

## 1. C 【命题点】核反应方程和放射性元素的衰变

选项	分析	正误
A	根据核反应中质量数和电荷数守恒可知,Y 为正电子	×
B		×
C	72 万年为 1 个半衰期,经过 72 万年,铝 26 剩余质量为原来的 $\frac{1}{2}$ ,故现有的铝 26 衰变一半	✓
D	144 万年为 2 个半衰期,144 万年后铝 26 剩余质量为原来的 $\frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$ ,故现有的铝 26 衰变四分之三	×

**知识拓展** 正电子,又称阳电子、反电子、正子,基本粒子的一种,带正电荷、质量和电子相等,是电子的反粒子。正电子的发现开辟了反物质领域的研究。

## 2. D 【命题点】万有引力定律的应用

**【解析】**地球对核心舱的万有引力提供核心舱做圆周运动所需的向心力,则有  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r$ ,可得  $M = \frac{v^2 r}{G} = \frac{\omega^2 r^3}{G} = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ ,由题意知引力常量  $G$  已知,可以求出地球质量  $M$  的物理量组合为核心舱的绕地线速度  $v$  和绕地半径  $r$ 、核心舱的绕地角速度  $\omega$  和绕地半径  $r$ 、核心舱的绕地周期和绕地半径  $r$ ,A、B、C 错误,D 正确。

## 3. B 【命题点】力的分解和牛顿第三定律的应用

**【解析】**根据力的分解可知,耕索对曲辕犁拉力的水平分力和对直辕犁拉力的水平分力分别为  $F \sin \alpha$ 、 $F \sin \beta$ ,因为  $\alpha < \beta$ ,所以  $F \sin \alpha < F \sin \beta$ ,A 错误;同理可知,耕索对曲辕犁拉力的竖直分力和对直辕犁拉力的竖直分力分别为  $F \cos \alpha$ 、 $F \cos \beta$ ,因为  $\alpha < \beta$ ,所以  $F \cos \alpha > F \cos \beta$ ,B 正确;耕索对犁的拉力与犁对耕索的拉力为一对相互作用力,由牛顿第三定律可知,两力大小始终相等,C、D 错误。

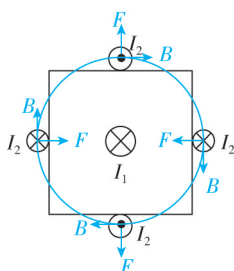
**易错警示** 一对相互作用力同时变化,大小相等,方向相反,与物体的运动状态无关,在变速运动中考虑过多可能导致错误。

## 4. A 【命题点】匀速圆周运动和运动的合成与分解

**【解析】**杆  $OP$  绕  $O$  点匀速转动,故  $P$  点的线速度  $v$  大小不变,A 正确; $P$  点的加速度始终指向  $O$  点,故在转动过程中加速度方向变化,B 错误;杆  $PQ$  始终保持水平,杆  $PQ$  参与水平和竖直两个方向的分运动, $Q$  点与  $P$  点运动状态相似,设杆  $OP$  与水平方向的夹角为  $\theta$ ,将  $P$  点的速度沿水平和竖直方向分解,可得  $v_x = v \sin \theta$ , $v_y = v \cos \theta$ , $\theta$  始终变化,则两分速度始终变化,C、D 错误。

## 5. C 【命题点】通电直导线间的安培力

【解析】因为  $I_1 \gg I_2$ , 所以不考虑长管外表面通电导线间的相互作用力, 由右手螺旋定则和左手定则可得四根通电导线处的磁场方向和受到的安培力方向如图所示, 故上、下表面向外拉伸弯曲, 左、右表面向内挤压弯曲, **C 正确**。



**快解** 由同向电流相互吸引和反向电流相互排斥可知, 左、右表面的直导线受到向内的安培力挤压长管; 上、下表面的直导线受到向外的安培力拉伸长管, **C 正确**。

#### 6. D 【命题点】静电场中电势、电场强度、电势能等大小的判断

选项	分析	正误
A	高压电源正极连接发射极, 负极连接吸极, 发射极和吸极间产生向右的电场, 沿电场线方向电势逐渐降低, 故 $\varphi_a > \varphi_b$	×
B	由等势面的疏密程度可知, $E_a > E_b$	×
C	不计液滴重力, 由 $F = Eq = ma$ 可得 $a_a > a_b$	×
D	液滴向右加速, 故电场力做正功, 电势能降低, 即 $E_{pa} > E_{pb}$	✓

**一题多解** 由正负极关系判断液滴带正电, 从  $a \rightarrow b$  电势降低, 液滴的电势能降低, 故  $E_{pa} > E_{pb}$ 。

#### 7. B 【命题点】正弦式交流电的产生和理想变压器原理

选项	分析	正误
A	交流电的周期为 0.2 s, 则交流电的频率为 5 Hz	×
B	螺线管产生的电压即为变压器原线圈的输入电压, 则原线圈两端电压最大值为 0.05 V, 原、副线圈匝数比为 1 : 60, 故副线圈两端电压最大值为 3 V	✓
C	永磁铁磁场越强, 一定时间内永磁铁在原线圈中引起的磁通量的变化量越大, 原线圈产生电压的峰值越大	×
D	理想变压器没有能量损失, 则充电电路的输入功率和变压器的输入功率相等	×

#### 8. BD 【命题点】 $v-t$ 图像和 $s-t$ 图像

【解析】龙舟甲与其他龙舟在途中出现船头并齐, 说明龙舟甲与其他龙舟在相同的时刻位移大小相等,  $v-t$  图像中, 图线与时间轴围成图形的面积表示位移, 在选项 A、B 中, 只有选项 B 中图线与时间轴围成图形的面积有相等的时刻, **A 错误, B 正确**;  $s-t$  图像中, 两图线的交点表示相遇, 即表示龙舟甲与其他龙舟船头并齐, **C 错误, D 正确**。

**易错警示**  $s-t$  图像的交点表示相遇, 而  $v-t$  图像的交点表示速度相同, 将两图像的特点混淆, 可能会导致出错。

**9. BC** 【命题点】平抛运动中功率、重力势能、机械能的相关判断

【解析】根据  $h = \frac{1}{2}gt^2$  可得, 手榴弹在空中的运动时间  $t =$

$\sqrt{\frac{2h}{g}}$ , 则甲在空中的运动时间与乙在空中的运动时间相等,

**A 错误**; 平抛运动在竖直方向的分运动是自由落体运动, 两手榴弹落地时竖直方向速度  $v_y = \sqrt{2gh}$  相同, 重力的瞬时功率  $P_G = mgv_y = mg\sqrt{2gh}$  相同, **B 正确**; 从投出到落地, 每颗手榴弹重力势能的减少量等于重力做的功, 大小为  $mgh$ , **C 正确**; 每颗手榴弹从投出到落地, 只有重力对手榴弹做功, 机械能保持不变, **D 错误**。

**易错警示** 只有重力对研究对象做功时, 研究对象的机械能保持不变。本题易混淆机械能的改变和重力势能的改变, 错选 D。

**10. AD** 【命题点】法拉第电磁感应定律的应用

【解析】杆  $OP$  产生的感应电动势  $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$ , 保持恒定, **A**

**正确**; 杆  $OP$  开始转动后, 回路中始终有电流, 则杆  $MN$  受到安培力作用而做加速运动, 导致回路中磁通量变化变慢, 则总感应电动势变小, 杆  $MN$  和  $OP$  中的电流变小, 杆  $OP$ 、 $MN$  受到的安培力也变小, 杆  $MN$  的加速度变小, 做加速度减小的加速直线运动, **B、C 错误, D 正确**。

**易错警示** 本题中, 杆  $MN$  并不是固定在导轨上, 杆  $MN$  也会运动, 若认定杆  $MN$  不动会导致出错。

**学霸解题·技巧** 北京大学 李安

根据楞次定律, 杆  $MN$  的运动一定阻碍回路磁通量的变化, 所以要产生方向相反的感应电动势, 使回路中的电流减小。

**11. (1) 6.04(1分) 6.05(2分) (2) 3(2分) (3) 48.6(2分)**

【命题点】弹簧劲度系数的测量

【解析】(1) 根据题意知,  $\Delta L_3 = L_6 - L_3 = 6.04 \text{ cm}$ , 压缩量的平均值  $\overline{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3} = 6.05 \text{ cm}$ 。

(2) 根据题意可知, 两个数据之间均差 3 个钢球, 则  $\overline{\Delta L}$  是管中增加 3 个钢球时产生的弹簧平均压缩量。

(3) 根据胡克定律可得, 弹簧的劲度系数  $k = \frac{3mg \sin 30^\circ}{\overline{\Delta L}} =$

**48.6 N/m**。

**学霸解题·技巧** 天津大学 贾子辰

计算弹簧劲度系数时, 使用  $k = \frac{\Delta F}{\Delta x}$ , 若能直接获取两个变化量, 则计算时无需知道弹簧的原长。

**12. (1) 短接(2分) 减小(2分) (2) ①b(1分) ②大于(2分)  $R_{01} - R_{02}$ (2分)**

### 【命题点】测量热敏电阻阻值的实验

【解析】(1) 在使用多用电表欧姆挡测量热敏电阻的阻值之前需要对多用电表进行欧姆调零,即将多用电表旋钮旋转至适当的倍率挡,将红、黑表笔短接,调节欧姆调零旋钮,使指针指向右边“ $0\ \Omega$ ”处;观察到随着热敏电阻温度升高时,相同倍率下多用电表指针向右偏转的角度变大,因为欧姆挡的零刻度线在表盘的右侧,故可判断热敏电阻阻值随温度的升高而减小。

(2) ①由电路图可知,滑动变阻器以限流式接法接入电路中,故闭合开关S前,应将滑动变阻器的滑片滑到最大阻值的 **$b$** 端;

②电压表右侧导线接到C处时,电压表测量电阻箱和电流表两端电压,将电压表右侧导线接到D处时,调节滑动变阻器和电阻箱的阻值,使得电压表与电流表的示数与导线接在C处的示数相同,此时电压表测量电流表、电阻箱、热敏电阻两端电压,又因为此时电流表的示数也相同,说明调节导线前后电压表测量部分的电阻值相同,即调整到D处后需要将电阻箱的阻值调小, $R_{01}$  大于  $R_{02}$ ,则有  $R_A + R_{01} = R_A + R_{02} + R_T$ ,解得  $R_T = R_{01} - R_{02}$ 。

**易错警示** 每次使用多用电表欧姆挡测量待测电阻的阻值时,首先需要将旋钮调整到合适的挡位,然后进行欧姆调零,同时每次换其他挡位都需要进行欧姆调零,即让电表的指针指向表盘右侧欧姆挡零刻度线处;使用多用电表电压、电流挡位前,需要进行机械调零,即让电表的指针指向表盘左侧零刻度线处。

### 13. (1)能 (2)0.2 s

#### 【命题点】动量守恒定律与匀变速直线运动规律的综合应用

【解析】(1) 设甲、乙算珠的质量为  $m$ ,甲在碰撞前做匀减速直线运动,

$$\text{其加速度大小为 } a = \frac{\mu mg}{m}, \text{ 解得 } a = 1\ \text{m/s}^2 \quad (2\ \text{分})$$

设甲与乙碰前速度为  $v_1$ ,

$$\text{由运动学公式可得 } v_1^2 - v_0^2 = -2as_1 \quad (2\ \text{分})$$

$$\text{解得 } v_1 = 0.3\ \text{m/s},$$

甲与乙碰撞的时间极短,则碰撞过程中动量守恒,

以碰撞前甲的运动方向为正方向,设碰后甲的速度为  $v_2$ ,乙的速度为  $v_3$ ,由题意可得  $v_2 = 0.1\ \text{m/s}$ ,

$$\text{由动量守恒定律可得 } mv_1 = mv_2 + mv_3 \quad (2\ \text{分})$$

$$\text{解得 } v_3 = 0.2\ \text{m/s},$$

乙将以同样大小的加速度做匀减速直线运动,设乙从运动到停下来所滑动的位移为  $x$ ,

$$\text{则由运动学公式可得 } 0 - v_3^2 = -2ax \quad (1\ \text{分})$$

$$\text{解得 } x = 2 \times 10^{-2}\ \text{m},$$

$$\text{因为 } x = s_2, \text{ 所以乙刚好能滑到边框 } a \quad (1\ \text{分})$$

$$(2) \text{ 碰撞前甲运动时间为 } t_1 = \frac{v_1 - v_0}{-a} = 0.1\ \text{s} \quad (1\ \text{分})$$

$$\text{碰后甲继续减速到停下的时间为 } t_2 = \frac{0 - v_2}{-a} = 0.1\ \text{s} \quad (1\ \text{分})$$

甲运动的总时间为  $t=t_1+t_2=0.2\text{ s}$  (1分)

**学霸解题·技巧** 北京大学 祁林

求解位移和时间的问题,有两种思路,其一可以用牛顿运动定律和运动学相关公式求解;其二可以用动能定理和动量定理求解。

14. (1)  $\frac{5\sqrt{eUm}}{eR}$   $\frac{\pi R\sqrt{meU}}{4eU}$   $8eU$  (2)  $\frac{13}{6}$

**【命题点】**电子在电磁组合场中的运动

**【解析】**(1) 电子在电场中加速运动,根据动能定理有  $2eU =$

$$\frac{1}{2}mv^2 \quad (2\text{分})$$

在 I 区磁场中,设电子做圆周运动的轨迹半径为  $r$ ,由几何关系可得  $r=R\tan 22.5^\circ=0.4R$  (1分)

由洛伦兹力提供向心力得  $Bev = m\frac{v^2}{r}$  (2分)

联立解得  $B = \frac{5\sqrt{eUm}}{eR}$  (1分)

电子在 I 区磁场中的运动周期为  $T = \frac{2\pi m}{eB}$  (1分)

由几何关系可得,电子在 I 区磁场中运动轨迹所对应的圆

心角为  $\varphi = \frac{5}{4}\pi$  (1分)

电子在 I 区磁场中运动的时间为  $t = \frac{\varphi}{2\pi}T$  (1分)

联立解得  $t = \frac{\pi R\sqrt{meU}}{4eU}$  (1分)

电子从  $P$  点射入经电场加速 8 次后从  $Q$  点射出,

则电子在  $Q$  点出射时的动能为  $E_k = 8eU$  (1分)

(2) 设在 I 区磁场中电子做匀速圆周运动的最大轨迹半径

为  $r_m$ ,由几何关系可得  $(\sqrt{3}R - r_m)^2 = r_m^2 + R^2$  (1分)

解得  $r_m = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ ,

由洛伦兹力提供向心力得  $Bev_m = m\frac{v_m^2}{r_m}$  (1分)

从  $P$  点射入到 I 区磁场,由动能定理得  $2eU = \frac{1}{2}mv_m^2 - keU$  (1分)

联立解得  $k = \frac{13}{6}$  (1分)

15. (1) 小于(3分) 不变(3分)

**【命题点】**气体实验定律和分子热运动

**【解析】**以矿泉水瓶内的封闭气体为研究对象,由于机场地面温度与高空客舱内温度相同,则有  $p_1V_1 = p_2V_2$ ,而矿泉水瓶变瘪了,说明矿泉水瓶内气体的体积减小,故瓶内气体压强增大,即高空客舱内的气体压强小于机场地面大气压强;温度是分子平均动能的标志,由于机场地面的温度与高空客舱内温度相同,故分子的平均动能不变,即矿泉水瓶内气体的分子平均动能不变。

**技巧必背** 温度是分子平均动能的标志,温度升高时分子的平均动能变大,温度降低时分子的平均动能变小,与分子的种类、状态等无关。

(2)  $1.3 \times 10^5 \text{ Pa}$

**【命题点】玻意耳定律在变质量问题中的应用**

**【解析】**设注射器内的气体体积为  $V_1$ ,压强为  $p_0$ ,则有

$$V_1 = Sh = 1.2 \times 10^{-7} \text{ m}^3, p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa},$$

$$\text{药瓶内气体的体积 } V_2 = 9 \times 10^{-7} \text{ m}^3 - 5 \times 10^{-7} \text{ m}^3 = 4 \times 10^{-7} \text{ m}^3,$$

把注射器内气体注入药瓶内过程,瓶内外温度相同且保持不变,

$$\text{设此时药瓶内气体压强为 } p_1, \text{ 体积为 } V'_2 = V_2 \quad (2 \text{ 分})$$

根据玻意耳定律有

$$p_0 V_1 + p_0 V_2 = p_1 V'_2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } p_1 = 1.3 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (2 \text{ 分})$$

**方法拓展** 用三个气体实验定律与理想气体状态方程研究变质量气体问题时有多种不同的处理方法。

(1) 口袋法:给初状态或者末状态补接一个口袋,把变化的气体用口袋收集起来,从而保证质量不变。

(2) 隔离法:对变化部分和不变部分隔离,只对不变部分进行研究,从而实现被研究的气体质量不变。

(3) 比较常数法:气体常数与气体质量有关,质量变化,气体常数变化;质量不变,气体常数不变。根据已知状态参量计算出各个状态下的气体常数  $C$ ,然后进行比较。

16. (1) 小于(3分) 最大(3分)

**【命题点】弹簧振子的振动特点**

**【解析】**由题意可知,将小球向下拉动距离  $A$  后由静止释放,小球将在原位置附近做简谐运动,振幅为  $A$ ,由简谐运动的

运动特点可知,  $0 \sim \frac{T}{4}$  内,小球做初速度为零的加速度减小的

的加速运动,且向上运动的距离为  $A$ ,故在  $\frac{T}{4}$  时刻,小球的速度达到**最大**,即动能达到最大;而在  $0 \sim \frac{T}{8}$  内小球的平均

速度小于  $\frac{T}{8} \sim \frac{T}{4}$  内的平均速度,故在  $0 \sim \frac{T}{8}$  内,小球从最低

点向上运动的距离**小于**  $\frac{A}{2}$ 。

**知识拓展** 小球从最大位移处向平衡位置运动过程中,小球做加速度减小的加速运动;从平衡位置向最大位移处运动过程中,小球做加速度增大的减速运动。

$$(2) \sin \theta = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

**【命题点】光的折射与全反射**

**【解析】**由光从  $M$  点射向空气的过程可知,挡风玻璃的折射率

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \quad (2 \text{ 分})$$

又知该光在  $N$  点刚好发生全反射,发生全反射时的临界角

$$\theta \text{ 满足 } \sin \theta = \frac{1}{n} \quad (2 \text{ 分})$$

则光从玻璃射到空气时临界角的正弦值  $\sin \theta = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$  (2 分)

**易错警示** 折射率的计算方法是空气中光线与法线夹角的正弦值与介质中光线与法线夹角的正弦值之比,不是任何情况下都用入射角的正弦值与折射角的正弦值之比求得。