0 + R + R_A)$ , 得  $\frac{1}{I} =$

$\frac{r + R_0 + R_A}{E} + \frac{1}{E} \cdot R$ , 取点  $(0, 2.0 \text{ A}^{-1})$ 、 $(35 \text{  $\Omega$ , } 4.90 \text{ A}^{-1})$ , 代入可得  $E \approx$  **12 V**,  $r \approx$  **3.1  $\Omega$** 。

(4)  $E$  变小,  $r$  变大, 该电阻接入电路后, 电流值变小, 倒数变大, 从题图丙可读出**偏大**的电阻。

**14. (1) $\frac{4}{3}$  (2) $\frac{4}{27}d$**

【命题点】平抛运动和光的折射

【解析】(1) 小球做平抛运动, 在水平方向有  $d=v_0 t$  (2 分)

在竖直方向有  $\frac{2}{3}d=\frac{v_y}{2}t$  (2 分)

$$\tan \theta=\frac{v_y}{v_0}=\frac{4}{3} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 由折射定律有  $n=\frac{\sin i}{\sin r}$  (2 分)

其中  $r+\theta=90^\circ$ ,

由几何关系有  $d=H \tan r+\frac{2}{3}d \tan i$  (1 分)

解得  $H=\frac{4}{27}d$  (1 分)

►一题多解 (1) 平抛运动过程中, 某位置处速度与水平方向夹角的正切值是位移与水平方向夹角正切值的 2 倍,

$$\tan \theta=2 \tan \varphi=2 \times \frac{\frac{2}{3}d}{d}=\frac{4}{3}。$$

15. (1) 水平方向加速度为  $20 \text{ m/s}^2$ ; 竖直方向加速度为  $10 \text{ m/s}^2$

(2)  $0.2 \text{ T}$ ,  $0.4 \text{ J}$  (3)  $1.1 \text{ m}$

【命题点】电磁感应

【解析】(1) 进入磁场前, 线框在水平方向上向右做匀加速直线运动, 在竖直方向上向上做匀加速直线运动。

水平方向有  $F \cos 45^\circ=ma_x$  (1 分)

竖直方向有  $F \sin 45^\circ-mg=ma_y$  (1 分)

解得  $a_x=20 \text{ m/s}^2$ ,  $a_y=10 \text{ m/s}^2$  (2 分)

(2) 线框进入磁场过程中, 水平方向继续做匀加速直线运动, 竖直方向做匀速直线运动。只考虑  $ab$  边在磁场中的切割及  $ab$  所受安培力, 其余边均对称抵消。

线框  $ab$  边刚到磁场边界时, 竖直方向的速度  $v_y$  满足  $v_y^2=2a_y L$ , 解得  $v_y=2 \text{ m/s}$  (2 分)

线框在竖直方向做匀速运动有  $F \sin 45^\circ=mg+\frac{B^2 L^2 v_y}{R}$  (2 分)

解得  $B=0.2 \text{ T}$  (1 分)

线框在进入磁场过程中, 运动的时间  $t_2=\frac{L}{v_y}=0.1 \text{ s}$  (1 分)

线框中的电流  $I=\frac{BLv_y}{R}=50 \text{ A}$  (1 分)

则  $Q=I^2 R t_2=0.4 \text{ J}$  (1 分)

(3) 线框在进入磁场前, 运动时间  $t_1=\frac{v_y}{a_y}=0.2 \text{ s}$  (1 分)

线框在水平方向做匀加速直线运动,

位移  $x=\frac{1}{2}a_x(t_1+t_2)^2=0.9 \text{ m}$  (1 分)

磁场区域的水平宽度  $d=L+x=1.1 \text{ m}$  (1 分)

16. (1)  $\sqrt{3}m$  (2)  $\frac{13}{2}mg$  (3)  $(4-2\sqrt{3})mgL$

【命题点】动能定理、动量守恒和关联速度

【解析】(1) 设系统在题图虚线位置保持静止时绳上拉力大

小为  $T$ , 由受力平衡有  $2T\sin 60^\circ = m_C g$  (2 分)

其中  $T = mg$  (1 分)

解得  $m_C = \sqrt{3}m$  (1 分)

(2)  $C$  和  $D$  发生碰撞时, 动量守恒, 设  $v_0 = \sqrt{\frac{3}{5}gL}$ ,

有  $m_C v_0 = 2mv$  (2 分)

对  $D$  向下运动过程, 由动能定理有

$$-F \cdot \frac{1}{10}L + 2mg \cdot \frac{1}{10}L = 0 - \frac{1}{2} \cdot 2mv^2 \quad (2 \text{ 分})$$

解得  $F = \frac{13}{2}mg$  (1 分)

(3) 当重物  $C$  下降的距离为  $x$ , 由系统机械能守恒有

$$\sqrt{3}mgx - 2mg(\sqrt{L^2 + x^2} - L) = E_k \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{令 } f(x) = \sqrt{3}mgx - 2mg(\sqrt{L^2 + x^2} - L),$$

$$\text{则 } f'(x) = \sqrt{3}mg - 2mg \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2x}{\sqrt{L^2 + x^2}},$$

当  $f'(x) = 0$ , 即  $x = \sqrt{3}L$  时,  $f(x)$  有最大值, 系统总动能最大,

此时连接  $C$  的绳和水平方向夹角为  $60^\circ$  (2 分)

沿绳方向速度相等, 有  $v_C \sin 60^\circ = v_A$  (1 分)

当  $x = \sqrt{3}L$  时, 解得系统最大动能  $E_{km} = mgL$  (1 分)

又  $A$  的动能和  $B$  的动能相等, 有

$$E_{km} = \frac{1}{2}m_C v_C^2 + \frac{1}{2}mv_A^2 \times 2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $E_{kc} = \frac{1}{2}m_C v_C^2 = (4 - 2\sqrt{3})mgL$  (1 分)