



小卷提速 · 限时

限时小卷 ▶ 1

1. **D** 【解析】本题考查衰变与半衰期.

碳 14 衰变后变成氮 14, 质量数没有变化, 只是质子数增加了 1, 所以碳 14 发生的是 β 衰变, **A 错误**; 碳 14 的比结合能小于氮 14 的比结合能, **B 错误**; 半衰期是统计规律, 适用于大量的原子核, 对于少数原子核不适用, **C 错误**; 根据原子核半衰期

公式 $N = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^n$, 当氮 14 数量是碳 14 数量的 3 倍时 (提示: 即发生衰变的碳 14 数量是未发生衰变的碳 14 数量的 3 倍, 已经发生衰变的碳 14 占总数的 $\frac{3}{4}$), 可得 $n = 2$, 所以碳 14 衰变所经历的时间为两个半衰期, **D 正确**.

2. **B** 【解析】本题考查电子在电场、磁场中的运动.

电子在电场中沿电场方向运动, 电场力做负功, 速度变小, 动量变小, 由 $\lambda = \frac{h}{p}$ 知, 电子的德布罗意波长变大, **A 错误**; 电子

在电场中沿与电场相反的方向运动, 电场力做正功, 速度变大, 动量变大, 由 $\lambda = \frac{h}{p}$ 知, 电子的德布罗意波长变小, **B 正确**;

电子在磁场中沿磁场方向运动, 不受洛伦兹力, 速度不变, 动量不变, 由 $\lambda = \frac{h}{p}$ 知, 电子的德布罗意波长不变, **C 错误**; 电子在磁

场中垂直磁场方向运动, 洛伦兹力不做功, 速度大小不变, 动量大小不变, 由 $\lambda = \frac{h}{p}$ 知, 电子的德布罗意波长不变, **D 错误**.

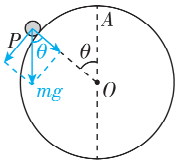
3. **A** 【解析】本题考查圆周运动与脱离条件.

将小球在 P 点所受重力沿半径方向和切线方向分解, 如图所示, 小球在 P 点脱离轨道时, 重力沿半径方向的分力提供向心力, 则

有 $mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$ (关键: 脱轨临界位置小球所受支持力为零), 小球从 A 点运动到 P 点, 根据机械能守

恒定律有 $mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $\cos \theta = \frac{2}{3}$, $v =$

$\frac{\sqrt{6gR}}{3}$, **A 正确**.

**30 s 速解**

哈尔滨工业大学——何翔宇

根据向心力表达式有 $mg \cos \theta = \frac{mv^2}{R}$, 所以 $\cos \theta$ 与 v^2 成正比, 即 $\cos \theta$ 与 v^2 的系数相同, 所以排除 B、C、D, 选 A.

4. **D** 【解析】本题考查变压器与远距离输电.



选项	分析	正误
A	变压器的工作原理是互感,因此变压器的工作电压为交流电压,题中描述的“特高压直流输电”,并不能说明变压器可以直接对直流电进行变压	×
B	变压器在升压过程中不改变交流电的频率	×
C	根据等效电阻法 $R' = \left(\frac{n_3}{n_4}\right)^2 R$,用电器增多且为并联,则 R 减小, R' 减小, I_3 增大,可知,用户接入电路的用电器越多,流过电阻 r 的电流越大	×
D	根据 $P = U_1 I_1$, $\Delta P = I_2^2 r = \left(\frac{n_1 I_1}{n_2}\right)^2 \cdot r = \left(\frac{n_1 P}{n_2 U_1}\right)^2 \cdot r$,可知,在输电功率一定的条件下,输电电压提高十倍,线路损耗功率将降低为原来的 1%	✓

5. C 【解析】本题考查薄膜干涉.

干涉条纹是由 a 的下表面和 b 的上表面的反射光叠加产生的, **A 错误**;干涉条纹的光程差为 $\Delta s = 2d$,当光程差为 $\Delta s =$

$\left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$) 时,此处表现为暗条纹,此时 $2d =$

$\left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$,即 $d = \frac{1}{2} \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$,那么相邻的暗条纹满足: $\Delta x' =$

$2d' = \left(n + \frac{1}{2} + 1\right) \lambda$ 或 $\left(n + \frac{1}{2} - 1\right) \lambda$,所以 $d' = \frac{1}{2} \left(n + \frac{3}{2}\right) \lambda$ 或

$\frac{1}{2} \left(n - \frac{1}{2}\right) \lambda$,所以厚度差 $= |d - d'| = \frac{1}{2} \lambda$, **B 错误**;由上述分

析可知:两个暗条纹相邻时,对应的空气膜厚度差为 $\frac{1}{2} \lambda$ (相

邻亮条纹也一样),若将所夹纸片向右移动,对应的空气层倾

角增大,满足空气膜厚度差为 $|d - d'| = \frac{1}{2} \lambda$ 的玻璃的宽度变

关键点

小,条纹变密, **C 正确**;由上述分析可知,若某亮纹发生弯曲,该亮纹所对应的下方空气膜厚度仍相等, **D 错误**.

6. D 【解析】本题考查卫星的相遇问题.

由 $\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r$ 得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, A 卫星轨道半径小,则角速度

大, **A 错误**;由 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 可知卫星质量大小关系未知时,无

法确定向心力大小关系, **B 错误**;由 $\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{r^3}{(2r)^3}$ 得 $\frac{T_A}{T_B} =$

$\frac{\sqrt{2}}{4}$, **C 错误**;设该时刻两卫星与地球球心连线的夹角为

θ ,有 $\cos \theta = \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$,得 $\theta = \frac{\pi}{3}$, A 卫星运动快,到两卫星距

离最近时,有 $\omega_A t - \omega_B t = \frac{\pi}{3}$,则 $\frac{2\pi}{T_A} t - \frac{2\pi}{T_B} t = \frac{\pi}{3}$,解得 $t =$

$\frac{T_A T_B}{6(T_B - T_A)}$, **D 正确**.



一题多解

相对运动方法解卫星共线问题:以 B 卫星为参考系, A 卫星相对 B 卫星运动的角速度为 $\omega_{\text{相}} = \omega_A - \omega_B$, 由

$$\text{该时刻到两卫星距离最近有 } t = \frac{\theta_{\text{相}}}{\omega_{\text{相}}} = \frac{\frac{\pi}{3}}{\frac{2\pi}{T_A} - \frac{2\pi}{T_B}} = \frac{T_A T_B}{6(T_B - T_A)}, \text{D}$$

正确.

7. D

思路导引

$$F = k \frac{q^2}{L^2}$$

$$E = k \frac{q}{\left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

$$E' = k \frac{q}{\left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

$$E_{\text{总}} = E + E' = 8 \frac{kq}{L^2} = \frac{8F}{q}$$

【解析】本题考查库仑定律与电场强度的叠加.

$+q$ 和 $-q$ 点电荷之间的库仑力 $F = k \frac{q^2}{L^2}$, 则根据点电荷的场强

公式得 $E = \frac{kq}{\left(\frac{L}{2}\right)^2}$, 一个点电荷在连线中点处场强大小为

$\frac{4F}{q}$, 两个等量异种点电荷在连线中点处产生同向电场, 则连

线中点处产生的合场强大小为 $\frac{8F}{q}$, D 正确.

易错警示

电场强度的叠加遵循矢量运算法则, 要注意大小和方向, 并且题目中要求的是连线中点处产生的合场强大小, 注意审题.

8. A 【解析】本题考查机械波与波的干涉.

机械波在介质中的传播速度只与介质有关, 故两列波的传播速度相同, 即 $v_A = v_B$, 故相同时间内两列波传播距离相等, 由

题图知两波波长的关系为 $2\lambda_A = \frac{3}{2}\lambda_B$, 得 $\lambda_A = \frac{3}{4}\lambda_B$, 由 $v = \lambda f$

得两波的频率关系为 $f_A = \frac{4}{3}f_B$, A 正确, B 错误; 两列波频率

不相等, 故不能形成稳定的干涉, 则 O 点的振幅随时间变化, 不是固定值, C 错误; 两列频率不相等的波叠加后, 频率不是代数之和, D 错误.

9. A 【解析】本题考查液柱模型.

罐中气体压强始终等于大气压, 即罐中气体压强始终不变, B 错误; 设初始温度为 T_0 、罐中空气体积为 V_0 、吸管内空气柱长度为 L_0 、其横截面积为 S , 温度变化后, 温度为 T_1 、罐中空气

体积不变、吸管内空气柱长度为 L_1 、其横截面积不变. 在温度

变化时, 气体做等压变化, 有 $C = \frac{L_0 S + V_0}{T_0} = \frac{L_1 S + V_0}{T_1}$, 可知 $\Delta x =$

$\frac{C}{S} \Delta T$ (提示: 将上述公式进行变形即可得出), 温度变化量与

油柱移动距离的变化量成正比, A 正确; 根据题意及 A 选项

分析可得, 油柱移动距离的变化与温度变化量关系为 $\Delta x =$

$\frac{C}{S} \Delta T$ 可知, 若更换更粗的透明吸管, S 增大, 其余条件不



变,即在温度变化相同的条件下,吸管中的油柱左右移动距离会变小,则测温范围会变大(点拨:裸漏在外的吸管长度不变,每次的移动距离变小,即测量范围变大),C 错误;根据 $C = \frac{L_0 S + V_0}{T_0}, \Delta x = \frac{C}{S} \Delta T$, 可得 $\Delta x = \frac{L_0 S + V_0}{T_0 S} \Delta T$, 若用更小的饮料罐, V_0 减小,其余条件不变,即在温度变化相同的条件下,吸管中的油柱左右移动距离会变小,即该气温计的测温灵敏度会降低(点拨:灵敏度看的是变化量相同的时候,移动距离越大,灵敏度越高),D 错误.

10. **D** 【解析】本题考查含空气阻力的运动图像.

水平方向受空气阻力作用,由牛顿第二定律,有 $a_x = \frac{kv_x}{m}$, 塑料球水平方向速度逐渐减小,所以其水平方向加速度逐渐减小,即 v_x-t 图像中图线的斜率绝对值逐渐变小,A 错误;根据动量定理 $-k\bar{v}_x t = mv_x - mv_0$, 可得 $-kx = mv_x - mv_0$, 整理可得 $v_x = v_0 - \frac{k}{m} \cdot x$, B 错误;竖直方向受空气阻力作用,由牛顿第二定律,有 $a_y = \frac{mg - kv_y}{m}$, 塑料球竖直方向速度逐渐增大,所以其竖直方向加速度逐渐减小,即 v_y-t 图像中图线的斜率绝对值逐渐变小,在 v_y-t 图像中图线与坐标轴所围面积表示位移,易知 v_y 随竖直位移 y 的变化率也是逐渐变小的, C 错误, D 正确.

11. **C** 【解析】本题考查系统机械能守恒问题.

环刚释放时,环在竖直方向上只受到重力 mg , 则环的加速度大小为 $a = \frac{mg}{m} = g$, A 错误;环下降到最低点的过程中,环和滑轮之间的轻绳长度一直在增加,则滑轮和重物之间的轻绳长度一直在减小,即轻绳对重物一直做正功, B 错误;到达 B 处时,由几何关系知 $\tan \theta = \frac{4}{3}$, 故 $\theta = 53^\circ$, 设重物在环到 B 处时上升高度为 h , 则 $h = \left(\frac{5d}{4} - d \right) \sin 53^\circ = \frac{d}{5}$, 设到 B 处时环的速度为 v , 则重物的速度为 $v \cos 53^\circ = 0.6v$, 则根据环和重物组成的系统机械能守恒得 $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2} \times 2.5m(0.6v)^2 = mg \frac{3d}{4} - 2.5mg \frac{d}{5}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{5gd}{19}}$, C 正确;环下降到最低点时,设此时滑轮到环的距离为 L , 根据环与重物系统机械能守恒得 $mg \sqrt{L^2 - d^2} = 2.5mg(L-d) \sin 53^\circ$, 解得 $L = \frac{5}{3}d$, 则环下降的高度为 $h' = \sqrt{L^2 - d^2} = \frac{4}{3}d$, D 错误.



限时小卷 ▶ 2

1. **A** 【解析】本题考查核反应方程.

由核反应过程中质量数和电荷数守恒知, X 的质量数为 $227-223=4$, 电荷数为 $94-92=2$, 故 X 为 α 粒子, **A 正确**.

2. **D** 【解析】本题考查光的干涉、泊松亮斑、全反射、偏振.

选项	分析	符合题意
A	题图 1 中的明暗相间的条纹, 是由光的干涉形成的, 不符合题意	×
B	题图 2 中的亮斑, 最早是由泊松推算出, 阿拉果在实验中观察到的, 不符合题意	×
C	题图 3 是内窥镜, 利用了光的全反射把光传送到人体内部进行照明, 不符合题意	×
D	题图 4 是用偏振眼镜观看立体电影, 偏振现象说明了光是一种横波, 符合题意	✓

3. **C** 【解析】本题考查 $p-T$ 图像.

选项	分析	正误
A	$a \rightarrow b$ 过程, 气体温度 T 不变, 该过程为等温过程, 气体压强 p 增大, 所以体积减小, 单位体积内的分子数增多	×
B	$b \rightarrow c$ 过程, 气体温度 T 升高, 气体分子平均动能增大	×
C	$c \rightarrow a$ 过程, 由于延长线通过坐标原点, 根据理想气体状态方程可知, 该过程为等容变化, 温度 T 减小, 气体内能减小, 体积不变, 做功为零, 根据热力学第一定律, 可知气体向外界放热	✓
D	$c \rightarrow a$ 过程, 气体体积不变, $a \rightarrow b$ 过程, 气体体积减小, 可知全过程中状态 b 的体积不是最大的	×

4. **C** 【解析】本题考查波的干涉.

声音在同种介质中的传播速度相同, 故 **A 错误**; 由于 a 处的噪声降低, 则该处为减弱区, 所以反噪声与噪声在 a 处的相位不同, 故 **B 错误**; 由于反噪声与噪声相抵消, 说明它们能产生稳定的干涉现象, 即反噪声与噪声频率相同, 故 **C 正确**; 由于两列波发生干涉有减弱区也有加强区, 所以并不是空间各处的噪声都降低, 故 **D 错误**.

知识总结

波的干涉条件为两列波的频率必须相同, 相位差保持不变, 特点为可以形成加强区和减弱区相互隔开的稳定的干涉图样.

5. **B** 【解析】本题考查受力分析.

已知阻力与速度方向相反, 与机翼垂直的升力垂直机翼向上, 则空气的作用力 F_2 斜向左上方, 歼-35A 战机直线加速飞行, 其所受合力方向与速度方向相同, **B 正确**.

6. **D** 【解析】本题考查人车系统的动量与能量问题.



人、车和锤组成的系统，锤子在竖直方向有加速度，系统所受支持力与重力不平衡（关键：根据超重和失重分析支持力和重力的关系），合外力不为零，系统动量不守恒，向上抡起锤子的过程系统机械能增加（易错：人对锤子做正功），故机械能不守恒，**B 错误**；人、车和锤组成的系统，水平方向所受合外力为零，水平方向动量守恒，锤子向下运动过程中，其水平方向的速度先向左后向右，由动量守恒定律知小车先向右再向左运动，**A、C 错误**；当锤子速度方向竖直向下时，锤子的水平速度为零，由水平方向动量守恒知人和车的速度为零，**D 正确**。

7. **D** 【解析】本题考查斜抛运动。

沙子做斜抛运动，以抛出点为原点，将其运动沿水平方向和竖直方向分解，设其初速度方向与水平方向夹角为 θ ， $x = v_0 \cos \theta \cdot t$ ， $y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$ ，联立解得 $y = \tan \theta \cdot x - \frac{1}{2}gt^2$ （关键：在某一时刻， t 是定值），即 $y = kx + b$ ，故沙子在同一条直线上，**D 正确，A、B、C 错误**。

8. **B** 【解析】本题考查变压器。

原线圈两端电压的有效值 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V}$ ， $U_2 = 12 \text{ V}$ ，根据 $U =$

$$n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}, \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}, \text{原、副线圈的磁通量变化率之比为 } \frac{\Delta \Phi_{\text{原}}}{\Delta t} : \frac{\Delta \Phi_{\text{副}}}{\Delta t} =$$

$1:1$ ，**A 错误**；通过副线圈的电流 $I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{11}{6} \text{ A}$ ，线圈的匝数比

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{55}{3}, \text{电流表的读数为 } I_1 = \frac{n_2}{n_1} I_2 = 0.1 \text{ A}, \text{B 正确}；$$

电压表测的是副线圈两端电压的有效值，即始终为 12 V ，**C 错误**；若电压表改为非理想电表，则副线圈总电阻变小，因原线圈电压与匝数都不变，则副线圈电压不变，副线圈电流变大，根据 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$ 可

知原线圈电流也增大，电流表示数会变大，**D 错误**。

9. **D** 【解析】本题考查宇宙速度、万有引力。

探测器在地球表面附近做匀速圆周运动的周期为 T_0 ，地球半径为

$$R_0, \text{由万有引力提供向心力有 } G \frac{Mm}{R_0^2} = m \frac{4\pi^2}{T_0^2} R_0, \text{则 } M = \frac{4\pi^2 R_0^3}{GT_0^2}, \text{A 错}$$

误；地球的密度 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R_0^3} = \frac{3\pi}{GT_0^2}$ ，由于小行星的密度与地球相同，则

$$\text{小行星的质量 } M_{\text{行}} = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4\pi^2 R^3}{GT_0^2}, \text{小行星的第一宇宙速度 } v =$$

$$\sqrt{\frac{GM_{\text{行}}}{R}} = \frac{2\pi R}{T_0}, \text{B 错误}；$$

由于该小行星绕太阳运行的轨道半长轴大于地球公转轨道半径，根据开普勒第三定律可知（关键：若为圆周运动， a 为轨道半径；若是椭圆运动， a 为半长轴），小行星绕太阳运行的周期大于地球的公转周期，**C 错误**；探测器在小行星表面附近

做匀速圆周运动，有 $\frac{GM_{\text{行}} m}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ，解得 $T = T_0$ ，**D 正确**。



30 s 速解

哈尔滨工业大学——颜开

先定性分析，同一中心天体，环绕行星的轨道半长轴或轨道半径越大，周期越大，**C 错误**；根据 $T =$

$$2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}} = 2\pi \sqrt{\frac{3}{4\pi G\rho}}, \text{可知表面附近的环绕周}$$

期只取决于中心天体的密度，因此探测器在小行星和地球表面附近环绕周期相同，均为 T_0 ，**D 正确**。

10. **A** 【解析】本题考查库仑定律。

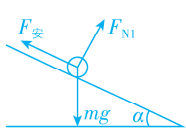


根据库仑定律 $F = k \frac{Qq}{r^2}$, 球 B 下落, 当受力平衡时速度最大, 有 $k \frac{Qq}{r_1^2} = mg$, 点电荷周围的电势为 $\varphi = k \frac{Q}{r}$, 则球 B 的初电势 $\varphi_0 = k \frac{Q}{h}$, 根据能量守恒 $E_k = mg(h - r_1) - q(\varphi_1 - \varphi_0)$, 由等式可知 Q 越大, 球 B 最大动能越小, 即最大速度越小, **A 正确**; 根据库仑定律 $F = k \frac{Qq}{r^2}$, 当球 B 距离小球 A 最近, 速度为零时, 库仑力最大, 加速度最大, 此时减小的重力势能全部转化电势能, 设球 B 速度为零时, 与球 A 的距离为 x , 则此时球 B 的电势为 $\varphi_2 = k \frac{Q}{x}$, 根据能量守恒有 $q(\varphi_2 - \varphi_0) = mg(h - x)$, 解得 $x = \frac{kQq}{mgh}$, 则 h 越大, x 越小, 距离小球 A 越近, 库仑力越大, 最大加速度越大, m 越大, x 越小, 减小的重力势能就越大, 转化的电势能也越大, **B、C 错误**; 根据库仑定律 $F = k \frac{Qq}{r^2}$, B 球下落, 当受力平衡时, 有 $k \frac{Qq}{r_1^2} = mg$, 此时球 B 速度最大, 解得球 B 达最大速度的位置到小球 A 的距离为 $r_1 = \sqrt{\frac{kQq}{mg}}$, 则 q 越大, 球 B 达最大速度的位置到小球 A 的距离就越大, 即球 B 达到最大速度的位置就越高, **D 错误**.

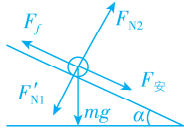
11. **A**

题图剖析

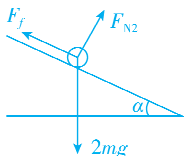
对金属棒受力分析:



对导体框受力分析:



对金属棒和导体框整体受力分析:

重力沿斜面分力: $2mg \sin \alpha$
最大静摩擦力:

$$F_{f\max} = \mu F_{N2} = \tan \alpha \cdot 2mg \cos \alpha = 2mg \sin \alpha$$

整体动量守恒

【解析】 本题考查导体框与金属棒在斜面上的运动。

因为有 $2mg \sin \alpha = \mu \cdot 2mg \cos \alpha$ (点拨: 整体受力分析), 故系统所受合力为零, 动量守恒, **A 正确**; 假设稳定后金属棒与导体框速度相同, 则安培力为零, 导体框和金属棒加速度不同, 无法维持速度相同, **B 错误**; 在变速运动的过程中, 金属棒做加速运动, 导体框做减速运动, 稳定后金属棒做匀速直线运动, 设稳定后金属棒的速度为 v_1 , 导体框的速度为 v_2 , 金属棒受到的安培力为 $F_{\text{安}} = IBL = \frac{B^2 L^2 (v_1 - v_2)}{R}$, 由于 $2mg \sin \alpha = \mu \cdot 2mg \cos \alpha$, 系统动量守恒, 有 $mv_0 = mv_1 + mv_2$, 解得 $v_1 = \frac{1}{2}v_0 + \frac{mgR \sin \alpha}{2B^2 L^2}$, $v_2 = \frac{1}{2}v_0 - \frac{mgR \sin \alpha}{2B^2 L^2}$, 在变速运动的任何时间段内, 一段时间后导体框的速度 v_2 小于金属棒的速度 v_1 , 此过程中根据功能关系, 对导体框有 $\Delta E_{\text{机}} = W_f + W_{\text{安}}$, 其中 $\Delta E_{\text{机}} < 0$, $W_f < 0$, $W_{\text{安}} > 0$, 则导体框减少的机械能小于导体框克服摩擦力做的功, **C 错误**; 根据能量守恒 (提示: 两个或两个以上的系统, 用能量守恒较为简单), 稳定后的运动过程中, 金属棒与导体框减少的重力势能之和等于导体框克服摩擦力做的功与金属棒产生的焦耳热之和, **D 错误**.



限时小卷 ▶ 3

1. **A** 【解析】本题考查空间站的圆周运动。

根据 $F_n = \frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = ma_n$, 依题意对接后空间站的运动可看成匀速圆周运动, 则可知对接后空间站运行过程中角速度不变, 而线速度、向心加速度、万有引力虽然大小不变, 但方向在变化, **A 正确**。

2. **B** 【解析】本题考查波的叠加。

频率相同的高次谐波相叠加, 形成稳定的振动加强区域和减弱区域, 相当于光的干涉, **B 正确**。

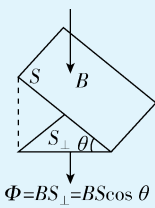
3. **B** 【解析】本题考查磁通量变化率的计算。

开始时线圈与磁场的方向平行, 则穿过线圈的磁通量为零, 经过时间 t_1 , 面积为 S 的线圈平面逆时针转动至与磁场夹角为 θ 处, 磁通量的平均变化量为 $\Delta\Phi = BS\sin\theta$, 则 $0 \sim t_1$ 时间内磁通量的平均变化率是 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BS\sin\theta}{t_1}$, **B 正确**。

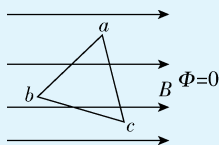
方法技巧

磁通量的计算方法

(1) 若磁场与平面不垂直, 公式应为 $\Phi = BS_{\perp}$, $S_{\perp}$ 为垂直于磁感线方向的投影面积, 即有效面积, 如图甲所示。



甲



乙

(2) 若磁场与平面平行, 磁通量为零, 如图乙所示。

4. **A** 【解析】本题考查衰变、结合能、核力。

选项	分析	正误
A	衰变的过程中释放能量, 故镅核的结合能比新核大	✓
B	核力是短程力, 原子核中核子之间存在核力作用, <u>镅原子核与核外电子之间不存在核力作用</u> (点拨: 镅原子核与核外电子之间存在着电磁相互作用)	×
C	半衰期是大量原子核的衰变规律, 对少量原子核不适用	×
D	α 衰变是从原子核中释放出 α 粒子	×

5. **B** 【解析】本题考查磁感应强度的叠加。

根据右手螺旋定则可知, B 处的通电直导线在 A 点产生的磁场沿 AC 方向, C 处的通电直导线在 A 点产生的磁场沿 AD 方向, D 处的通电直导线在 A 点产生的磁场沿 CA 方向, 且磁感应强度的大小均相等, 所以 A 点的合磁感应强度的方向沿 AD 方向, **B 正确**。

6. **B** 【解析】本题考查分子动理论。

被淹没的饮料瓶在下降过程中, 瓶内气体温度不变, 压强变大, 可知气体体积减小, 外界对气体做正功, 由于气体温度不变, 气体分子平均动能不变, 气体内能不变, 根据热力学第一



定律可知,气体向外界放热,**B 正确,C 错误**;分子间斥力只在分子间距离小于分子的半径时才会明显增加,距离稍大则分子间引力大于斥力,气体分子间距远大于分子半径,故瓶内气体分子斥力不会明显增大,**A 错误**;气体分子平均动能不变,气体体积减小,则气体的数密度变大,则单位时间内与瓶壁碰撞的气体分子数增多,**D 错误**.

7. **C** 【解析】本题考查电感线圈、二极管、电容器.

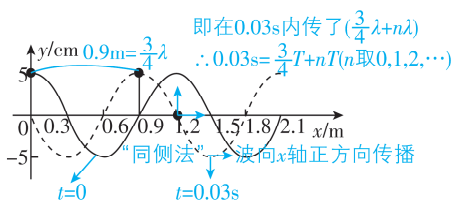
由题图乙知开关闭合后电流逐渐减小,若该电学元件是电感线圈,电感线圈由于自感,闭合开关瞬间电流为 0,然后逐渐增大,**A 错误**;若该电学元件是二极管,二极管正向电阻小,闭合开关后电流较大,为恒定电流,二极管反向电阻大,闭合开关后电流较小,为恒定电流,**B 错误**;若该电学元件是电容器,电容器在闭合开关瞬间处于充电状态,电容器上的电荷量增多,随着电容器两极板间电压增大,充电电流逐渐减小,当电容器两极板间电压等于电源的电动势时,充电结束,电流为 0,**C 正确**;若该电学元件是定值电阻,闭合开关后,通过定值电阻的电流不变,**D 错误**.

8. **A** 【解析】本题考查感应电动势与理想变压器.

由图可知 $t=0$ 时刻浮杆正随海水向上运动, $0\sim 2\text{ s}$ 内浮杆振动了 $\frac{T}{2}$, 所以, $t=2\text{ s}$ 时刻浮杆正随海水向下运动, **A 正确**; $t=0$ 时刻发电机产生的电动势最大, 为 $E_m = nBLv$, 其中 $L = 2\pi r$, 解得 $E_m = 2\pi rnBv$, **B 错误**; $t=0$ 时刻发电机产生的电动势最大, 则 $t=0$ 时刻开始发电机产生电动势的表达式为 $e = E_m \cos \omega t$, 其中 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 0.5\pi \text{ rad/s}$, 所以 $e = E_m \cos \omega t = 2\pi rnBv \cos 0.5\pi t (\text{V})$, **C 错误**; 根据变压器原、副线圈匝数比可知, 副线圈电压的最大值为 $U_m = \frac{n_2}{n_1} E_m = 100\pi rnBv$, 有效值为 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2}\pi rnBv$, **D 错误**.

9. **D**

题图剖析



【解析】本题考查机械波的传播.

根据题意知, $x=1.2\text{ m}$ 处的质点在 $t=0.03\text{ s}$ 时刻向 y 轴正方向运动, 则由“同侧法”可知, 该波向 x 轴正方向传播, **A 错误**; 根据波形图可知, 该波的波长 $\lambda = 1.2\text{ m}$, 因为波向 x 轴正方向传播, 所以 0 时刻在 $x=0\text{ m}$ 的质点将其运动形式至少传给了 $x=0.9\text{ m}$ 的质点, 则这列简谐波至少传播了 $\frac{3}{4}\lambda$, 即 $\frac{3}{4}T$, 可以

得到 $0.03\text{ s} = \frac{3}{4}T + nT$ (n 取 $0, 1, 2, \dots$) (关键: 由不同时刻的波形图找出周期), 解得 $T = \frac{0.12}{3+4n} \text{ s}$ ($n=0, 1, 2, \dots$), 当 $n=0$ 时

$T_0 = 0.04\text{ s}$, $f_0 = 25\text{ Hz}$, 当 $n=1$ 时 $T_1 = \frac{0.12}{7} \text{ s} = \frac{3}{175} \text{ s} < 0.024\text{ s}$, $f_1 = \frac{175}{3} \text{ Hz} < 75\text{ Hz}$, 当 $n=2$ 时 $T_2 = \frac{0.12}{11} \text{ s} = \frac{3}{275} \text{ s}$, $f_2 =$



$\frac{275}{3} \text{ Hz} > 75 \text{ Hz}$, 因此, 该波的频率不可能是 75 Hz , 周期不可

能是 0.024 s , **B、C 错误**; 根据波速与周期之间的关系 $v = \frac{\lambda}{T}$

可知, 当 $n=5$ 时 $T_5 = \frac{0.12}{23} \text{ s}$, 此种情况下波速 $v = \frac{\lambda}{T_5} = 1.2 \times$

$\frac{23}{0.12} \text{ m/s} = 230 \text{ m/s}$, **D 正确**.

知识延伸 波动问题的几种可能性

(1) 质点达到最大位移处, 则有正向和负向最大位移两种可能.

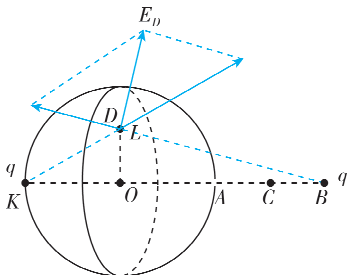
(2) 质点由平衡位置开始振动, 则有起振方向向上、向下 (或向左、向右) 两种可能.

(3) 只告诉波速不指明波的传播方向时, 应考虑波沿两个方向传播的可能.

(4) 只给出两时刻的波形, 波在传播过程中经过整数个周期时, 其波形图相同, 故当振动时间间隔 Δt 远大于周期 T 时, 某一时刻的波形图必然会多次出现.

10. C 【解析】本题考查电场强度的叠加.

D 点的电场强度等效于 K 和 B 点处的正点电荷产生的电场强度, 如图中所示的方向, 不是由 D 指向 A , 故 **A 错误**;



由图可知, OD 连线上电势逐渐降低, O 点的电势高于 D , 故 **B 错误**; 根据电场的叠加原理可知, O 点场强的大小为 $E =$

$\frac{kq}{R^2} - \frac{kq}{(2R)^2} = \frac{3kq}{4R^2}$, **C 正确**; C 点场强的大小相当于球面上电

荷与 B 点电荷共同产生的, 由于不知道球面电荷量, 所以无法计算出 C 点的电场强度, **D 错误**.

11. D

思路导引

考点识别: 斜面问题、板块问题、动量和能量问题

过程分析

A 滑上 B 前, B 静止, A 由静止向下做匀加速运动

A 滑上 B 后到 A 、 B 碰前, B 静止, A 继续加速运动

A 、 B 碰撞过程动量守恒、机械能守恒

A 、 B 碰后, B 向下减速, A 向上减速至零后向下加速, 速度相等时, 相对位移最大

【解析】 本题考查板块模型与动量和能量.

滑块 A 从静止到刚滑上防滑板 B 时, 根据动能定理得

$(mg \sin 37^\circ - \mu_1 mg \cos 37^\circ) \times 1.5 \text{ s} = \frac{1}{2} mv^2$, 解得 $v =$

$\sqrt{\frac{3}{5} gs}$, **A 错误**; 防滑板 B 恰好静止在 cd 段的最上端, 则有

$4mg \sin 37^\circ = \mu_2 \times 4mg \cos 37^\circ$ (点拨: B 所受 cd 段的摩擦力为最大静摩擦力), 解得 $\mu_2 = 0.75$, 滑块 A 滑上防滑板 B 时, 对 B 有

$4mg \sin 37^\circ + \mu_1 mg \cos 37^\circ < \mu_2 (mg + 4mg) \cos 37^\circ$, 则防滑板 B 静



止不动(点拨: B 所受 cd 段的摩擦力小于最大静摩擦力),**B** 错误;滑块 A 从静止到与防滑板碰撞前有 $(mgsin 37^\circ - \mu_1 mg \cos 37^\circ) \times 2.5s = \frac{1}{2}mv_1^2$,碰撞过程中无机械能损失,则 $mv_1 = mv_2 + 4mv_3$, $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2} \times 4mv_3^2$,联立解得 $v_2 = -\frac{3}{5}\sqrt{gs}$, $v_3 = \frac{2}{5}\sqrt{gs}$,**C** 错误;碰撞后, A 沿防滑板向上运动,根据牛顿第二定律,对 A 有 $mgsin 37^\circ + \mu_1 mg \cos 37^\circ = ma_1$,对 B 有 $\mu_1 mg \cos 37^\circ + \mu_2 (mg + 4mg) \cos 37^\circ - 4mgsin 37^\circ = 4ma_2$,解得 $a_1 = g$, $a_2 = \frac{g}{4}$,两者速度相同时,相对位移为 $\frac{(|v_2| + v_3)^2}{2(a_1 + a_2)} = \frac{2}{5}s < s$,则滑块 A 未离开防滑板 B , A 相对于 B 会再次向下运动,与防滑板发生二次碰撞,**D** 正确.



限时小卷 ▶ 4

1. **C** 【解析】本题考查机械波的传播.

此时 Q 点的加速度正在变小,说明 Q 点正在靠近平衡位置,即 Q 点的振动方向向上,根据同侧法可知,波的传播方向向左, P 点的振动方向向下,**C** 正确.

2. **A** 【解析】本题考查交变电流的产生.

选项 A 中图像所示线圈转动时,线圈的磁通量始终为零,磁通量保持不变,不产生感应电流,**A** 符合题意;选项 B、C、D 中的线圈都是在匀强磁场中绕垂直于磁场的轴匀速转动,线圈中都会产生正弦式交变电流,**B、C、D** 不符合题意.

易错警示

线圈在磁场中旋转产生交流电的模型中,轴线不能与磁感线平行.

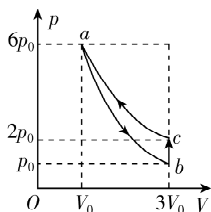
3. **D** 【解析】本题考查理想气体的 $T-V$ 图像.

根据理想气体的状态方程可得 $\frac{p_a V_0}{2T_0} =$

$\frac{p_b 3V_0}{T_0}$,得 a 、 b 压强比是 $6:1$. 故 **A** 错

误; $b \rightarrow c$ 过程是等容过程,分子数密度不变,温度升高,分子平均速率增大,容器壁单位面积上的分子平均作用力变

大,故 **B** 错误; $c \rightarrow a$ 过程是等温过程,体积缩小,外界对气体做功, $W > 0$,内能不变, $\Delta U = 0$,由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$,得 $Q < 0$,气体向外界放热,故 **C** 错误;将 $T-V$ 图像转化为 $p-V$ 图像,根据图线下方围成的面积等于功易知 $c \rightarrow a$ 过程外界对气体做功大于 $a \rightarrow b$ 过程气体对外做功, $b \rightarrow c$ 过程不做功,则全过程外界对气体做正功, $W > 0$,全过程内能变化量 $\Delta U = 0$,由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 得,整个过程中气体一定放出热量且放出的热量等于外界对气体做的功,故 **D** 正确.

4. **C** 【解析】本题考查圆周运动.

座舱做匀速圆周运动的周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega}$,**A** 错误;座舱的线速度

大小为 $v = R\omega$,**B** 错误;在圆心等高处,沿半径方向,根据牛顿第二定律,有 $F = mR\omega^2$,在竖直方向,有 $F_N = mg$,座舱所受摩天

轮的作用力大小为 $F' = \sqrt{(mR\omega^2)^2 + (mg)^2} > mg$,**C** 正确;座舱

做匀速圆周运动的向心力始终指向圆心,座舱在最低点时,向心力竖直向上,座舱所受摩天轮的作用力大小为 $F_{N1} = mg + m\omega^2 R$,而座舱在最高点时,向心力竖直向下,座舱所受摩天轮的作用力大小为 $F_{N2} = mg - m\omega^2 R$,可知 $F_{N1} \neq F_{N2}$,**D** 错误.

5. **C** 【解析】本题考查核反应方程.

选项	分析	正误
A	根据质量数和电荷数守恒可知 X 核为 ${}^3_1\text{H}$ 核	×
B	光子的频率为 ν , 可知 γ 光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$	×
C	由比结合能的概念可知,该核反应释放的核能为 $\Delta E = (4E_2 + 3E_3) - 6E_1$	✓
D	由爱因斯坦质能方程 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ 可知质量亏损为 $\Delta m = \frac{(4E_2 + 3E_3) - 6E_1}{c^2}$	×



6. A 【解析】本题考查等量异种点电荷的电场分布。

电荷 A 、 B 为等量异种电荷,由沿电场线方向电势越来越低知, $\varphi_M > \varphi_N$, C 点电荷在 M 、 N 两点电势相等,则 M 点的总电势大于 N 点的总电势(易错:电势是标量,总电势等于各电势代数和),**A 正确**;由等量异种电荷电场线分布知, A 、 B 两场源电荷在 M 、 N 两点产生的电场强度大小相等,方向相同,由对称性知, C 点电荷在 M 、 N 两点产生的电场强度大小相等,方向不同,则 M 、 N 两点的电场强度不同(易错:电场强度是矢量,电场叠加遵循平行四边形定则),**B 错误**;由 $E_p = q\varphi$ 知,负电荷在 M 点的电势能比在 N 点的电势能小,**C 错误**;等量异种电荷连线的中垂线为等势线,且电势为零,点电荷 C 在 O 点的电势小于零(关键:题目中已说明,以无穷远处为零电势点),故 $\varphi_O < 0$,**D 错误**。

知识拓展

(1) 在等量异种点电荷的电场中,关于两点电荷连线对称的两点电势相等、电场强度大小相等、方向不一定相同。

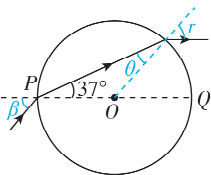
(2) 等量异种点电荷连线的中垂线是等势线,且电势为零,中垂线上关于连线中点对称的两点电场强度相等,中垂线上各点的电场强度方向都相同、且与连线平行,中垂线上由连线中点向两侧电场强度越来越小。

(3) 等量异种点电荷连线上关于中点对称的两点电场强度相同。

7. B 【解析】本题考查光的折射。

根据题意作出光路图如图,由几何关系可知,光线射出时的折射角 r 为 2θ (关键:三角形的一个外角等于不相邻的两个内角的和),

折射率 $n = \frac{\sin 2\theta}{\sin \theta} =$



$2\cos \theta = 1.6$,故 **B 正确**;由图知, $\beta = r = 2\theta = 74^\circ$,故 **A 错误**;光

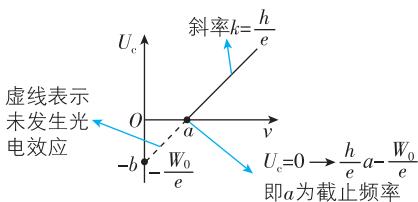
在“水晶球”中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{5}{8}c$,故 **C 错误**;光在

“水晶球”中传播的距离 $l = 2a\cos \theta$,时间 $t = \frac{l}{v} = \frac{nl}{c}$,代入数

据有 $t = \frac{64a}{25c}$,故 **D 错误**。

8. D

题图剖析



【解析】本题考查光电效应图像。

由光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W_0$, 又 $E_{km} = eU_c$, 解得 $U_c = \frac{h\nu}{e} -$

$\frac{W_0}{e}$, 图线的斜率 $\frac{h}{e} = \frac{b}{a}$, 解得 $h = \frac{b}{a}e$, **A 错误**; 只有超过截止

频率的入射光才可以发生光电效应,且频率越高,得到的光电

子的初动能越大, **B 错误**; 纵轴截距的绝对值 $b = \frac{W_0}{e}$, 解得逸出

功 $W_0 = eb$, **D 正确**; 若更换材料再实验,即逸出功改变,得到的

关键点

图线的斜率 $k = \frac{h}{e}$ 不变, $b = \frac{W_0}{e}$ 改变, **C 错误**。



知识延伸

光电效应图像

图像名称	图线形状	由图线直接(间接)得到的物理量
最大初动能 E_k 与入射光频率 ν 的关系图线		①极限频率: 图线与 ν 轴交点的横坐标 ν_c ②逸出功: 图线与 E_k 轴交点的纵坐标的值 $W_0 = -E = E$ ③普朗克常量: 图线的斜率 $k = h$
颜色相同、强度不同的光, 光电流与电压的关系		①遏止电压 U_c : 图线与横轴的交点 ②饱和光电流 I_m : 光电流的最大值 ③最大初动能: $E_{km} = eU_c$
颜色不同时, 光电流与电压的关系		①遏止电压 U_{c1} 、 U_{c2} ②饱和光电流 ③最大初动能 $E_{k1} = eU_{c1}$, $E_{k2} = eU_{c2}$
遏止电压 U_c 与入射光频率 ν 的关系图线		①极限频率 ν_c : 图线与横轴的交点 ②遏止电压 U_c : 随入射光频率的增大而增大 ③普朗克常量 h : 图线的斜率与电子电荷量的乘积, 即 $h = ke$. (注: 此时两极之间接反向电压)

9. B 【解析】本题考查斜抛运动与逆向思维.

斜抛运动可看成从最高点向两侧的平抛运动, 两条轨迹最高点等高, 则竖直方向的位移相同, 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知, 物体 1、

2 在空中运动的时间相同, **A 错误**; 根据斜抛运动的水平方向为匀速直线运动, 可得 $x = v_x t$, 由题图可知, 物体 2 的水平位移较大, 则 $v_{2x} > v_{1x}$, 经过 P 点时的速度为 $v_P = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, 两物体

竖直速度相等, 所以物体 2 经过 P 点时的速度更大, **B 正确**;

设物体落地时的速度方向与水平方向的夹角为 θ , 则 $\tan \theta =$

$\frac{gt}{v_x}$, 由于 $v_{2x} > v_{1x}$, 所以落地时物体 2 的速度方向与水平方向

的夹角更小, **C 错误**; 由于两物体运动时间相同, 所以两物体

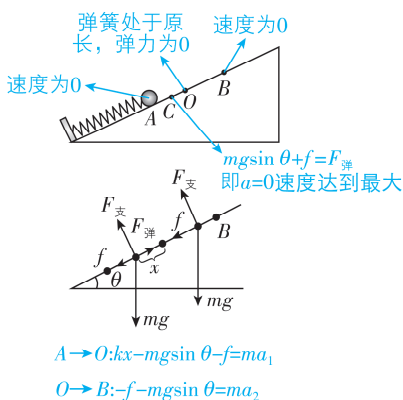
始终处于同一高度, 两物体间的距离为 $\Delta x = (v_{2x} - v_{1x})t$, 由此

可知, 两物体之间的距离不断增大, **D 错误**.



10. B

题图剖析



【解析】本题考查弹簧连接体与斜面结合问题.

设小球在 O 点时速度为 v , 小球受到的摩擦阻力为 f , 小球的质量为 m , B 点与 O 点的距离为 x_B , 小球由 O 到 B 的过程中由动能定理可知 $-mg(x_B - x)\sin\theta - f(x_B - x) = 0 - \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v =$

$\sqrt{2mg(x_B - x)\sin\theta + \frac{2f(x_B - x)}{m}}$ (关键: 找出确切的 v 与 x 间的函数关系, 能更好确定图像走向), $v-x$ 图像中过 O 点后应为曲线, **A 错误**; 设弹簧的劲度系数为 k , 当小球在距 O 点左侧的坐标为 x 处时, 弹簧压缩量为 $-x$, 由牛顿第二定律, 有

$k(-x) - f - mg\sin\theta = ma$, 得 $a = -\frac{k}{m}x - \frac{f}{m} - g\sin\theta$, 当小球在 O

点右侧时, 有 $-f - mg\sin\theta = ma$, 得 $a = -\frac{f}{m} - g\sin\theta$, $a-x$ 图像为

两段直线, 两段直线的转折点在 O 点, 且直线与 x 轴的交点位于 O 点左侧, **B 正确**; 设 A 点弹簧的弹性势能为 E_{pA} , 小球在 A 点的压缩量为 x_0 , 小球在恢复原长过程中由能量守恒

定律可知 $E_{pA} = fx + mgx\sin\theta + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(x_0^2 - x^2)$, 整理可得

$E_k = E_{pA} - mgx\sin\theta - \frac{1}{2}k(x_0^2 - x^2) - fx$, 可知在 O 点前图像应为

开口向下的抛物线, 由 O 到 B 的过程中由动能定理可知 $-mgx\sin\theta - fx = 0 - \frac{1}{2}mv^2$, 图像为直线, **C 错误**; 设 A 点的弹性势能为 E_{pA} , 小球在弹簧恢复原长过程中由能量守恒定律

(点拨: 由两个或两个以上物体组成的系统, 用能量守恒) 可知 $E_{pA} = mgx\sin\theta + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(x_0^2 - x^2) + fx$, 整理可得 $E =$

$E_{pA} - \frac{1}{2}k(x_0^2 - x^2) - fx$, 图像为开口向下的抛物线, **D 错误**.

11. D 【解析】本题考查磁场与导轨平面不垂直情况下的电磁感应问题.

在 $t=0$ 时刻, 通过金属棒与导轨围成的回路的磁通量大小为 $\Phi = B_0 S \sin\alpha = B_0 Lx \sin\alpha$ (易错: 磁通量求解时, B 要垂直于 S , 不垂直时需要分解 B), $0 \sim t_0$ 过程中通过金属棒的电

荷量大小为 $q = \bar{I}t_0 = \frac{\bar{E}}{2R}t_0 = \frac{\Phi - 0}{2Rt_0}t_0 = \frac{B_0 Lx \sin\alpha}{2R}$, **A 错误**; 根据

法拉第电磁感应定律, 0 时刻产生的感应电动势为 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} =$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} Lx \sin\alpha = \frac{2B_0 Lx}{t_0}$, 根据楞次定律及安培定则可得 0 时刻通



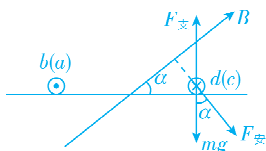
过回路的电流方向为 $abdc$ 方向,通过金属棒 cd 的电流大小

为 $I = \frac{E}{2R} = \frac{B_0 L x}{R t_0}$, **B 错误**; 在 0 时刻金属棒 cd 所受的安培力

大小为 $F_{\text{安}} = B_0 I L = \frac{B_0^2 L^2 x}{R t_0}$, **C 错误**; 根据左手定则可知, cd 棒

受到的安培力方向垂直磁场方向斜向右下方, 在垂直导轨方向受力平衡, 如图所示, 则 $F_{\text{支}} = mg + F_{\text{安}} \cos \alpha = mg +$

$\frac{\sqrt{3} B_0^2 L^2 x}{2 R t_0}$, **D 正确**.





限时小卷 ▶ 5

1. **A** 【解析】本题考查分子间作用力与分子间距离的关系。

液体表面层分子比较稀疏,分子间距离略大于平衡距离 r_1 , **A** 正确;理想气体分子间距离大于 $10r_1$, **B** 错误;分子间距离 $r=r_2$ 时,分子间距离大于平衡距离 r_1 ,分子力表现为引力, **C** 错误; $r=r_1$ 时,分子势能最小, **D** 错误。

2. **D** 【解析】本题考查衰变。

根据核反应的电荷数和质量数守恒可知,钍核吸收一个中子后转化为钍 233,核反应方程式为 ${}_{90}^{232}\text{Th}+{}_0^1\text{n}\rightarrow{}_{90}^{233}\text{Th}$,经过两次 β 衰变后生成易裂变的铀 233,核反应方程式为 ${}_{90}^{233}\text{Th}\rightarrow{}_{92}^{233}\text{U}+2{}_1^0\text{e}$, **A**、**B** 正确;钍 233 与钍 232 电荷数一样、中子数不相同,是同位素, **C** 正确;钍 233 与铀 233 电荷数不同,是两种不同的元素,不是同位素, **D** 错误,符合题意。

3. **C** 【解析】本题考查宇宙速度与开普勒定律。

由于探测器要摆脱地球引力的束缚,所以探测器与火箭分离时的速度应大于第二宇宙速度, **A** 错误;探测器在 P 点实现变轨.如果加速,则探测器轨道越来越高;如果减速,则探测器轨道越来越低.由于探测器要降低着陆,所以探测器每次经过 P 点速度应减小, **B** 错误;由开普勒第三定律知,探测器在探测、停泊、捕获轨道上运行各自半长轴的三次方比周期的平方是一个常数即 $\frac{a^3}{T^2}=k$,所以探测器在捕获轨道半长轴最长,周期最大, **C** 正确;由开普勒第二定律知,探测器在同一轨道上,任意相等的时间里与火星的连线扫过的面积相等, **D** 错误。

4. **B** 【解析】本题考查薄膜干涉。

设标准平面的玻璃板之间的夹角为 θ ,两金属丝距离为 L ,由题设条件,则有 $\tan \theta = \frac{|D-D_0|}{L}$,由空气薄膜干涉的条件,则有 $2\Delta L \cdot \tan \theta = \lambda$,即 $\Delta L = \frac{\lambda}{2\tan \theta}$,则直径相差越大, θ 越大, ΔL 越小, **A** 错误;轻压 T_1 的右端,若 ΔL 变小,由 $\Delta L = \frac{\lambda}{2\tan \theta}$,则有 θ 变大,因为压的是 T_1 的右侧,说明右侧的金属丝直径小,即有 $D < D_0$, **B** 正确;薄膜干涉是光在薄膜上下表面的反射光在薄膜的上表面处发生干涉产生的,所以相邻两条亮条纹的光程差,是空气薄膜的厚度差的 2 倍, **C** 错误;当 $D=D_0$ 时,不能产生干涉条纹, **D** 错误。

5. **B** 【解析】本题考查平抛运动、自由落体运动、重力功率、动能。

用小锤击打弹性金属片后, A 球做平抛运动, B 球做自由落体运动,由 $v_y = gt$ 知,同一时刻 A 球在竖直方向的分速度与 B 球的速度相同,则 $v_A > v_B$,故同一时刻两球动能不相等, **A** 错误;由 $P_G = mgv_y = mg^2 t$ 知,同一时刻两球重力的功率相等, **B** 正确;两球加速度相同,由 $\Delta v = g\Delta t$ 知,相同时间内速度变化量相同, **C** 错误;由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 知,相同时间内两球下落高度相同,位移不同, **D** 错误。

一题多解

由平抛运动规律知,同一时刻两球下落高度相同,由动能定理,对 A 有 $mgh = E_{kA} - \frac{1}{2}mv_0^2$,对 B 有 $mgh = E_{kB}$,故 $E_{kA} > E_{kB}$, **A** 错误。



6. **B** 【解析】本题考查光电管报警系统.

题图 2 中光电管两端加的是正向电压,若将电源的正负极反接则光电管两端加负向电压,光照强度一定时,根据光电流与电压的关系,可知接正向电压在单位时间内会比接负向电压有更多光电子到达 A 极,所以反接后光电流会减小,在烟雾浓度为 n 时无法触发报警系统,故 **A 错误**;为使烟雾浓度达到 $1.2n$ 时才触发报警,就是要降低烟雾报警器的灵敏度,烟雾浓度增加时,单位时间内光电管接收到的光子个数增多,则要减小从 K 极打到 A 极的光电子数占总光电子数的比例,滑片 P 需要向左滑动到合适位置,减小两极间的电压,才能达到目的.而恰好报警时将滑片 P 向右移动,会增大两极间的电压,只可能增强烟雾报警器的灵敏度或保持灵敏度不变,不可能降低报警器的灵敏度,所以不会解除警报,故 **B 正确, D 错误**;单位时间内被散射进入光电管的光子个数

关键点

为 $\frac{I_0}{e}$,则单位时间内发生光电效应产生的光电子个数也为 $\frac{I_0}{e}$,但由于光电子的初速度是沿各个方向的,这些光电子不一定能全部到达 A 极,所以不一定能让报警系统的电流达到 I_0 ,不一定能触发报警,故 **C 错误**.

7. **D** 【解析】本题考查安培力.

因导线柔软且只受安培力作用,则导线中张力大小处处相等,则在安培力作用下导线最终呈圆形,所以导线通电后,导线如图 1 所示,选取右半边导线作为研究对象如图 2,各小段的安培力累加求和即为图 2 中 F ,相当于等效长度 $2R$ 受到的安培力 $F = BI \cdot 2R = BI \cdot 2 \frac{L}{2\pi} = \frac{BIL}{\pi}$,由平衡条件可知, $T = \frac{F}{2} = \frac{BIL}{2\pi}$, **D 正确**.

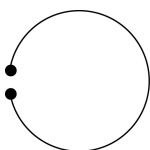


图 1

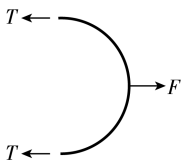


图 2

8. **B** 【解析】本题考查场强叠加.

设两棒均带正电,由点电荷场强特点及场强叠加原理可知,左侧 $\frac{1}{4}$ 圆弧形绝缘棒产生的场强方向斜向右下方,与 x 轴正方向夹角为 45° ,右侧 $\frac{1}{4}$ 圆弧形绝缘棒产生的场强方向斜向左下方,与 x 轴负方向夹角为 45° ,它们大小均为 E_1 ,可得 $E^2 = E_1^2 + E_1^2$,解得 $E_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}E$,撤去其中一棒后, O 点的电场强度大小变为 $\frac{\sqrt{2}}{2}E$, **B 正确**.

9. **C** 【解析】本题考查变压器与电磁感应现象.

原线圈接 12 V 蓄电池,欲使副线圈感应出上万伏高压,该变压器应为升压变压器, **A 错误**;开关一直闭合,原线圈中蓄电池提供的电流不变,没有磁通量的变化,不会有电磁感应现象,火花塞两端没有高压, **B 错误**;开关断开,原线圈中的电流突然减小,线圈中的磁感应强度减小,磁通量减小, **C 正确**;若穿过铁芯的磁通量不变,则无法在副线圈产生感应电动势,所以开关接到副线圈不能使火花塞产生电火花, **D 错误**.

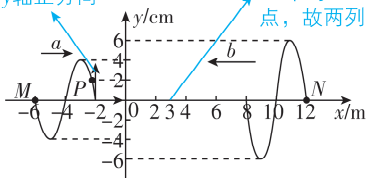


10. C

题图剖析

由“同侧法”可知，质点 P 开始运动时的起振方向沿 y 轴正方向

两列波传播速度相同， $x=3$ 位于 $x=-2$ 和 $x=8$ 的中点，故两列波在此相遇



【解析】本题考查波的干涉与图像。

由同一均匀介质条件可得 a 和 b 两列波在介质中传播速度

关键点

大小相同，由图可知， a 和 b 两列波的波长之比为 $1:1$ ，根据 $v=\lambda f$ 可得 a 与 b 的频率之比为 $1:1$ ，因 a 与 b 的频率相同， a 与 b 相遇后能产生干涉现象（点拨：干涉的条件是频率相等），A、D 错误； a 波向 x 轴正方向传播，由同侧法可知，质点 P 开始振动时沿 y 轴正方向运动，B 错误； $t=10$ s 时两列波恰好第一次相遇，由图可知，在 $x=3$ m 处相遇，可得两波的传播速度大小为 $v=\frac{3-(-2)}{10}$ m/s = 0.5 m/s，则可得 $t=14$ s

时， a 、 b 两列波分别传播到 -2 m + 0.5×14 m = 5 m、 8 m - 0.5×14 m = 1 m 的位置，根据波形的平移特点，由于两波发生干涉，两列波都使 $x=4$ m 处质点处于波峰，产生叠加，质点位移为 4 cm + 6 cm = 10 cm，C 正确。

11. B 【解析】本题考查圆周运动。

当没有轻绳连接时，物块做圆周运动的向心力由静摩擦力提供，当角速度增大至 ω_1 时，静摩擦力达到最大值，有

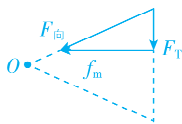
$\mu mg = m\omega_1^2 r$ ，解得 $\omega_1 = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$ ；当用轻绳连接两物块时，物块

受静摩擦力和轻绳拉力作用，合力提供向心力，两物块与圆心连线夹角为 30° ，由几何关系可知，轻绳和两物块与圆心

连线的夹角均为 $\frac{180^\circ - 30^\circ}{2} = 75^\circ$ ，根据矢量合成法则，临界

状态下，向心力矢量末端到拉力矢量所在射线的距离表示最大静摩擦力大小，如图，即 $m\omega_2^2 r \sin 75^\circ = \mu mg$ ，解得 $\omega_2 =$

$\sqrt{\frac{\mu g}{r \sin 75^\circ}}$ ，由于 $\sin 75^\circ < 1$ ，所以 $\omega_2 > \omega_1$ ，B 正确。



30 s 速解

哈尔滨工业大学——颜开

使用轻绳连接后，二者等效重心到圆心的距离 r_2 小于物块到圆心的距离 r_1 ，根据 $\mu mg = m\omega^2 r$ ，则 $\omega_2 > \omega_1$ ，故选 B。

限时小卷 ▶ 6

1. C 【解析】本题考查晶体与非晶体.

黑磷的原子按照一定的规则排列呈片状结构,说明原子排列有规则,黑磷属于晶体,有固定的熔点,**B 错误**;由于电子在同一片状平层内容易移动,在不同片状平层间移动时受到较大阻碍,说明黑磷的导电性呈各向异性,黑磷属于单晶体,有天然的规则几何外形,**A、D 错误,C 正确**.

2. D 【解析】本题考查卫星的运行参量分析.

地球同步轨道距赤道的高度大约为 36 000 km,可知地球同步卫星轨道半径大于此卫星轨道半径,根据万有引力定律,由万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 则 $T =$

$2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$,可知此卫星的运行周期小于地球同步卫星的运行

周期,即小于地球自转的周期,由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 可知,此卫星的角速

度大于地球同步卫星的角速度,**A、C 错误**;第一宇宙速度是所有环绕地球做圆周运动的卫星的最大速度,则此卫星的线速度不可能大于第一宇宙速度,**B 错误**;因为地球同步卫星

轨道半径大于此卫星轨道半径,根据万有引力定律得 $G \frac{Mm}{r^2} =$

ma , 则 $a = \frac{GM}{r^2}$, 得该卫星的加速度大于地球同步卫星的加速

度,**D 正确**.

技巧必背

(1) 卫星绕同一中心天体运动时,线速度、角速度、向心加速度和周期只与半径有关,半径越大,线速度、角速度、向心加速度越小,周期越大;

(2) 第一宇宙速度是卫星环绕地球做圆周运动的最大速度,也是卫星成功发射的最小速度.

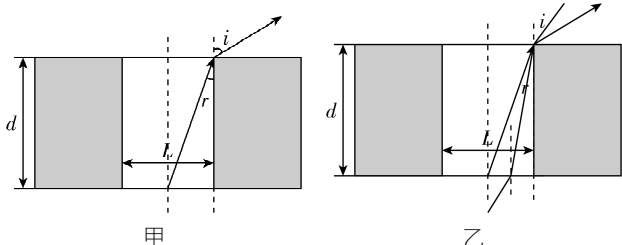
3. D 【解析】本题考查玻璃砖的折射.

如图甲,根据折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$,若换折射率较大的玻璃砖,

角 r 不变(关键:因为嵌入的玻璃砖不变),角 i 将变大,视野角增大,**D 正确**;增大厚度 d , L 不变,由几何关系可得 $\tan r =$

$\frac{L}{\frac{d}{2}}$,角 r 变小,折射率 n 不变,则角 i 变小,视野角变小,**A 错**

误;同理可得,减小直径 L ,角 r 变小,则角 i 变小,视野角变小,**B 错误**;观察者向后移动,如图乙所示,角 r 变小,同样角 i 变小,视野角变小,**C 错误**.



4. D 【解析】本题考查光电效应.

由于光照射同一光电管,故光电子的最大初动能与光电子频率有关,与光照强度无关,**A 错误**;滑片 P 从 O 向 N 端移动过



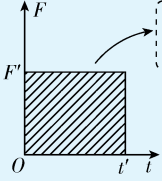
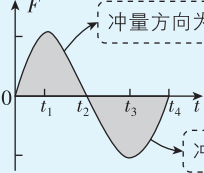
程中,电压为正向电压,增大电压,根据题图丙知,电流先增大后不变,**B 错误**;大量处于第 3 能级的氢原子,跃迁时能产生 3 种频率的光, $E_{31} = E_3 - E_1 = -1.51 \text{ eV} - (-13.6) \text{ eV} = 12.09 \text{ eV}$, $E_{21} = E_2 - E_1 = -3.40 \text{ eV} - (-13.6) \text{ eV} = 10.2 \text{ eV}$, $E_{32} = E_3 - E_2 = -1.51 \text{ eV} - (-3.40) \text{ eV} = 1.89 \text{ eV}$,用这些光照射题图乙的光电管,有 2 种频率的 a 、 b 光可让光电管发生光电效应,由题图丙可知, a 光的遏止电压大, a 光对应频率高,所以 a 光光子的能量为 $E_3 - E_1 = 12.09 \text{ eV}$,**C 错误**;因为 b 光的遏止电压为 -7.95 eV , b 光光子的能量为 $E_2 - E_1 = 10.2 \text{ eV}$,根据光电效应方程可得 $eU_c = E_k = h\nu - W_0$, $h\nu = E_2 - E_1 = 10.2 \text{ eV}$,解得 $W_0 = 2.25 \text{ eV}$,**D 正确**.

5. **C** 【解析】本题考查自由落体运动与动量.

A 、 B 两球在竖直方向上均做自由落体运动,则 $h = \frac{1}{2}gt^2$,由此可知,两球飞行时间相等,**A 错误**; A 球在水平方向上做匀减速直线运动,则 $v_{Ax} = v_0 - at$, B 球在水平方向上做匀加速直线运动,则 $v_{Bx} = v_0 + at$,两球飞行时间相等,所以落地时两球竖直方向速度相等,但 A 球水平速度小于 B 球水平速度,落地速度大小为 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$,所以 A 球落地时的速度小于 B 球落地时的速度,**B 错误**;两球合外力的冲量为 $I = F_{\text{合}} t$,由于两球受相同的重力和恒定的风力,所以两球的合外力相同,飞行时间相等,所以两球飞行过程中合外力的冲量相同,**C 正确**;落地时重力的功率为 $P = mgv_y = mg \cdot gt = mg^2 t$,由此可知,两球落地时重力的功率相同,**D 错误**.

方法总结

冲量的求解方法

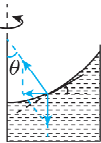
恒力冲量	公式法	利用定义式 $I = Ft$ 计算冲量,此方法仅适用于求恒力的冲量,无须考虑物体的运动状态
	图像法	<p>若力大小、方向均不发生变化,则该力的冲量可以利用 $F-t$ 图像中的“面积”来计算</p> 
变力冲量	平均值法	若力的方向不变且大小随时间均匀变化,则该力的冲量可以用平均力来计算,其公式为 $I = \bar{F}t$
	图像法	<p>若力的大小、方向均发生变化,则该力的冲量可以利用 $F-t$ 图像中的“面积”来计算</p> 
合力冲量		<p>(1) 分别求出每一个力的冲量,再求各冲量的矢量和.</p> <p>(2) 如果各力的作用时间相同,可以先求出合力,再由 $I = F_{\text{合}} t$ 求合力的冲量</p>



6. C 【解析】本题考查流体在水平面内的圆周运动.

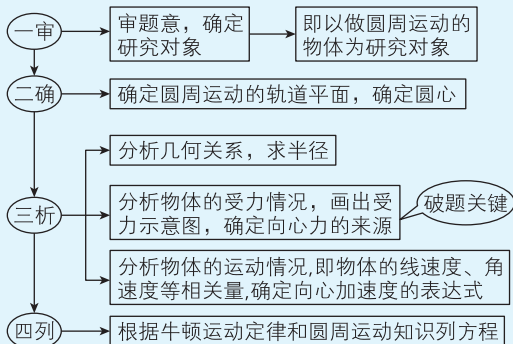
对液面上一个质量 m 很小的水滴受力分析, 因受竖直向下的重力和液面的作用力, 两个力的合力充当向心力, 因向心力沿水平方向指向转轴, 可知液面对水滴的作用力应该斜向上方, 设与竖直方向夹角为 θ , 则由牛顿第二定律有 $mg \tan \theta =$

$m\omega^2 r$, 可知 $\tan \theta = \frac{\omega^2}{g} r$, 因 r 越大, 则 θ 越大, 可知液面的形状为 C 选项的形状, C 正确.



知识拓展

解答圆周运动的动力学问题的基本思路

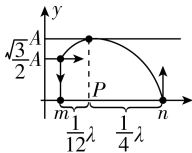


7. B 【解析】本题考查变压器的动态分析.

在滑动变阻器的滑片 P 向上滑动的过程中, 滑动变阻器接入电路的阻值减小, 则副线圈总电阻减小, 把变压器和副线圈负载看成一个等效电阻, 则等效电阻阻值减小, 根据闭合电路欧姆定律可知原线圈电流增大, 则电源的输出功率将会变大, L_1 的亮度会变亮, A 正确; B 错误; 若小灯泡 L_2 突然烧坏, 副线圈总电阻增大 (关键: 并联电路的总电阻小于任意一个元件的电阻), 把变压器和副线圈负载看成一个等效电阻, 则等效电阻阻值增大, 根据闭合电路欧姆定律可知原线圈电流减小, 则灯泡 L_1 两端电压减小, 原线圈输入电压增大, 根据变压器电压与线圈匝数之比可知, 副线圈输出电压增大, 电压表示数会增大, C 正确; 两小灯泡正常发光, 则副线圈输出电压为 U , 根据变压器电压与线圈匝数之比可知, 原线圈输入电压为 $U' = \frac{n_1}{n_2} U = 2U$, 则交流电源的有效值为 $U_{\text{有}} = U + U' = 3U$, 则交流电源的最大值为 $U_m = \sqrt{2} U_{\text{有}} = 3\sqrt{2} U$, D 正确.

8. B

题图剖析



【解析】本题考查机械波.

由题图丙可知该机械波的周期为 $T = 6 \text{ s}$, 振幅为 $A = 2 \text{ cm}$, $t = 0$ 时刻质点 m 向下振动, 质点 n 向上振动, 且 $y_n = 0$ 、 $y_m = \frac{\sqrt{3}}{2} A$, 假设质点从平衡位置开始向上振动, 则设振动方程为

$y = A \sin \omega t$, 若经过时间 t' 质点运动到 $y' = \frac{\sqrt{3}}{2} A$ 处, 即 $\frac{\sqrt{3}}{2} A = A \sin \omega t'$ 且 $\omega = \frac{2\pi}{T}$, 联立求得 $t' = \frac{T}{6}$, 则质点从 $\frac{\sqrt{3}}{2} A$ 运动到 A



处,需要的时间为 $\frac{T}{12}$ (关键:振动方程中几个特殊的点需要牢

记,从平衡位置到 $\frac{\sqrt{3}}{2}A$,需要 $\frac{T}{6}$;从 $\frac{\sqrt{3}}{2}A$ 到 A ,需要 $\frac{T}{12}$;从平衡

位置到 $\frac{1}{2}A$,需要 $\frac{T}{12}$;从 $\frac{1}{2}A$ 到 A ,需要 $\frac{T}{6}$;从平衡位置到

$\frac{\sqrt{2}}{2}A$,需要 $\frac{T}{8}$;从 $\frac{\sqrt{2}}{2}A$ 到 A ,需要 $\frac{T}{8}$),对应到波形图,可得 mn

之间的距离 $x = 3m = \left(\frac{\lambda}{12} + \frac{\lambda}{4} + n\lambda\right)$ (n 取自然数),又 $\lambda >$

$3m$,当 $n=0$ 时 $\lambda=9m$, $n=1$ 时 $\lambda=2.25m$ (舍掉),**A 错误**;

由公式 $v = \frac{\lambda}{T}$,可得 $v = 1.5m/s$,**B 正确**;从 $t=0$ 时刻起经过

$1.5s$ (关键: $\frac{1}{4}$ 个周期内质点运动的路程,若质点在平衡位

置或最大位移处,经过 $\frac{1}{4}$ 个周期质点运动的路程为一个振

幅;若质点在其他位置,经过 $\frac{1}{4}$ 个周期质点运动的路程可能

大于一个振幅也可能小于一个振幅)质点 m 通过的路程为

$s_m = (\sqrt{3}+1)cm$,**C 错误**;从 $t=0$ 时刻起经过 $1.5s$ 质点 n 通

过的路程等于一个振幅,即 $s_n = 2cm$,**D 错误**.

9. **D** 【解析】本题考查电场图像.

根据 $\varphi-r$ 图像可知,离绝缘球的球心 O 越远,电势越低,可知该绝缘球带正电,**A 错误**;根据 $\varphi-r$ 图像的切线斜率绝对值表示电场强度大小,可知 A 点的电场强度大于 B 点的电场强度,**B 错误**;根据 $\varphi-r$ 图像的切线斜率绝对值表示电场强度

大小,可知 B 点的电场强度大小应满足 $E_B > \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{r_3 - r_2}$,**C 错误**;由

$\varphi-r$ 图像可知 B 点的电势大于 C 点的电势,根据 $E_p = q\varphi$ 可知负点电荷在 B 点的电势能比在 C 点的电势能小,**D 正确**.

10. **D** 【解析】本题考查 $\varphi-x$ 图像.

由题可知,沿 x 轴方向的电场强度的大小为 $E_x = E \cos 37^\circ = 8N/C$,结合 φ_x-x 图像斜率的绝对值即为电场强度 E_x 的大小,可知 φ_x-x 图像的斜率绝对值为 $8N/C$,由于 O 点电势为零,沿电场线的方向电势逐渐降低,故在 $x < 0$ 区域,电势 $\varphi_x > 0$,在 $x > 0$ 区域,电势 $\varphi_x < 0$,**A、B 错误**;同理可知,沿 y 轴方向的电场强度的大小为 $E_y = E \sin 37^\circ = 6N/C$,即 φ_y-y 图像的斜率绝对值为 $6N/C$,且在 $y < 0$ 区域,电势 $\varphi_y > 0$,在 $y > 0$ 区域,电势 $\varphi_y < 0$,**C 错误,D 正确**.

11. **B** 【解析】本题考查金属杆切割磁感线.

设初始正方形边长为 L ,金属杆单位长度电阻为 r_0 ,分别沿 x 轴正向和 y 轴负向以相同大小的速度 v 匀速移动金属杆 1、2,1 杆产生的感应电动势为 $E_1 = B(L-vt)v$,方向为顺时针,2 杆产生的感应电动势为 $E_2 = B(L+vt)v$,方向为逆时针, $E_2 > E_1$,回路中电流方向为逆时针(关键:双电源问题中,谁大听谁的),**A 错误**;回路中总电阻 $R_{\text{总}} = 2(L+vt+L-vt)r_0 = 4r_0L$,总电阻不变,回路中总电流为 $I = \frac{E_2 - E_1}{R_{\text{总}}} =$

$\frac{2Bv^2t}{R_{\text{总}}}$,随时间均匀增加,**B 正确**;分别沿 x 轴正向和 y 轴负

向移动金属杆 1、2,移动过程中保持金属杆围成的矩形周长不变,则初始时刻回路面积最大,在移动过程中穿过闭合回路的磁通量减小,根据楞次定律可知,电流方向为逆时针,**C**



错误;穿过闭合回路的磁通量为 $\Phi = B(L + vt)(L - vt) = B(L^2 - v^2 t^2)$,并非随时间均匀变化,回路中总电阻保持不变,回路电流并非定值,则通过金属杆截面的电荷量随时间不是均匀增加,**D 错误**.



限时小卷 ▶ 7

1. B

题图剖析

能级差为原子从高能级向低能级跃迁发出光子的能量

$4 \rightarrow 1 > 3 \rightarrow 1 > 2 \rightarrow 1 > 4 \rightarrow 2 > 3 \rightarrow 2 > 4 \rightarrow 3$

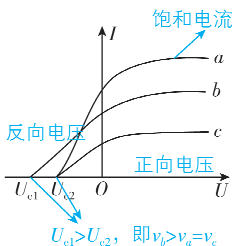
发生光电效应

$\nu_b: 4 \rightarrow 1$ $\nu_a, \nu_c: 3 \rightarrow 1$

n	E/eV
∞	0
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.40
1	-13.6

$$\begin{cases} E_k = h\nu - W_0 \\ E_k = eU_c \end{cases} \Rightarrow U_c = \frac{h}{e} \nu - \frac{W_0}{e}$$

可知当 W_0 相同时, U_c 与 ν 有关



【解析】本题考查氢原子跃迁与光电效应。

一群第 4 能级的氢原子, 向低能级跃迁过程中, 能发出 $C_4^2 = 6$ 种不同频率的光 (点拨: 一群氢原子跃迁最多可以发射出 C_n^2 种频率的光; 一个氢原子跃迁最多只能发射出 $(n-1)$ 种频率的光), **A 错误**; 由于只有频率为 ν_1, ν_2 两种光可让题图乙所示的光电管阴极 K 发生光电效应, 跃迁时发出的两种频率最大的光的跃迁方式为 $4 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 1$, 由题图丙可知, 图线 b 对应的光的遏止电压大, 图线 a 和 c 对应的光的遏止电压小, 根据光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ 和 $eU_c = E_k$ 可知, 图线 a、c 对应的光子频率小于图线 b 对应的光子频率, a、c 是 $3 \rightarrow 1$ 能级跃迁发出的, b 是 $4 \rightarrow 1$ 能级跃迁发出的, **B 正确, C 错误**; 由题图丙可知, 当用图线 b 对应的光照射光电管时, 光电流达到饱和后不再增大, **D 错误**。

2. D 【解析】本题考查共振。

声音的频率与玻璃杯的固有频率相同时, 玻璃杯发生共振, 容易被声音震碎, **D 正确**。

3. A 【解析】本题考查热力学第一定律。

根据热力学第一定律有 $\Delta U = W + Q$, 右侧为真空, 气体自由膨胀时没有做功对象 (提示: 相当于扩散), 即做功为 $W = 0$, 因为是绝热容器, 所以没有热交换, 即 $Q = 0$, 因此内能不变, 容器内的理想气体的内能由温度决定, 所以温度不变, **A 正确**; 悬浮在液体中的微粒越大, 在某一瞬间跟它相撞的液体分子越多, 撞击作用的不平衡性表现得越不明显 (提示: 微粒越小, 布朗运动越明显), **B 错误**; 液体表面层中分子间的距离比液体内部分子间的距离大, 液体表面层中分子间的作用力表现为引力, **C 错误**; 由题图丁可知, 在 0°C 和 100°C 两种不同温度下各速率区间的分子数占总分子数的百分比与速率区间的关系图线与横轴所围面积都应该等于 100%, 即两图线与横轴所围面积相等, **D 错误**。

4. C 【解析】本题考查通电导线在磁场中的受力。

横向的“—”字形灯丝电流方向为左右方向 (点拨: 白炽灯中的电流是交变电流), 由题图中条形磁铁摆放位置可知, 灯丝处的磁场方向竖直向上, 根据左手定则可知, 灯丝在前后方向受安培力, 可知灯丝前后颤动, **A、B 错误, C 正确**; 若白炽灯是用干电池供电, 则灯丝的电流方向一定, 则灯丝所受的安培力方向一定, 不会前后颤动, **D 错误**。

5. A 【解析】本题考查共点力的动态平衡问题。



对小球 A 进行受力分析, 受到重力、 M 对 A 水平向右的支持力、 B 对 A 垂直斜面向上的支持力, 当用水平力 F 向左推楔形木块 B , 两个弹力方向不变, 所以 M 对 A 水平向右的支持力与 B 对 A 垂直斜面向上的支持力的大小不变, 根据牛顿第三定律可知, A 对 B 的压力始终不变, A 对 M 的压力始终不变, **A 正确, B 错误**; 对 A 和 B 组成的整体进行受力分析, 整体处于受力平衡状态, 受到重力、水平面的支持力、水平力 F 和 M 对 A 水平向右的支持力, 竖直方向水平面的支持力与重力二力平衡, 则水平面对 B 的支持力等于整体的重力, 不发生改变, 水平力 F 等于 M 对 A 水平向右的支持力, 不发生改变, **C、D 错误**.

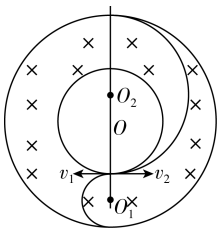
6. **A** 【解析】本题考查平抛运动规律.

做平抛运动的物体在竖直方向应该做自由落体运动, 在相邻相等的时间内通过的位移差值相同 (提示: 可由逐差法公式 $\Delta x = aT^2$ 得出), 故 $(y_3 - y_2) - (y_2 - y_1) = (y_2 - y_1) - y_1$, 所以 $y_3 = 3y_2 - 3y_1$, **A 正确**.

7. **D** 【解析】本题考查粒子在磁场中的运动.

由题意可知, 根据左手定则, 两核的运动轨迹如图所示. 由几何关系可知, 氦核 ${}^4_2\text{He}$ 的半径为 r_1 , 有 $2r_1 = R_2 - R_1 = R_1$, 则 $r_1 = \frac{R_1}{2}$ (关键: 画出轨迹图, 找出几何关系);

同理, 氦核 ${}^3_2\text{He}$ 的半径为 r_2 , 有 $2r_2 = R_1 + R_2 = 3R_1$, 则 $r_2 = \frac{3}{2}R_1$, 由洛伦兹力提供向心力



可得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 氦核和氦核的速度之比为 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$, **D 正确**.

8. **C** 【解析】本题考查静电感应、电场线、电势.

电场强度的方向沿电场线的切线方向, 可知 a 、 b 两点电场强度的方向不同, **A 错误**; 根据静电感应原理可知, B 的左侧带负电, 右侧带正电, c 点电场强度的方向指向 B , d 点电场强度的方向从 B 指向 d , 可知 c 、 d 两点电场强度方向相同, **B 错误**; c 点电场强度的方向指向 B , d 点电场强度的方向从 B 指向 d , 沿电场强度的方向电势降低, 所以 c 点电势比 d 点电势高, **C 正确**; 越靠近正电荷处的电势越高, 所以从 a 点沿直线到 b 点, 电势先升高后降低, 则带正电的试探电荷从 a 点沿直线移到 b 点, 电场力先做负功后做正功, **D 错误**.

9. **B** 【解析】本题考查机械振动.

根据波的传播方向和“同侧法”可知, 质点 P 向上振动, **A 错误**; 在波的传播方向上任何质点的起振方向都和波源的起振方向相同, 故质点 Q 的起振方向向上, **B 正确**; 质点 P 、 Q 沿波传播方向的距离等于波长的一半, 速度始终相反, **C 错误**; 根据波的传播方向, 绳波先传播至质点 Q , 故质点 Q 比 P 振动超前半个周期, **D 错误**.

10. **C** 【解析】本题考查万有引力定律.

如果卫星绕地球做匀速圆周运动, 则万有引力提供向心力, 由牛顿第二定律可得 $F = \frac{mv^2}{r}$, 万有引力与线速度既不成正比, 也不成反比, **A、B 错误**; 卫星运动过程需要的向心力

$F_n = \frac{mv^2}{r}$, 卫星在远地点做近心运动, 万有引力大于向心力, 即 $F_1 > m \frac{v_1^2}{r_1}$, 卫星在近地点做离心运动, 万有引力小于向心力, 即 $F_2 < m \frac{v_2^2}{r_2}$, **C 正确, D 错误**.



技巧必背

卫星绕中心天体做匀速圆周运动的条件是 $F =$

$$\frac{mv^2}{r}, \text{若轨迹是椭圆, 在远地点有 } F_1 > m \frac{v_1^2}{r_1}, \text{在近地点有 } F_2 < m \frac{v_2^2}{r_2}.$$

11. D 【解析】本题考查机械能守恒的应用.

小球 b 做平抛运动, 竖直方向有 $v_y^2 = 2gL \sin 53^\circ$, 与 a 碰前瞬间小球 b 的速度方向与轻杆垂直, 则抛出时的速度大小为

$$v_0 = \frac{v_y}{\tan 37^\circ} = \frac{8}{3} \sqrt{\frac{2}{5}gL}, \text{碰前瞬间小球 } b \text{ 的速度大小为 } v'_0 =$$

$$\frac{v_y}{\sin 37^\circ} = \frac{10}{3} \sqrt{\frac{2}{5}gL}, \text{碰后小球 } a \text{ 恰能在竖直面内做完整的}$$

圆周运动, 则小球 a 运动到 O 点正上方时的速度恰好为

零, 由机械能守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_1^2 = mL(1 + \sin 53^\circ)g$, 解得碰

后瞬间小球 a 的速度大小为 $v_1 = 3\sqrt{\frac{2}{5}gL}$, 设小球 b 的质量

为 m_b , 碰后瞬间小球 b 的速度为 v_2 , 两球之间发生的是弹性

碰撞, 则垂直轻杆方向两球动量守恒, 规定小球 b 碰前的速

度方向为正, 有 $m_b v'_0 = m_b v_2 + mv_1$, 又有 $\frac{1}{2}m_b v_0'^2 = \frac{1}{2}m_b v_2^2 +$

$\frac{1}{2}mv_1^2$, 联立解得 $m_b = \frac{9}{11}m$, v_2 的大小为 $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{2}{5}gL}$, 故 **A、B、**

C 错误; 假设存在小球 a 对轻杆作用力为零的位置, 则该位

置一定在 O 点所在水平面的上方, 以小球 a 位于 O 点正上

方时所处的位置为起点, 由能量守恒定律知轻杆转过角度 θ

(小于 90°) 与小球 a 速度大小的关系为 $v_3 =$

$\sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$, 小球 a 重力沿轻杆方向的分力为

$mg \cos \theta$, 当 $m \frac{v_3^2}{L} = mg \cos \theta$ 时结合牛顿第三定律可知小球 a

对轻杆的作用力为零, 此时 $\cos \theta = \frac{2}{3}$, 假设成立, 即碰后小

球 a 运动过程中对轻杆的作用力可能为零, 故 **D 正确**.