

1. A 【命题点】曲线运动+篮球投篮

【解析】在练习投篮时,篮球做曲线运动,篮球所受的合力 F 应指向曲线的凹向, **A 正确**。

2. B 【命题点】单位制

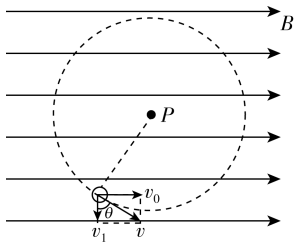
【解析】由题中 $\Delta F = k \frac{I_1 I_2 \Delta L_1 \Delta L_2}{r^2}$ 可知 $k = \frac{\Delta F \cdot r^2}{I_1 I_2 \Delta L_1 \Delta L_2}$, 所以 k 的单位为 $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{A}^2 \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^2}$, **B 正确**。

3. B 【命题点】功和能

【解析】小物块沿 II 下滑做匀加速直线运动, 所以甲对应 II, 乙对应 I。根据题图(b)可知, 相同时刻乙的速度大小均大于甲的速度大小, 甲沿 II 下滑且同一时刻甲的动能比乙的小, **A 错误, B 正确**; 重力功率 $P = mgv_{\text{竖直}}$, 乙沿 I 下滑, 在 M 点时, 速度为零, 则此时重力功率为零, 在 N 点时, 速度沿水平方向, 竖直方向速度为零, 此时重力功率为零, 所以乙的重力功率先增大后减小, **C、D 错误**。

4. C 【命题点】导体棒旋转切割磁感线+感应电动势图像

【解析】将导体棒的速度沿平行磁场方向和垂直磁场方向分解(点拨: 利用法拉第电磁感应定律 $E = Blv_{\perp}$ 时, 速度 v_{\perp} 是垂直磁感应强度的方向的分速度大小), 如图所示,



则 $v_1 = v \cos \theta$, $\theta = \omega t$, 导体棒两端的电势差 $u = Blv_1 = Blv \cos \theta = Blv \cos \omega t$, 所以 $u-t$ 图像是一条余弦曲线, **C 正确**。

5. B 【命题点】气体状态变化图像

【解析】根据题图 $p-T$ 图像可知, a 到 b 过程气体压强不变, 温度升高, 由盖-吕萨克定律可知 $\frac{V_a}{T_a} = \frac{V_b}{T_b}$, 则气体体积增大, 在 $p-V$ 图像中从 a 到 b 过程图线平行于 V 轴且 V 增大, **C、D 错误**; b 到 c 过程气体温度降低, 压强减小, **A 错误, B 正确**。

6. A 【命题点】能级跃迁与光电效应

【解析】①和③光子对应的能级差相等, 能量相等, **A 正确**; ②光子对应能级差小于④光子对应能级差, 能级差小, 光子频率小, 则②的频率小于④的频率, **B 错误**; ①光子对应能级差大于②光子对应能级差, 因此①光子频率大于②光子频率, ①光子能使金属发生光电效应, 则其频率大于金属极限频率, ②光子的频率可能大于金属极限频率, 也可能小于极限频率, 则用②照射该金属不一定能发生光电效应, **C 错误**; ④光子对应能级差大于①光子对应能级差, 因此④光子频率大于①光子频率, 由爱因斯坦光电效应方程可知, 用④光子照射该金属, 逸出光电子的最大初动能大于 E_k , **D 错误**。

7. D 【命题点】万有引力与天体运动

【解析】设月球与地球的距离为 r_1 ，月球半径为 R_1 ，地球与太阳距离为 r_2 ，太阳的半径为 R_2 。

等量关系一：月球绕地球运动，有 $\frac{GM_{\text{地}} M_{\text{月}}}{r_1^2} = M_{\text{月}} \left(\frac{2\pi}{T_1} \right)^2 r_1$ ，地

球绕太阳运动，有 $\frac{GM_{\text{地}} M_{\text{太}}}{r_2^2} = M_{\text{地}} \left(\frac{2\pi}{T_2} \right)^2 r_2$ ，两式联立有 $\frac{M_{\text{地}}}{M_{\text{太}}} =$

$$\frac{r_1^3}{r_2^3} \cdot \frac{T_2^2}{T_1^2}。$$

等量关系二：星体的质量等于密度与体积的乘积，有 $M_{\text{地}} = \rho_{\text{地}} \cdot$

$\frac{4}{3}\pi(kR_1)^3$ 、 $M_{\text{太}} = \rho_{\text{太}} \cdot \frac{4}{3}\pi R_2^3$ ，两式联立有 $\frac{M_{\text{地}}}{M_{\text{太}}} = \frac{\rho_{\text{地}}}{\rho_{\text{太}}} \cdot k^3 \cdot \frac{R_1^3}{R_2^3}。$

等量关系三：由角直径相等，结合相似三角形可得 $\frac{R_1}{r_1} = \frac{R_2}{r_2}。$

联立上述等量关系式，解得 $\frac{\rho_{\text{地}}}{\rho_{\text{太}}} = \frac{1}{k^3} \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2$ ，D 正确。

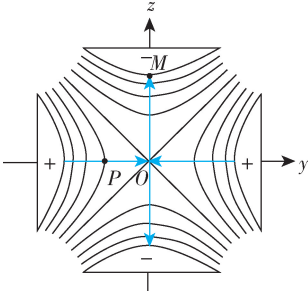
8. BD 【命题点】波的干涉+光的折射+多普勒效应

【解析】观察题图中轮船两部件推起的波，两列波发生干涉现象。

选项	分析	正误
A	插入水中的筷子看起来折断了，是光的折射现象	×
B	阳光下的肥皂膜呈现彩色条纹，是薄膜干涉现象	✓
C	驶近站台的火车汽笛音调变高，是多普勒效应	×
D	振动音叉的周围声音忽高忽低，是因为音叉的两个振动片产生的波发生干涉现象	✓

9. CD 【命题点】等势面+电场强度+金属四极杆带电粒子质量分析器

【解析】根据题图(b)，可知中心点到四极杆的距离相同，所以中心点处的电势与无穷远处相等(设为零电势面)，则 x 轴是电势为零的等势线，根据正(负)电荷聚集附近电势高(低)和电场线与等势线垂直可作出部分电场线如图所示。



沿电场线方向电势降低，故 P 点电势高于 O 点电势， O 点电势高于 M 点电势，故 P 点电势高于 M 点电势，A 错误；由等差等势面越密电场强度越大知， P 点电场强度大小小于 M 点电场强度大小，B 错误；由图知 M 点电场强度方向沿 z 轴正方向，C 正确； x 轴为等势线，故沿 x 轴运动的带电粒子电势能不变，D 正确。

10. AC 【命题点】楞次定律+动量守恒定律+法拉第电磁感应定律+闭合电路欧姆定律

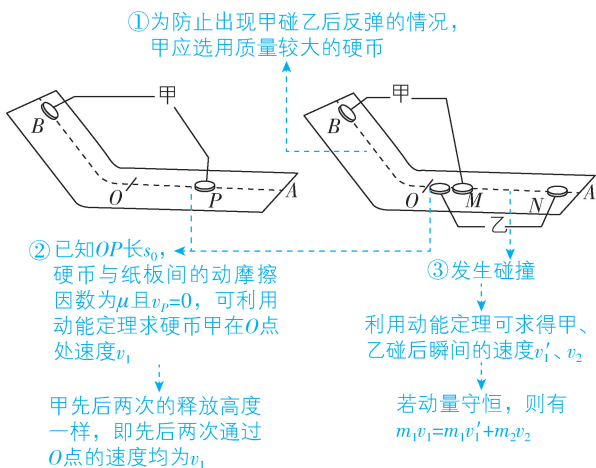
【解析】弹簧伸展过程中,穿过 MN 、 PQ 组成回路的磁通量变大,由楞次定律和安培定则知回路中产生顺时针方向的电流, **A 正确**。设 MN 的质量为 m ,以水平向右为正方向,由动量守恒定律得 $2mv_{PQ} - mv_{MN} = 0$,解得 MN 的速度大小 $v_{MN} = 2v_{PQ}$,方向与 PQ 的速度方向相反,由右手定则知两棒产生的感应电流方向相同,回路中的感应电动势 $E = 2Bdv_{MN} + B \cdot 2dv_{PQ}$,从开始运动到 PQ 速率为 v 时,可得 $E = 6Bdv$,由闭合电路欧姆定律得回路中的电流 $I = \frac{E}{3R} = \frac{2Bdv}{R}$,则 MN 所受安培力的大小为 $F = 2BI d = \frac{4B^2 d^2 v}{R}$, **B 错误**;整个运动过程中,根据动量守恒的推论得 $mx_{MN} = 2mx_{PQ}$,解得 MN 与 PQ 的路程之比为 $x_{MN} : x_{PQ} = 2 : 1$, **C 正确**;两棒在磁场中停止运动时弹簧恢复原长,则 $x_{MN} + x_{PQ} = L$,解得 $x_{MN} = \frac{2}{3}L, x_{PQ} = \frac{1}{3}L$,根据 $q = \bar{I}t = \frac{\Delta\Phi}{R_{\text{总}}}$ 可知,整个运动过程通过 MN 的电荷量 $q = \frac{2Bd \times \frac{2}{3}L + B \times 2d \times \frac{1}{3}L}{3R} = \frac{2BLd}{3R}$, **D 错误**。

11. (1)一元(1分) (2) $\sqrt{2\mu g s_0}$ (2分) (3) $\frac{m_2}{m_1}$ (3分)

(4)见解析(2分)

【命题点】验证动量守恒定律+误差分析

【题图剖析】实验过程分析



【解析】(1)为防止甲碰后反弹,甲的质量应大于乙的质量,故甲选用的是**一元**硬币。

(2)设甲到达 O 点时的速度为 v_1 ,甲从 O 点运动至 P 点过程中,根据动能定理得 $-\mu m_1 g s_0 = 0 - \frac{1}{2} m_1 v_1^2$,解得 $v_1 = \sqrt{2\mu g s_0}$ 。

(3)设甲、乙碰后瞬间的速度分别为 v'_1 、 v_2 ,根据动能定理得 $-\mu m_1 g s_1 = 0 - \frac{1}{2} m_1 v_1'^2$, $-\mu m_2 g s_2 = 0 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2$,若碰撞过程中动量守恒,则有 $m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v_2$,整理得 $\frac{\sqrt{s_0} - \sqrt{s_1}}{\sqrt{s_2}} = \frac{m_2}{m_1}$ 。

(4) 碰撞过程中硬币之间的作用力没有远大于摩擦力;存在空气阻力;纸板粗糙程度不均匀(答出一条即可)。

12. (1) 乙(2分) (2) $\frac{ka^2}{I}$ (2分) (3) 6.5×10^{-5} ($6.4 \times 10^{-5} \sim 6.6 \times 10^{-5}$ 均可)(2分)

【命题点】测量电阻率实验+数据处理

【解析】(1) 电压表测量的是探针乙和丙之间导电漆样品两端电压,故研究的是探针乙和丙之间的导电漆样品,则长度 L 是丙到乙的距离。

(2) 根据欧姆定律有 $U=IR$, 根据电阻定律有 $R=\rho \frac{L}{S}$, 由题知 $S=a^2$, 联立解得 $U=\frac{I\rho L}{a^2}$, 则 $U-L$ 图像的斜率 $k=\frac{I\rho}{a^2}$, 解得电阻率的表达式 $\rho=\frac{ka^2}{I}$ 。

(3) 由图(b)得 $k=\frac{\Delta U}{\Delta L}=\frac{0.13}{0.02} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}=6.5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, 则该样品的电阻率 $\rho=\frac{ka^2}{I}=6.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$ 。

13. (1) 2 m/s^2 40 s (2) $2.8 \times 10^7 \text{ J}$

【命题点】匀变速直线运动规律+机械能概念

【解析】(1) 飞机在汲水阶段做初速度为零的匀加速直线运动, 根据运动学公式有 $v_1^2=2aL$ (1分)

$$v_1=at \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a=2 \text{ m/s}^2, t=40 \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 飞机汲取的水的机械能增加量等于水的重力势能增加量与动能增加量之和,

$$\text{重力势能的增加量 } \Delta E_p=mgh \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{动能的增加量 } \Delta E_k=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{机械能的增加量 } \Delta E=\Delta E_p+\Delta E_k \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{代入数据解得 } \Delta E=2.8 \times 10^7 \text{ J} \quad (1 \text{ 分})$$

14. (1) $\frac{mv_0^2}{3q}$ (2) 60° (3) 见解析

【命题点】带电粒子在电磁组合场中的运动

【解析】(1) 设板间距离为 d , 则板长 $l=\sqrt{3}d$, 粒子在匀强电场中做类平抛运动, 水平方向有 $\sqrt{3}d=v_0t$ (1分)

$$\text{竖直方向有 } qE=ma, \frac{1}{2}d=\frac{1}{2}at^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } U=Ed \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } U=\frac{mv_0^2}{3q} \quad (1 \text{ 分})$$

一题多解 平抛运动速度分解+动能定理

粒子运动到 P 点时,速度的反向延长线经过水平位移的中点,根据板长是板间距离的 $\sqrt{3}$ 倍,求得竖直方向速度 v_y 与

水平方向速度 v_x 的关系是 $\frac{v_y}{v_x}=\frac{1}{\sqrt{3}}$, 粒子在 P 点的合速度

$v_P=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=\frac{2}{\sqrt{3}}v_0$, 粒子在电场中的运动过程,根据动能定

理有 $\frac{1}{2}mv_P^2-\frac{1}{2}mv_0^2=q \cdot \frac{1}{2}U$, 解得 $U=\frac{mv_0^2}{3q}$ 。

(2) 设粒子从 P 点离开电场时速度方向与初速度方向夹角为 α , 则有 $\tan \alpha = \frac{d}{l}$ (1 分)

解得 $\alpha = 30^\circ$,

设粒子从 P 点离开电场时速度为 v , 则 $v = \frac{v_0}{\cos 30^\circ}$ (1 分)

粒子在磁场中运动时洛伦兹力提供向心力, 有 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ (1 分)

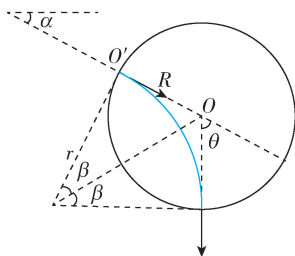
解得 $r = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{3qB}$ (1 分)

粒子在磁场中运动轨迹如图甲所示, 速度偏转角为 θ , 设轨迹所对应的圆心角为 2β , 则有 $\theta = 2\beta$,

由几何关系得, 磁场圆半径 R 与运动轨迹半径 r 满足

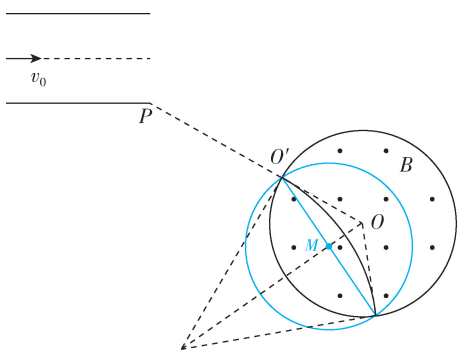
$\tan \beta = \frac{R}{r}$ (1 分)

联立解得 $\theta = 60^\circ$ (1 分)



甲

(3) 当弦长越长时, 对应的圆心角越大, 粒子在磁场中运动时间越长, 故当粒子在磁场中运动时轨迹半径不变, 运动时间最长时轨迹对应的弦长最长, 为圆形磁场的直径, 即从 O' 进入磁场, 从直径另外一端离开磁场, 运动轨迹和相应的弦如图乙所示。



乙

(3 分)

15. (1) 1 m/s $\frac{1}{8} \text{ m}$ (2) $\frac{1}{4} \text{ m}$ $\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m/s}$ (3) $4\sqrt{3}t_0 - 8t_0^2 (\text{SI})$

【命题点】板块+弹簧模型

【解析】(1) 从小物块滑上木板的左端到木板刚接触弹簧的过程, 小物块与木板组成的系统动量守恒 (关键: 共速时木板恰好与弹簧接触), 以水平向右为正方向, 根据动量守恒定律可得 $m_2 v_0 = (m_1 + m_2) v_1$ (2 分)

解得 $v_1 = 1 \text{ m/s}$ (1 分)

从木板开始运动到刚与弹簧接触的过程, 根据动能定理可

得 $\mu m_2 g x_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$ (2 分)

解得 $x_1 = \frac{1}{8} \text{ m}$ (1分)

(2) 物块与木板之间将要相对滑动时, 物块与木板间的摩擦力为最大静摩擦力, 根据牛顿第二定律,

对物块有 $\mu m_2 g = m_2 a_1$ (1分)

对物块和木板整体有 $kx_2 = (m_1 + m_2) a_1$ (1分)

联立解得 $x_2 = \frac{1}{4} \text{ m}, a_1 = 1 \text{ m/s}^2$ (1分)

物块、木板和弹簧组成的系统, 从木板与弹簧刚接触到物块与木板即将相对滑动的过程, 根据能量守恒定律可得

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_1^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_2^2 + \frac{1}{2} k x_2^2 \quad (2 \text{分})$$

解得 $v_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m/s}$ (1分)

(3) 木板从速度为 v_2 时到之后与物块加速度首次相同时

(点拨: 加速度相同包含方向相同, 因为物块的加速度方向始终向左, 且大小为 1 m/s^2 , 所以木板只能是被弹簧弹回之后的加速度与此相同), 对木板, 根据牛顿第二定律可得

$$kx - \mu m_2 g = m_1 a_1 \quad (1 \text{分})$$

解得 $x = \frac{1}{4} \text{ m} = x_2$, 即木板从速度为 v_2 时到之后与物块加速度

首次相同时会返回两者刚要开始相对滑动时的位置 (1分)

设木板向右运动的速度从 v_2 减到零通过的位移大小为 x_3 ,

物块的位移大小为 x_4 , 木板返回过程中物块的位移大小为

x_5 , 根据对称性(关键: 木板所受合力具有对称性, 加速度具有对称性, 运动时间具有对称性)知, 木板返回到两者刚要

开始相对滑动时的位置所用时间也为 t_0 (关键: 物块始终做

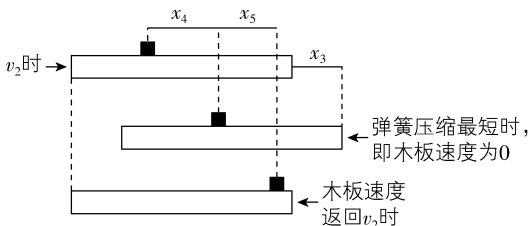
匀减速直线运动),

根据运动规律可得 $x_4 + x_5 = v_2 \cdot 2t_0 - \frac{1}{2} a_1 (2t_0)^2$ (1分)

根据能量守恒定律可得, 系统因摩擦转化的内能

$$\Delta U = \mu m_2 g (x_4 - x_3 + x_3 + x_5) \quad (1 \text{分})$$

联立解得 $\Delta U = 4\sqrt{3}t_0 - 8t_0^2 (\text{SI})$ (1分)



一题多解 动量定理法

根据对称性知, 木板返回到两者刚要开始滑动时的位置的速度大小为 v_2 , 返回所用时间为 t_0 , 设此时物块的速度为 v , 对物块, 根据动量定理可得 $-\mu m_2 g \cdot 2t_0 = m_2 v - m_2 v_2$,

根据能量守恒定律可得 $\Delta U = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{1}{2} m_2 v^2 = 4\sqrt{3}t_0 - 8t_0^2 (\text{SI})$ 。