

1. A 【命题点】 $v-t$ 图像

【解析】在 $v-t$ 图像中,速度随时间增大时电梯做加速运动,速度随时间减小时电梯做减速运动,速度为零时电梯静止,速度不为零且不变时电梯做匀速直线运动。

选项	分析	正误
A	从 20.0 s 到 30.0 s 速度增大,电梯加速上升	✓
B	从 30.0 s 到 40.0 s 速度不为零且不变,电梯匀速上升	×
C	从 40.0 s 到 50.0 s 速度减小,电梯减速上升	×
D	从 50.0 s 到 60.0 s 速度为零,电梯静止	×

2. C 【命题点】安培力的计算+有效长度

【解析】L 形导线在磁场中的有效长度为 ab 边长,则该导线受到的安培力大小为 $F=2BIL$ (关键:电流与磁场方向平行时不受安培力),C 正确,A、B、D 错误。

3. B 【命题点】 $p-T$ 图像+气体压强的微观解释

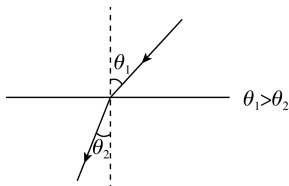
【解析】由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 和题图可知, $p-T$ 图像中过原点的图线为等容线,即气体由状态 A 变化到状态 B 为等容变化,气体分子的数密度不变,A 错误;气体由状态 A 变化到状态 B 温度升高,温度是气体分子平均动能的标志,故气体分子的平均动能增大,B 正确;单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力等于压强,从状态 A 到状态 B 气体压强增大,即单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力增大,C 错误;由于气体分子的平均速率增大,气体体积不变,则单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数增多,D 错误。

4. C 【命题点】万有引力定律

【解析】由题意可知,卫星和月球在同一轨道绕地球运动,根据万有引力提供向心力有 $G\frac{Mm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$,得 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$,可知卫星和月球的速度大小相等,质量无法比较,A 错误;由万有引力定律可知 $F=G\frac{Mm}{r^2}$,且卫星的质量不一定等于月球的质量,故两者所受万有引力大小不一定相等,卫星与月球的向心力由万有引力提供,故向心力大小不一定相等,B、D 错误;由牛顿第二定律得 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$,解得 $a=\frac{GM}{r^2}$,故该卫星与月球的向心加速度大小相等,C 正确。

5. A 【命题点】光的折射

【解析】由题意可知,越靠近地球表面,空气的折射率越大,从光疏介质射入光密介质的光路如图所示,太阳光斜射向地面



的过程中发生折射,随着折射率不断变大,太阳光不断向法线方向偏折,**A 正确**。

6. B 【命题点】影响双缝干涉条纹间距的因素+图像分析

【解析】双缝干涉相邻亮(暗)条纹的间距为 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$, 其中 d 为双缝之间的距离,题图乙中相邻亮条纹的间距是题图甲中的 2 倍,双缝与屏的距离 l 和波长 λ 均不变,那么题图乙对应的双缝间距离变为原来的 $\frac{1}{2}$, **B 正确**。

7. D 【命题点】受力平衡

【解析】设月球表面对探测器每条腿的支持力大小均为 F , 对“嫦娥五号”受力分析, 如图所示, 有 $4F = \frac{1}{6}mg$, 则有 $F = \frac{1}{24}mg$, 由牛顿第三定律可知, 每条腿对月球表面的压力大小为 $\frac{1}{24}mg$, **D 正确**。

8. A 【命题点】法拉第电磁感应定律+转动切割

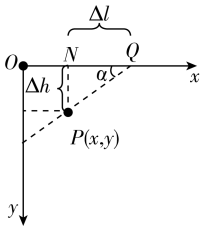
【解析】 OA 段切割磁感线产生感应电动势, 且未构成闭合回路, 不产生感应电流, 所以由右手定则可知, $\varphi_O > \varphi_A$, AC 段不切割磁感线, 故 $\varphi_A = \varphi_C$, **A 正确**。

9. B 【命题点】气体等温变化的探究实验

【解析】本实验目的是探究一定质量的气体在等温条件下气体压强和体积的关系, 为保持温度不变, 柱塞应缓慢移动; 若在橡胶套处接另一注射器, 则橡胶套中气体的体积无法测量, 增大了气体体积的测量误差, **B 正确**。

10. D 【命题点】运动的合成

【解析】以某一粒沙子抛出点为坐标原点 O , 初速度方向为 x 轴, 竖直向下为 y 轴, 设该沙子抛出瞬间水平方向上速度为 v_x , 沙子运动过程中位置坐标为 $P(x, y)$ 。



运动时间 t 后, 根据平抛运动有 $\begin{cases} x = v_x t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$, 设此时罐子的坐

标为 $Q(x_0, y_0)$, 则 $\begin{cases} x_0 = v_x t + \frac{1}{2}at^2 \\ y_0 = 0 \end{cases}$, 则 $\begin{cases} \Delta l = x_0 - x = \frac{1}{2}at^2 \\ \Delta h = y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$, 设

PQ 与水平方向夹角为 α , 则 $\tan \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{g}{a}$ 恒定, 说明沙子相对罐子运动的方向恒定且左侧沙子在下, 右侧沙子在上, **D 正确**。

学霸解题 · 妙想 北京师范大学 宋锐

以罐子为参考系(非惯性系), 惯性力、重力的合力恒定且斜向左下, 沙子做斜向左下方的匀加速直线运动。

11. C 【命题点】牛顿运动定律+能量守恒

【解析】对滑块上滑、下滑过程受力分析, 如图 1、2 所示, 由

牛顿第二定律可得,上滑阶段有 $F_{\text{合}1} = mgsin \alpha + f = ma_1$, 下滑阶段有 $F_{\text{合}2} = mgsin \alpha - f = ma_2$, 则 $F_{\text{合}1} > F_{\text{合}2}$, $a_1 > a_2$, 由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 可知, 滑块上滑过程的时间小于下滑过程的时间, 根据频闪仪每隔相等时间拍下一个影像可知, 题图甲为上滑过程, 题图乙为下滑过程, **A 错误**; 在同一高度处, 由能量守恒定律和摩擦力做功可知, 上滑时的动能较大, **B 错误**; $A、B$ 之间位移大小相等, 上滑过程的平均速度较大, 用时较短, **C 正确**; 由 $W_f = fx$ 可知, 上滑和下滑过程在 $A、B$ 之间克服摩擦力做的功一样多, **D 错误**。

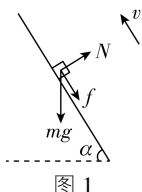


图 1

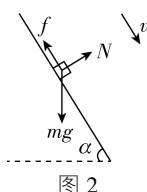


图 2

12. (1) 3 V (3 分) (2) D (3 分) (3) 1.50 (3 分) (4) $\frac{RE}{R_1 + R_2}$ (3 分) (5) 见解析 (3 分)

【命题点】探究电压表内阻对测量结果的影响+误差分析

(1) 本实验中所用电源为两节干电池, 电动势为 3 V, 为使测量结果更精确, 电压表量程应选用 **3 V**。

(2) 出于电路安全考虑, 闭合开关前应保证滑动变阻器接入电路的阻值最大, 由电路连接方式可知, 接线柱 A 应与滑动变阻器的接线柱 **D** 连接。

(3) 电压表量程为 3 V, 分度值为 0.1 V, 读数时需估读到下一位, 故读数为 **1.50 V**。

(4) 设电路中的电流为 I , 对于实验所用电路根据闭合电路欧姆定律有 $I(R_1 + R_2) = E$, 解得电路中的电流 $I = \frac{E}{R_1 + R_2}$, 则

被测电阻 R 两端的电压 $U = IR = \frac{RE}{R_1 + R_2}$ 。

(5) 不同意。当 R 较大时, 电压表分流不能忽略, 此时电路

中的电流 $I = \frac{E}{R_1 + R_2 - R + \frac{RR_V}{R + R_V}}$, 则电压表读数为 $U =$

$\frac{E}{R_1 + R_2 - R + \frac{RR_V}{R + R_V}} \cdot \frac{RR_V}{R + R_V} = \frac{E}{\frac{(R_1 + R_2 - R)(R + R_V)}{RR_V} + 1}$, 当 R 较大

时, 可认为 $R_2 \approx R$, 则 $U = \frac{E}{\frac{R_1(R + R_V)}{RR_V} + 1} = \frac{E}{\frac{R_1}{R_V} + \frac{R_1}{R} + 1}$, 又 $R_V \gg$

R_1 , 则 $U = \frac{E}{\frac{R_1}{R_V} + 1} = \frac{ER}{R_1 + R} \approx \frac{ER}{R_1 + R_2}$, 故 R 较大时, U 的实测值与

理论值相差较小的原因不是因为电压表分流小。

13. $\omega_0 r$ $m\omega_0^2 r$

【命题点】圆周运动+“转碟”杂技项目

【解析】发光物体做匀速圆周运动, 角速度为 ω_0 , 做圆周运动的半径为 r , 由匀速圆周运动规律可知, 发光物体的速度大小 $v_0 = \omega_0 r$ (2 分)

发光物体受到的静摩擦力充当其做圆周运动的向心力,有
 $f = m\omega_0^2 r$ (4分)

14. (1) $\frac{h}{\lambda}$ $\frac{hc}{\lambda}$ (2) $\frac{4\pi NhcR^2}{S\lambda}$

【命题点】能量+能量量子化+波粒二象性

【解析】(1) 每个光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda}$ (2分)

每个光子的能量 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ (2分)

(2) 设太阳每秒辐射 n 个硬 X 射线光子, 则有 $N = \frac{S}{4\pi R^2} n$, (1分)

太阳辐射硬 X 射线的总功率 $P = nh\nu$ (1分)

联立解得 $P = \frac{4\pi NhcR^2}{S\lambda}$ (2分)

15. (1) $\sqrt{\frac{2\sqrt{2}d}{g(1-\mu)}}$ (2) $\sqrt{\sqrt{2}gd(1-\mu)}$ (3) $\sqrt{2}d(1-\mu)$

【命题点】牛顿第二定律+动能定理+斜抛运动

【解析】(1) 滑雪者从 A 到 P 做匀加速运动, 根据牛顿第二定律得 $mgsin 45^\circ - \mu mgcos 45^\circ = ma$ (1分)

解得 $a = \frac{\sqrt{2}}{2}g(1-\mu)$ (1分)

由运动学规律可得 $d = \frac{1}{2}at^2$ (1分)

解得滑雪者运动到 P 点的时间 $t = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}d}{g(1-\mu)}}$ (1分)

(2) 由题意可知, 滑雪者从 P 点由静止开始下滑, 恰好到达 B 点(关键: 在 B 的速度为零),

根据动能定理可得合力做功为 $W = 0$ (1分)

由运动学规律可得滑雪者从 A 点由静止下滑到 P 点的速度

$v_P = at = \sqrt{\sqrt{2}gd(1-\mu)}$ (1分)

滑雪者由 P 到 B 的过程, 根据动能定理可得 $W = \frac{1}{2}mv^2 -$

$\frac{1}{2}mv_P^2$ (1分)

解得 $v = \sqrt{\sqrt{2}gd(1-\mu)}$ (1分)

(3) 若滑雪者能着陆在缓冲坡 CD 上, 则平台 BC 长度最大时滑雪者恰好落在 C 点,

滑雪者在空中运动的时间为 $t_1 = \frac{2v\sin 45^\circ}{g} = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}d(1-\mu)}{g}}$ (2分)

平台 BC 的最大长度 $L = v\cos 45^\circ \cdot t_1 = \sqrt{2}d(1-\mu)$ (2分)

16. (1) $v_0 B$ (2) $\frac{3mv_0}{32eB}$ (3) 90%

【命题点】电子在复合场中的运动

【解析】(1) 入射速度为 v_0 时, 电子沿 x 轴做直线运动, 电子受到的竖直向上的电场力与竖直向下的洛伦兹力, 二者大小相等、方向相反, 有 $eE = ev_0 B$ (1分)

解得 $E = v_0 B$ (1分)

(2) 电子在运动过程中只有电场力做功, 若电子入射速度为

$\frac{v_0}{4}$, 当运动到速度为 $\frac{v_0}{2}$ 时, 对电子由动能定理有

$$eEy_1 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{4}\right)^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } y_1 = \frac{3mv_0}{32eB} \quad (1 \text{ 分})$$

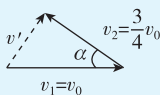
一题多解 配速法

将初速度 v 分解为 v_1 和 v_2 ,

$$\text{其中 } v_1 = v_0, v_2 = v_0 - \frac{v_0}{4} = \frac{3}{4}v_0,$$

电子运动可看作以 $v_1 = v_0$ 向右做匀速直线运动和以 $v_2 = \frac{3}{4}v_0$ 做顺时针匀速圆周运动的合运动,

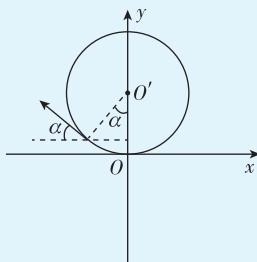
当合速度 $v' = \frac{v_0}{2}$ 时, 速度的合成如图甲所示,



甲

$$v_2 \text{ 与 } x \text{ 轴夹角 } \alpha \text{ 满足 } \cos \alpha = \frac{v_0^2 + \left(\frac{3}{4}v_0\right)^2 - \left(\frac{1}{2}v_0\right)^2}{2 \times v_0 \times \frac{3}{4}v_0} = \frac{7}{8},$$

电子做圆周运动的轨迹如图乙所示,



乙

$$\text{则 } y_1 = r(1 - \cos \alpha) = \frac{r}{8},$$

$$\text{又 } eB \times \frac{3}{4}v_0 = m \frac{\left(\frac{3}{4}v_0\right)^2}{r},$$

$$\text{解得 } r = \frac{3mv_0}{4eB},$$

$$\text{所以 } y_1 = \frac{r}{8} = \frac{3mv_0}{32eB}.$$

(3) 设电子运动过程中离 x 轴最远的距离为 y_m , 电子离 x 轴最远时, 速度与 x 轴平行, 设此时速度为 v_m ,

$$\text{则根据动能定理有 } eEy_m = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv^2 \quad (2 \text{ 分})$$

又电场力沿 y 轴方向, 则电子沿 x 轴方向动量的变化是受洛伦兹力影响导致的,

$$\text{洛伦兹力沿 } x \text{ 轴方向的分量 } f_x = qv_y B \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{对电子在 } x \text{ 轴方向运用动量定理, 有 } eB(v_{1y}\Delta t_1 + v_{2y}\Delta t_2 + \cdots) = mv_m - mv \quad (2 \text{ 分})$$

即 $eBy_m = mv_m - mv$ (1分)

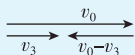
联立解得 $y_m = \frac{2m(v_0 - v)}{eB}$,

当 $y_m \geq y_2$ 时, 电子能达到 y_2 处, 即 $\frac{2m(v_0 - v)}{eB} \geq \frac{mv_0}{5eB}$ (2分)

即 $v \leq \frac{9}{10}v_0$, 则 $\frac{N}{N_0} = 90\%$ (2分)

一题多解 配速法

电子运动可分为沿 x 轴方向大小为 $v_1 = v_0$ 的匀速直线运动和顺时针方向、大小为 $v_0 - v_3$ 的匀速圆周运动, 示意图如图所示,



y 轴坐标最大值为 $y = 2r_3$,

且有 $eB(v_0 - v_3) = m \frac{(v_0 - v_3)^2}{r_3}$,

解得 $r_3 = \frac{m(v_0 - v_3)}{eB}$,

当 $y = y_2 = \frac{mv_0}{5eB}$ 时, $\frac{2m(v_0 - v_3)}{eB} = \frac{mv_0}{5eB}$,

解得 $v_3 = \frac{9v_0}{10}$, v_3 越大, 电子做圆周运动的轨迹半径越小,

因此, 当速度 $v_3 \leq \frac{9v_0}{10}$ 时, 可达到纵坐标 $y_2 = \frac{mv_0}{5eB}$,

则 $\frac{N}{N_0} = \frac{v_3}{v_0} \times 100\% = 90\%$ 。