

## 14. A 【命题点】小环沿竖直大圆环的运动及分析

【解析】小环由最高点向最低点运动的过程中,大圆环对它的作用力是弹力,方向始终与速度方向垂直,一直不做功, **A 正确, B 错误**。大圆环上有一位置,小环从最高点到此位置,弹力方向背离大圆环的圆心,从该位置到最低点,弹力方向指向大圆环的圆心, **C、D 错误**。

▶ **刷有所得** 小环在大圆环上受到的弹力沿半径方向,在切线(速度)方向无分力,沿弹力方向没有位移,弹力不做功;利用在特殊位置物体的受力情况判断整个过程中力的变化有时是一个简单有效的方法。

## 15. B 【命题点】衰变与动量守恒定律

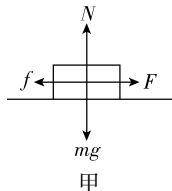
【解析】衰变过程中满足动量守恒定律,所以衰变后钍核的动量与  $\alpha$  粒子的动量等大反向, **B 正确**;由动能和动量的关系式可知  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$ ,由于钍核的质量大于  $\alpha$  粒子的质量,所以钍核的动能小于  $\alpha$  粒子的动能, **A 错误**;半衰期的定义是放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间,并不是其放出一个  $\alpha$  粒子所经历的时间, **C 错误**;由于该反应放出能量,所以一定会发生质量亏损,衰变后  $\alpha$  粒子与钍核的质量之和小于衰变前钍核的质量, **D 错误**。

▶ **刷有所得** (1)动量守恒定律成立的条件为系统不受外力或内力远大于外力,若某一方向上动量守恒,则系统在这个方向上不受外力或内力远大于外力,衰变、碰撞等均满足动量守恒定律,理解并熟练应用  $E_k = \frac{p^2}{2m}$ ,已知动量大小关系可以判断动能的大小关系,反之亦然。(2)半衰期是放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间,用  $T$  表示,即  $m = M\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ ,  $t$  表示所经历的时间。半衰期是由核内部自身的因素决定的,跟原子所处化学状态和外部条件没有关系。

## 16. C 【命题点】受力分析与平衡条件

【解析】当  $F$  沿水平方向时,物块受力如图甲所示,有  $F=f$ ,  $f=\mu N$ ,  $N=mg$ ,

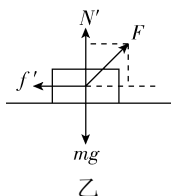
联立解得  $F=\mu mg$  ①



当  $F$  与水平面成  $60^\circ$  角时,物块受力如图乙所示,有

$$F \cos 60^\circ = f', f' = \mu N', N' = mg - F \sin 60^\circ,$$

$$\text{联立解得 } F \cos 60^\circ = \mu(mg - F \sin 60^\circ) \quad ②$$



联立①②解得  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$ , C 正确。

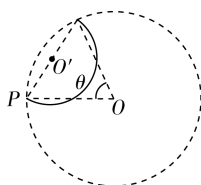
### 17. B 【命题点】平抛运动的规律

【解析】设小物块由最高点飞出时的速度为  $v'$ , 对从最低点到最高点的过程应用动能定理得  $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2$ , 解得  $v' = \sqrt{v^2 - 4gR}$ , 小物块从最高点飞出后, 做平抛运动, 在竖直方向有  $2R = \frac{1}{2}gt^2$ , 在水平方向有  $x = v't$ , 联立解得  $x =$

$$\sqrt{\frac{4v^2R}{g} - 16R^2}, \text{ 当 } R = -\frac{\frac{4v^2}{g}}{2 \times (-16)} = \frac{v^2}{8g} \text{ 时, } x \text{ 有极大值, 故选 B.}$$

### 18. C 【命题点】带电粒子在磁场中的运动

【解析】若粒子射入磁场的速率为  $v_1$ , 这些粒子在磁场边界的出射点分布在六分之一圆周上, 设此时粒子的轨迹半径为  $r_1$ , 磁场的半径为  $R$ , 如图所示, 则  $\theta = 60^\circ$ , 弦长  $L = R =$



$2r_1$ , 所以  $r_1 = \frac{R}{2}$ , 再由  $qv_1B = \frac{mv_1^2}{r_1}$  解得  $v_1 = \frac{qBr_1}{m}$ ; 同理, 若粒子射入磁场的速率为  $v_2$ , 相应的出射点分布在三分之一圆周上, 设此时粒子的轨迹半径为  $r_2$ , 则图中  $\theta' = 120^\circ$ , 弦长  $L' = \sqrt{3}R = 2r_2$ , 则  $r_2 = \frac{\sqrt{3}R}{2}$ , 再由  $qv_2B = \frac{mv_2^2}{r_2}$  解得  $v_2 = \frac{qBr_2}{m}$ , 联立解得  $\frac{v_2}{v_1} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{\sqrt{3}}{1}$ , C 正确。

**刷有所得** 当带电粒子射入磁场时的速率一定, 但射入的方向变化时, 可以以入射点为顶点, 将轨迹圆旋转, 作出一系列轨迹, 从而得出临界条件。

### 19. CD 【命题点】开普勒第二定律的应用

【解析】根据开普勒第二定律可知, 海王星在近日点速率最大, 在远日点速率最小, 所以从  $P$  到  $M$  所用的时间小于  $\frac{T_0}{4}$ , A 错误; 从  $Q$  到  $N$  阶段, 只有万有引力做功, 机械能守恒, B 错误; 根据开普勒第二定律可知, 从  $P$  到  $Q$  阶段速率逐渐变小, C 正确; 从  $M$  到  $N$  阶段, 速率先减小后增大, 则万有引力对它先做负功后做正功, D 正确。

**刷有所得** 当行星绕中心天体在椭圆轨道运动的时候, 分析其速率变化使用开普勒第二定律分析更为便捷, 当分析多个行星绕同一中心天体运动或卫星变轨问题, 对比相关物理量时, 采用开普勒第三定律更为便捷。

## 20. BC 【命题点】导体框切割磁感线及楞次定律的应用

【解析】由图(b)可知,导线框全部进入磁场的时间为0.2 s,

则其做匀速直线运动的速度  $v = \frac{L}{t} = \frac{0.1}{0.2} \text{ m/s} = 0.5 \text{ m/s}$ , **B**

**正确**;导线框进入磁场时感应电流方向为顺时针方向,根据楞次定律可知,磁场的方向垂直于纸面向外, **C 正确**;由  $E =$

$BLv$ ,解得  $B = \frac{E}{Lv} = \frac{0.01}{0.1 \times 0.5} \text{ T} = 0.2 \text{ T}$ , **A 错误**;在  $t = 0.4 \text{ s}$  至

$t = 0.6 \text{ s}$  这段时间内,导线框匀速出磁场,电流  $I = \frac{E}{R} = 2 \text{ A}$ ,

所受的安培力大小为  $F = BIL = 0.04 \text{ N}$ , **D 错误**。

**刷有所得** 通过分析线框中感应电动势(电压)的图像,推断出导线框的运动情况,注意图像与运动过程的一一对应关系。借助图像考查电磁感应的规律,一直是高考的热点,此类题目主要是通过变换情境、改变条件,来考查楞次定律及法拉第电磁感应定律,求解的关键是弄清楚产生感应电动势的原因。

## 21. AD 【命题点】自制简易电动机

【解析】为了使电池与两金属支架连接后线圈能连续转动起来,若将左、右转轴下侧的绝缘漆都刮掉,这样当线圈在图示位置时,线圈的上下边受安培力水平而转动,转过一周后再次受到同样的安培力而使其转动,选项 **A 正确**;若将左、右转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉,则当线圈在图示位置时,线圈的上下边受安培力水平而转动,转过半周后因受到相反方向的安培力而使其停止转动,选项 **B 错误**;若将左转轴上侧的绝缘漆刮掉,右转轴下侧的绝缘漆刮掉,电路不能接通,选项 **C 错误**;若将左转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉,右转轴下侧的绝缘漆刮掉,这样当线圈在图示位置时,线圈的上下边受安培力水平而转动,转过半周后电路不导通;转过一周后再次受到同样的安培力而使其转动,选项 **D 正确**。

## 22. (1) $v_A + a \cdot \frac{\Delta t}{2}$ (2分) (2) 52.1 (2分) 16.3 (2分)

【命题点】研究斜面上物体平均速度、瞬时速度和加速度的关系

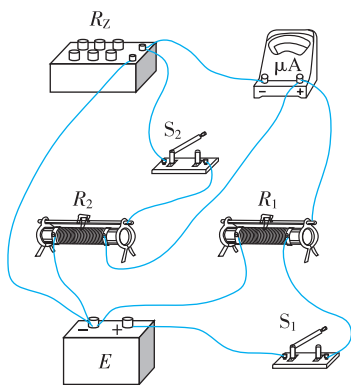
【解析】(1)  $\Delta t$  时间内的平均速度等于其中间时刻的瞬时速度,所以  $\bar{v} = v_A + a \cdot \frac{\Delta t}{2}$ 。

(2) 图(c)的纵截距等于  $v_A$ ,由图可知  $v_A = 52.1 \text{ cm/s}$ ,图(c)中

直线的斜率  $k = \frac{a}{2}$ ,  $k = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} = 8.125 \text{ cm/s}^2$ ,所以  $a = 16.3 \text{ cm/s}^2$ 。

**刷有所得** 利用图像法处理数据是实验中常用的方法,解答这类题的思路是:首先推导出纵轴物理量随横轴物理量变化的函数表达式,根据图像求出截距和斜率,利用截距和斜率表示的物理意义求解待求量。

23. (1) 如图所示



(1 分)

(2) ①20 (1 分) ②左 (1 分) ③相等 (2 分) ④2 550 (2 分)

(3) 调节  $R_1$  上的分压, 尽可能使微安表接近满量程 (2 分)

【命题点】测量微安表的内阻

【解析】(1) 实物连线如图所示。

(2) ①  $R_1$  为滑动变阻器, 采用分压式接法, 阻值越小越好操作, 所以  $R_1$  的最大阻值应为 **20  $\Omega$** 。

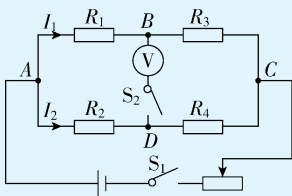
② 分压式接法中为了保护电表和用电器, 开始时将  $R_1$  的滑片 C 滑到滑动变阻器的最**左**端。

③ 闭合  $S_2$  前后, 微安表的示数不变, 说明微安表两端的电压不变, 则电阻箱两端的电压不变, 流过电阻箱的电流不变, 则闭合  $S_2$  瞬间, 没有电流流过  $S_2$ , 这说明  $S_2$  接通前 B 与 D 所在位置的电势**相等**。

④ 根据电桥平衡, 设  $R_2$  左边的电阻为  $R_{\text{左}}$ , 右边的电阻为  $R_{\text{右}}$ , 则  $\frac{R_Z}{R_{\mu\text{A}}} = \frac{R_{\text{左}}}{R_{\text{右}}}$ , 将电阻箱  $R_Z$  和微安表位置对调, 有  $\frac{R_{\mu\text{A}}}{R'_Z} = \frac{R_{\text{左}}}{R_{\text{右}}}$ , 联立解得  $R_{\mu\text{A}} = \sqrt{R_Z \cdot R'_Z} = \mathbf{2\ 550\ \Omega}$ 。

(3) 本实验中将  $R_1$  的滑片置于适当位置, 再反复调节  $R_2$  的滑片 D 的位置, 使得接通  $S_2$  前后, 微安表的示数保持不变, 由于实验中总会存在着偶然误差, 所以尽可能使微安表接近满量程, 这样可以减小读数的相对误差, 提高实验准确率。

► **刷有所得** 利用电桥平衡法测量电阻的原理: 如图所示,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  构成一电桥, A、C 两端供一恒定桥压  $U$ , B、D 之间有一电压表, 当电桥平衡时, BD 之间无电流流过, B、D 两点电势相等, 则  $U_{BC} = U_{DC}$ , 则  $I_1 R_1 = I_2 R_2$ ,  $I_1 R_3 = I_2 R_4$ , 于是有  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ 。



24. (1)  $\frac{v_0^2 - v_1^2}{2gs_0}$  (2)  $\frac{s_1(v_0 + v_1)^2}{2s_0^2}$

【命题点】动能定理与运动学公式的应用

【解析】(1) 设冰球质量为  $m$ , 冰球与冰面间的动摩擦因数为  $\mu$ , 对冰球应用动能定理得  $-\mu mgs_0 = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$  (2 分)

解得  $\mu = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2gs_0}$  (2 分)

(2) 设冰球到达挡板处所用的时间为  $t$ , 则  $s_0 = \frac{v_0 + v_1}{2}t$  (2 分)

解得  $t = \frac{2s_0}{v_0 + v_1}$  (2 分)

设运动员的最小加速度为  $a$ , 则  $s_1 = \frac{1}{2}at^2$  (2 分)

解得  $a = \frac{s_1(v_0 + v_1)^2}{2s_0^2}$  (2 分)

► 一题多解 求冰球到达挡板处的运动时间时也可以对冰球应用动量定理, 设初速度方向为正方向,  $-\mu mgt = mv_1 - mv_0$ , 可求得运动时间。

25. (1) 3:1 (2)  $\frac{H}{3}$  (3)  $\frac{mg}{\sqrt{2}q}$

【命题点】带电小球在电场中的运动

【解析】(1) 设两小球抛出的初速度为  $v_0$ , 则进入电场的水平分速度为  $v_0$ , 竖直分速度相同, 根据运动的分解可知, 两小球竖直方向的分运动是相同的, 运动时间  $t$  相同。在水平方向

$N$  向右做初速度为  $v_0$ , 加速度为  $a = \frac{Eq}{m}$  的匀减速直线运动,

$M$  向右做初速度为  $v_0$ , 加速度为  $a = \frac{Eq}{m}$  的匀加速直线运动,

$M$  的水平分位移  $x_M = v_0t + \frac{1}{2}at^2$  (2 分)

$N$  的水平分位移  $x_N = v_0t - \frac{1}{2}at^2$  (2 分)

$v_0 = at$  (1 分)

联立解得  $x_M : x_N = 3:1$  (1 分)

(2) 设  $A$  点距电场上边界的高度为  $h$ , 小球下落  $h$  时在竖直方向的分速度为  $v_y$ , 由运动学公式有  $v_y^2 = 2gh$  (2 分)

$H = v_yt + \frac{1}{2}gt^2$  (2 分)

$M$  进入电场后做直线运动, 由几何关系知  $\frac{v_0}{v_y} = \frac{x_M}{H}$  (1 分)

联立解得  $h = \frac{H}{3}$  (2 分)

(3) 设电场强度大小为  $E$ , 小球  $M$  进入电场后做直线运动,

则  $\frac{v_0}{v_y} = \frac{Eq}{mg}$  (2 分)

设  $M$ 、 $N$  离开电场时的动能分别为  $E_{k1}$ 、 $E_{k2}$ ，由动能定理得

$$E_{k1} = \frac{1}{2}m(v_0^2 + v_y^2) + mgH + Eqx_M \quad (1 \text{ 分})$$

$$E_{k2} = \frac{1}{2}m(v_0^2 + v_y^2) + mgH - Eqx_N \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由已知条件有 } E_{k1} = 1.5E_{k2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } E = \frac{mg}{\sqrt{2}q} \quad (2 \text{ 分})$$

### 33. (1) ABD 【命题点】热力学第一定律

【解析】气体向真空自发扩散过程中，气体不对外界做功，**C** 错误；由热力学第一定律  $W+Q=\Delta U$ ， $W=0$ ， $Q=0$ ，则内能不变，**A** 正确；气体被压缩的过程中，外界对气体做功， $W>0$ ， $Q=0$ ，由热力学第一定律  $W+Q=\Delta U$  可知  $\Delta U>0$ ，**B**、**D** 正确；由于理想气体的内能只与温度有关，所以气体被压缩的过程中，温度升高，气体分子的平均动能增大，**E** 错误。

刷有所得 热力学第一定律  $W+Q=\Delta U$  中，若气体对外界做功， $W<0$ ，外界对气体做功， $W>0$ ；气体从外界吸热， $Q>0$ ，气体向外界散热， $Q<0$ ；内能增大， $\Delta U>0$ ，内能减小， $\Delta U<0$ 。理想气体由于分子间作用力可以忽略，没有分子势能，内能只与温度有关。

$$(2) \text{ (i) } \rho_0 g V \frac{T_0}{T_b} \quad \text{(ii) } \rho_0 g V \frac{T_0}{T_a} \quad \text{(iii) } \rho_0 T_0 V \left( \frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_a} \right) - m_0$$

### 【命题点】盖-吕萨克定律与受力分析

【解析】(i) 设 1 个大气压下质量为  $m$  的空气在温度为  $T_0$  时

$$\text{的体积为 } V_0, \text{ 密度为 } \rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad \text{①} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{在温度为 } T \text{ 时的体积为 } V_T, \text{ 密度为 } \rho(T) = \frac{m}{V_T} \quad \text{②} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由盖-吕萨克定律得 } \frac{V_0}{T_0} = \frac{V_T}{T} \quad \text{③} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立①②③式得 } \rho(T) = \rho_0 \frac{T_0}{T} \quad \text{④} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{气球所受的浮力 } f = \rho(T_b) g V \quad \text{⑤} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立④⑤式得 } f = \rho_0 g V \frac{T_0}{T_b} \quad \text{⑥} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{(ii) 气球内热空气所受的重力为 } G = \rho(T_a) g V \quad \text{⑦} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立④⑦式得 } G = \rho_0 g V \frac{T_0}{T_a} \quad \text{⑧} \quad (1 \text{ 分})$$

(iii) 设该气球还能托起的最大质量为  $m$ ，由力的平衡条件得

$$mg = f - G - m_0 g \quad \text{⑨} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立⑥⑧⑨式得 } m = \rho_0 T_0 V \left( \frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_a} \right) - m_0 \quad (1 \text{ 分})$$

**刷有所得** 气体浸在温度为  $T_b$  的空气中,受到的浮力  $f = \rho(T_b)gV_{\text{排}}$ ,  $\rho(T_b)$  表示球外气体的密度,  $V_{\text{排}}$  是气球的体积; 气球内热空气的质量为  $m = \rho(T_a)V$ ,  $\rho(T_a)$  是球内气体的密度。利用公式求浮力或球内气体的重力时一定要用对应气体、对应状态的密度和体积求解,不可乱用。

### 34. (1) ACD 【命题点】双缝干涉条纹间距公式的应用

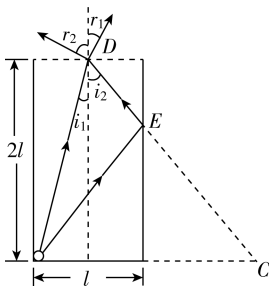
**【解析】**双缝干涉的条纹间距公式为  $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ , 其中  $L$  是双缝到屏幕的距离,  $d$  是双缝间距,  $\lambda$  是入射光的波长, 要增大干涉图样中两相邻亮条纹的间距, 可以改用波长更长的红色激光, 或仅减小  $d$  或仅增大  $L$ , **A、C、D** 正确。

**关键点拨** 解答本题的关键是熟记双缝干涉的条纹间距公式  $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ , 知道条纹间距与哪些因素有关。

(2) 1.55

### 【命题点】折射定律与全反射

**【解析】**设从光源发出的光直接射到  $D$  点的光线的入射角为  $i_1$ , 折射角为  $r_1$ 。在剖面内作光源相对于反光壁的镜像对称点  $C$ , 连接  $CD$ , 交反光壁于  $E$  点, 由光源射向  $E$  点的光线, 反射后沿  $ED$  射向  $D$  点。光线在  $D$  点的入射角为  $i_2$ , 折射角为  $r_2$ , 如图所示。



设液体的折射率为  $n$ , 由折射定律有

$$n \sin i_1 = \sin r_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$n \sin i_2 = \sin r_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由题意知 } r_1 + r_2 = 90^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立①②③式得 } n^2 = \frac{1}{\sin^2 i_1 + \sin^2 i_2} \quad (2 \text{ 分})$$

由几何关系可知

$$\sin i_1 = \frac{\frac{l}{2}}{\sqrt{4l^2 + \frac{l^2}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{17}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\sin i_2 = \frac{\frac{3l}{2}}{\sqrt{4l^2 + \frac{9l^2}{4}}} = \frac{3}{5} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立④⑤⑥式得 } n = 1.55 \quad (2 \text{ 分})$$