

1. D 【命题点】力的分解

【解析】由力的大小 F 和力与水平方向的夹角为 30° 可知, 该力在水平方向的分力大小 $F_x = F \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} F$, D 正确。

2. B 【命题点】半衰期

【解析】设该时刻 ^{123}I 的原子数量 $N_1 = 4N$, ^{123}Te 的原子数量 $N_{\text{Te}} = N$, 由半衰期公式可得, 通过 26 h 后 ^{123}I 的原子数量 $N'_1 = 4N \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = N$, ^{123}Te 的原子数量 $N'_{\text{Te}} = N + (4N - N) = 4N$, 由于这两种元素相对原子质量相等, 则通过 26 h 后 ^{123}I 与 ^{123}Te 的质量之比等于原子数量之比, 为 1:4, B 正确。

快解 根据题意, 构建放射性元素衰变模型, 如图所示, 由模型可知, 通过 26 h 后 ^{123}I 与 ^{123}Te 的原子数量之比 1:4, 由于这两种元素相对原子质量相等, 质量之比等于原子数量之比, 为 1:4。



3. A 【命题点】法拉第电磁感应定律和楞次定律

【解析】最初时线圈平面平行于磁场, 穿过线圈的磁通量 $\Phi_1 = 0$, 经过时间 t 后线圈平面与磁场方向夹角为 θ , 穿过线圈的磁通量 $\Phi_2 = BS \sin \theta$, 由法拉第电磁感应定律可得, 线圈中产生的平均感应电动势 $E = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = N \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t} = \frac{NBS \sin \theta}{t}$; 由楞次定律和安培定则可得, 感应电流的方向(从左往右看)为逆时针方向, A 正确。

4. C 【命题点】平行板电容器的动态分析

【解析】由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知, 极板间距离 d 减小时, 电容 C 增大, A 错误; 极板所带电荷量 Q 保持不变, 由 $U = \frac{Q}{C}$ 可知, 电容 C 增大时, 极板间电压 U 变小, B 错误; 由 $E = \frac{U}{d} = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$ 可知, 极板间距离 d 减小时, 极板间电场强度不变, C 正确, D 错误。

快解 本题为平行板电容器的动态分析, 由二级结论“极板所带电荷量 Q 不变时, 极板间距离 d 变化, 电场强度不变”可知, C 正确。

5. D 【命题点】动能定理

【解析】 OO_1 与水平方向夹角为 θ , 由题图中几何关系可得, $\sin \theta = \frac{1}{2}$, 小物块沿光滑圆弧轨道由静止下滑到 N 点的过程中, 由动能定理有 $mgR \sin \theta = \frac{1}{2} mv_N^2$, 解得 $v_N = \sqrt{gR}$, D 正确。

6. B 【命题点】理想变压器

选项	分析	正误
----	----	----

A	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{50}{1}$	×
B	由 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 得原线圈的电流 $I_1 = 0.02 \text{ A}$	√
C	$U_{2\max} = \sqrt{2} U_2 = 4.4 \sqrt{2} \text{ V}$	×
D	理想变压器没有磁损,输入功率等于输出功率,即原、副线圈的功率之比为 1:1	×

7. C 【命题点】竖直上抛情景中的动量守恒和机械能守恒

【解析】 $x-t$ 图像的切线斜率表示物体的速度,由题图可知, $t=0$ 时刻, $v_{\text{甲}} < v_{\text{乙}}$,**A 错误**;题图中虚线关于 $t=t_1$ 左右对称实线两个顶点纵坐标相同,可知发生碰撞前甲、乙两小球速度大小相等,发生碰撞后两小球速度发生互换,乙球动量大小不变,方向相反,甲球速度大小不变,动能不变,**B 错误,C 正确**;实线两个顶点的纵坐标相同,可知碰撞后甲的机械能与乙的机械能相等,**D 错误**。

8. AD 【命题点】万有引力

【解析】由 $\rho = \frac{M}{V}$ 和 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ 可得 $\frac{\rho_{\text{火}}}{\rho_{\text{月}}} = \frac{N}{P^3}$,**A 正确**;由 $\frac{GMm}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$ 可得,第一宇宙速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$,则 $\frac{v_{\text{火}}}{v_{\text{月}}} = \sqrt{\frac{N}{P}}$,**B 错误**;对星球表面物体受力分析可得 $mg = \frac{GMm}{R^2}$,则 $\frac{g_{\text{火}}}{g_{\text{月}}} = \frac{N}{P^2}$,**C 错误**;由万有引力定律 $F = \frac{GMm}{R^2}$ 可得 $\frac{F_{\text{祝融}}}{F_{\text{玉兔}}} = \frac{KN}{P^2}$,**D 正确**。

9. BC 【命题点】安培定则和左手定则的综合应用

【解析】当左托盘放入重物后,要使线圈 P 仍在原位置且天平平衡,则线圈 P 需要受到向下的安培力,若 P 处磁场方向沿半径向外,由左手定则可知,在 P 中通入电流方向应为逆时针方向(负向电流),**A 错误,B 正确**;若线圈 P 处磁场方向沿半径向内,由左手定则可知,在 P 中通入电流方向应为顺时针方向(正向电流),**C 正确,D 错误**。

10. ABC 【命题点】机车启动问题

【解析】由题图可知,两车分别从 t_2 和 t_4 时刻开始匀速运动,则有 $F=f=kmg$,由 $F_{\text{甲}} > F_{\text{乙}}$ 可得 $f_{\text{甲}} > f_{\text{乙}}$,则 $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$,**A 正确**;两车的额定功率相等,由 $P=Fv$ 可知,甲车在 t_1 时刻和乙车在 t_3 时刻的牵引力相等,即 $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}}$,有 $v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}$,甲车在 t_2 时刻和乙车在 t_4 时刻牵引力大小关系为 $F_{\text{甲}} > F_{\text{乙}}$,有 $v_{\text{甲}} < v_{\text{乙}}$,**C 正确,D 错误**;从 0 时刻起两车牵引力随时间均匀增加,当 $F=f$ 时,车开始运动,由题图可知,甲车比乙车先开始运动,**B 正确**。

11. (1) $\frac{1}{15}$ (2 分) (2) 小于 (2 分) (3) 拍摄时让手机随小球一起下移,保证手机正对小球拍摄(合理即可) (2 分)

【命题点】研究直线运动基本规律实验

【解析】(1) 每 $\frac{1}{60} \text{ s}$ 拍摄一张照片,每隔 3 张照片标记一次小

球的位置,则相邻标记位置之间的时间间隔 $T = (N+1) T_0 =$

$$(3+1) \times \frac{1}{60} \text{ s} = \frac{1}{15} \text{ s}。$$

(2) 由题图可知,小球在 0.15~0.35 s 时间段内位移小于在

0.45~0.65 s 时间段内位移,由 $\bar{v} = \frac{x}{t}$ 可知,小球在 0.15~

0.35 s 时间段内平均速度的大小小于 0.45~0.65 s 时间段内平均速度的大小。

(3) 本实验根据玻璃筒上的刻度记录小球的位置,测量误差主要源于视线斜视,减小误差的方法有:拍摄时让手机随小球下移,保证手机正对小球拍摄等。

12. (1) 2.48 (2 分) (2) 40.5 (2 分) (3) 较大 (2 分) 106 (3 分)

【命题点】探究太阳能电池的输出功率与光照强度及外电路电阻的关系实验

【解析】(1) 电流表量程为 0~100 μA ,分度值为 1 μA ,题图 2 所示读数 $I = 62.0 \mu\text{A}$,由串并联关系可得,电阻箱 P 两端的电压 $U = I(R_0 + r_A) = 2.48 \text{ V}$ 。

(2) 由题图 3 可知,在 M 点,太阳能电池的输出电压 $U = 1.80 \text{ V}$,电阻箱 P 的电阻 $R = 80.0 \Omega$,由题意知,不考虑电流表和电阻 R_0 消耗的功率, M 点对应的太阳能电池的输出

$$\text{功率 } P_{\text{输出}} = \frac{U^2}{R} = 0.0405 \text{ W} = 40.5 \text{ mW}。$$

(3) 由题图 3 可知,在电阻 R 相同的情况下,曲线②中太阳能电池的输出电压大于曲线①中太阳能电池的输出电压,则曲线②中太阳能电池的输出功率大于曲线①中太阳能电池的输出功率;观察图线②,在电压较小时,电阻的变化不明显,当电压增大到一定值时,电阻变化较明显,由功率 $P =$

$$\frac{U^2}{R} \text{ 和数学知识可知,当 } R = 50 \Omega \text{ 时,功率最大,为 } P_{\text{max}} =$$

$$\frac{(2.30 \text{ V})^2}{50 \Omega} = 106 \text{ mW}。$$

13. (1) 6 m/s (2) 0.01 s (3) 3 000 N

【命题点】自由落体运动、动能定理和动量定理

【解析】(1) 头盔下落过程,由动能定理有

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v = 6 \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 物体在匀减速过程中,位移 } x = \frac{v+0}{2}t \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t = 0.01 \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 在物体匀减速直线运动过程中,规定向下为正方向,由动量定理有 $-\bar{F}t = 0 - mv$ (2 分)

$$\text{解得物体所受平均作用力的大小 } \bar{F} = 3\,000 \text{ N} \quad (2 \text{ 分})$$

一题多解 (3) 在物体匀减速直线运动过程中, 加速度

大小 $a = \frac{v}{t} = 600 \text{ m/s}^2$, 由牛顿第二定律可知, 物体所受平

均作用力大小 $\bar{F} = ma = 3\,000 \text{ N}$ 。

14. (1) $\frac{mL}{qt_0^2}$ (2) $\frac{2m}{5qt_0}$ (3) $\frac{L}{3t_0}$ 、 $\frac{L}{2t_0}$ 、 $\frac{(1+\sqrt{6})L}{5t_0}$

【命题点】带电粒子在组合场中的运动

【解析】(1) B 粒子进入磁场前的运动时间为 t_0 , 前 $\frac{2}{3}t_0$ 时间

内做类平抛运动, 后 $\frac{1}{3}t_0$ 时间内做匀速直线运动,

由位移—时间公式有 $y_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} \cdot \left(\frac{2}{3}t_0\right)^2 + \left(\frac{qE}{m} \cdot \frac{2}{3}t_0\right) \cdot \frac{1}{3}t_0 = \frac{4}{9}L$, 解得 $E = \frac{mL}{qt_0^2}$ (1分)

(2) 分析 C 粒子运动过程可知, C 粒子进入磁场前的运动时间为 $4t_0$, 前 t_0 时间内做匀速直线运动, 后 $3t_0$ 时间内做类平抛运动,

由位移—时间公式解得 $y_C = 0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} \cdot (3t_0)^2 = \frac{9}{2}L$ (1分)

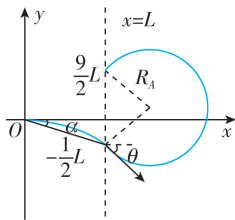
由此可得收集器的位置坐标为 $\left(L, \frac{9}{2}L\right)$ 。

分析 A 粒子运动过程可知, A 粒子进入磁场前的运动时间为 t_0 , 做类平抛运动,

水平方向, A 粒子初速度 $v_{Ax} = \frac{L}{t_0}$ (1分)

竖直方向有 $y_A = 0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} \cdot t_0^2 = \frac{1}{2}L$ (1分)

A 粒子做类平抛运动过程的轨迹如图甲所示, 设位移偏转角为 α , 速度偏转角为 θ ,



甲

由速度偏转角和位移偏转角的关系有 $\tan \theta = 2 \tan \alpha = 2 \frac{y_A}{x_A} =$

1, 解得 $\theta = 45^\circ$ (1分)

A 粒子进入磁场时的速度 $v_A = \frac{v_{Ax}}{\cos 45^\circ} = \frac{\sqrt{2}L}{t_0}$ (1分)

设 A 粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_A , 由洛伦兹

$$\text{力提供向心力有 } qv_A B = m \frac{v_A^2}{R_A} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } R_A = \frac{mv_A}{qB} = \frac{\sqrt{2}mL}{qBt_0} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由几何关系有 } 2R_A \sin 45^\circ = \frac{1}{2}L + \frac{9}{2}L \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } B = \frac{2m}{5qt_0}。$$

(3) 设 $2t_0$ 时刻发射的粒子速度大小为 v_0 , 进入磁场时速度大小为 v , 速度与竖直方向的夹角为 β , 竖直方向的位移为

$$y, \text{ 则 } v = \frac{v_0}{\sin \beta},$$

分析粒子在电场中的类平抛运动过程可知,

$$\text{粒子的运动时间 } t = \frac{L}{v_0} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{竖直方向的位移 } y = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{qEL^2}{mv_0^2} = \frac{L^3}{2v_0^2 t_0^2} \quad (1 \text{ 分})$$

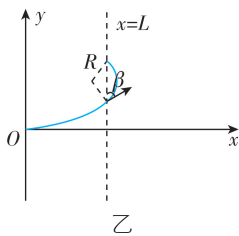
分析粒子运动轨迹可知, 粒子被收集器收集有两种情况:

$$\text{① 粒子经电场偏转后直接被收集器收集, 满足 } y = \frac{9}{2}L,$$

$$\text{即 } \frac{L^3}{2v_0^2 t_0^2} = \frac{9}{2}L \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_0 = \frac{L}{3t_0}。$$

② 粒子经电场偏转后进入磁场, 在磁场中运动一段圆弧后被收集器收集, 运动轨迹如图乙所示,



$$\text{由洛伦兹力提供向心力有 } qvB = m \frac{v^2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

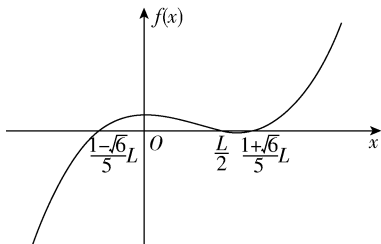
$$\text{解得 } R = \frac{mv}{qB} = \frac{mv_0}{qB \sin \beta} = \frac{5v_0 t_0}{2 \sin \beta} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{粒子在磁场中竖直方向的位移 } \Delta y = 2R \sin \beta = 5v_0 t_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{当 } y + \Delta y = \frac{9}{2}L \text{ 时, 粒子能够被收集器收集,}$$

$$\text{即 } \frac{L^3}{2v_0^2 t_0^2} + 5v_0 t_0 = \frac{9}{2}L \quad (1 \text{ 分})$$

令 $v_0 t_0 = x$, 将上式变形为 $x^3 - 0.9Lx^2 + 0.1L^3 = 0$, 令 $f(x) = x^3 - 0.9Lx^2 + 0.1L^3$, 函数图像如图丙所示,



丙

可得 $x_1 = \frac{L}{2}, x_2 = \frac{1+\sqrt{6}}{5}L, x_3 = \frac{1-\sqrt{6}}{5}L$ (不符合题意,舍去) (1分)

由此可解得 $v_0 = \frac{L}{2t_0}, v_0 = \frac{(1+\sqrt{6})L}{5t_0}$ (1分)

综上所述可知, $2t_0$ 时刻发射的粒子能被收集器收集, 其速

度大小为 $\frac{L}{3t_0}, \frac{L}{2t_0}, \frac{(1+\sqrt{6})L}{5t_0}$ 。

15. (1) D 【命题点】分子力和分子势能图像规律

【解析】由分子力和分子势能变化规律可知, 平衡位置 r_0 处分子势能最小, 分子力(斥力和引力的合力)等于零, 曲线 I 对应的物理量是分子势能, 曲线 II 对应的物理量是分子力; 由斥力的变化规律可知, 曲线 III 对应的物理量是分子间斥力, D 正确。

$$(2) \textcircled{1} \frac{V_1(1-k)}{k} \quad \textcircled{2} \frac{kp_1T_2}{T_1}$$

【命题点】气体实验定律

【解析】①设密封时定高气球内气体的体积为 V , 以气罐内原有气体为研究对象, 由玻意耳定律可得 $p_1V_1 = kp_1(V_1 + V)$ (2分)

$$\text{解得 } V = \frac{V_1(1-k)}{k} \quad (2 \text{ 分})$$

②设在预定高度气球内气体压强为 p_2 , 以气球内气体为研究对象, 由查理定律可得 $\frac{kp_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ (2分)

$$\text{解得 } p_2 = \frac{kp_1T_2}{T_1} \quad (2 \text{ 分})$$

16. (1) C 【命题点】机械振动与机械波

【解析】由题图可知, 此波的波长 $\lambda = 10 \text{ cm}$, A 错误; 由位移与时间变化关系可知 $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$, 则周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1 \text{ s}, f = \frac{1}{T} = 1 \text{ Hz}$, B 错误; 由波速公式可得, 此波的波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 0.1 \text{ m/s}$, C 正确; 横波沿 x 轴正方向传播, 由“同侧法”可知, 此时波源沿 y 轴负方向运动, D 错误。

$$(2) \textcircled{1} \frac{1}{k_1} \quad \frac{1}{k_2} \quad \textcircled{2} \frac{l}{k_1}$$

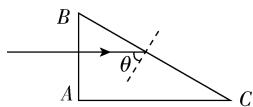
【命题点】光的折射和全反射

【解析】①由 $n = \frac{c}{v}$ 可得 (1分)

$$\text{该棱镜对甲光的折射率 } n_1 = \frac{c}{v_{\text{甲}}} = \frac{c}{k_1 c} = \frac{1}{k_1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{该棱镜对乙光的折射率 } n_2 = \frac{c}{v_{\text{乙}}} = \frac{c}{k_2 c} = \frac{1}{k_2} \quad (1 \text{ 分})$$

②由题意知, 甲光恰好发生了全反射, 光路图如图所示, 设全反射的临界角为 θ ,



由全反射公式可知 $\sin \theta = \frac{1}{n_1} = k_1$ (2 分)

由几何关系可知 $\angle ABC = \angle \theta$ (1 分)

$$\sin \theta = \sin \angle ABC = \frac{l_{AC}}{l_{BC}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } l_{BC} = \frac{l_{AC}}{\sin \theta} = \frac{l}{k_1} \quad (1 \text{ 分})$$