2027 高考热考易错及新风向

热考易错题型

1. **D**　【解析】光从空气进入冰晶后，频率不变，速度减小，根据 $v=\lambda f$ 可知，波长变小，**A 错误**；红光频率比紫光低，冰晶对红光的折射率比对紫光的小，根据 $v=\frac{c}{n}$ 可知，红光在冰晶中的传播速度比紫光在冰晶中的传播速度大，**B 错误**；光从空气射入冰晶时是从光疏介质进入光密介质，不发生全反射，**C 错误**；发生全反射的条件之一是入射角不小于临界角 C，冰晶对红光的折射率小于对紫光的折射率，根据 $\sin C=\frac{1}{n}$ 可知，紫光的临界角更小，而红光和紫光在冰晶上表面处的入射角 α 逐渐减小时，由折射定律和几何关系可知，两光在冰晶侧面的入射角均增大，且在侧面，紫光的入射角总大于红光的入射角，故紫光比红光先在侧面发生全反射，**D 正确**.

易错警示　分界面发生全反射的条件之一是光从光密介质射向光疏介质，判断是否发生全反射时，一定看清光密介质和光疏介质，否则只看角度容易出错.

2. **D**　【解析】小球运动过程中弹簧弹力对小球做功，小球机械能不守恒，**A 错误**；当 $kx>mg$ 时，$kx-mg=ma$，x 减小，加速度 a 减小，方向向上，小球速度增大，当 $kx=mg$ 时（关键：已知小球在 A 处时弹簧处于原长，故小球在 A 处只受重力，则 B 到 A 的过程一定会有 $kx=mg$ 的时刻），$a=0$，当 $kx<mg$ 时，$mg-kx=ma$，x 减小，加速度 a 增大，方向向下，小球速度方向向上，故速度减小，**B、C 错误**；小球和弹簧组成的系统机械能守恒，小球的速度先增大后减小，故系统重力势能与弹性势能之和先减小后增大，**D 正确**.

易错警示　**不能正确理解机械能守恒定律而致错**

对单个物体，只有重力做功，机械能才守恒. 本题中除重力外还有弹簧弹力对小球做功，小球的机械能不守恒. 对小球和弹簧组成的系统，只有重力和弹簧弹力做功，系统机械能守恒.

3. **A**　【解析】子弹的质量设为 m，初速度设为 v_0，钢板的质量设为 M，当钢板锁定时，子弹末速度为 0，由动量定理，可知钢板对子弹的冲量大小为 $I_1=|0-mv_0|=mv_0$，由牛顿第三定律可得子弹对钢板的冲量大小为 mv_0；由于水平面光滑，则钢板解锁后，子弹与钢板组成的系统动量守恒且最终达到共同速度 v，规定向右为正方向，根据动量守恒有 $mv_0=(m+M)v$，根据动量定理，可知钢板对子弹的冲量大小为 $I_2=|mv-mv_0|=\frac{M}{M+m}mv_0$，由牛顿第三定律可得子弹对钢板的冲量大小为 $\frac{M}{M+m}mv_0$，综上可知解除锁定后子弹对钢板的水平冲量比锁定时的小，**A 正确，B 错误**；钢板锁定时，子弹恰好穿过钢板，子弹末速度为 0，对子弹，根据动能定理，可知钢板对子弹

做的功为 $W_{锁定}=0-\frac{1}{2}mv_0^2$，钢板解锁后，子弹和钢板最终共速，对子弹，根据动能定理，钢板对子弹做的功为 $W_{解锁}=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$，综上可知 $|W_{锁定}|>|W_{解锁}|$，**C、D 错误**.

易错警示 (1)末状态易混淆：锁定时子弹末速度为 0，动能全部损失；解锁时子弹末速度不为 0，动能仅部分损失. 易默认两种情况子弹末状态一致，导致冲量、做功的判断错误.

(2)“阻力做功”与“摩擦生热”混淆：钢板对子弹做的功等于子弹自身的动能变化；系统摩擦生热等于阻力乘相对位移，对应系统总动能的损失. 二者物理意义不同，易混为一谈.

4. **C** 【解析】木板与桌面间的最大静摩擦力大小 $f_{max}=\mu(M+m)g=0.4\times6\ kg\times10\ m/s^2=24\ N$，$t=0$ 时刻拉力 $F=0$，假设整体保持静止，则木板受到向右的绳子拉力大小为 20 N（关键：平衡时绳子拉力大小等于 B 的重力大小），小于桌面最大静摩擦力，故 $t=0$ 时刻，木板保持静止，桌面对木板的静摩擦力大小等于 20 N，**A 错误**；木板即将向左滑动时，向左的拉力需满足 $F_1=mg+f_{max}=44\ N$，对应时刻 $t_1=\frac{44}{2}\ s=22\ s$，$A$ 与木板间的最大静摩擦力 $f_{Amax}=\mu mg=0.4\times2\ kg\times10\ m/s^2=8\ N$，因此 A 能达到的最大加速度 $a_{Amax}=\frac{f_{Amax}}{m}=4\ m/s^2$，当 A 与木板即将相对滑动时，整体加速度等于 $a_{Amax}=4\ m/s^2$，对木板、A、B 整体列牛顿第二定律有 $F_2-mg-f_{max}=(M+m+m)a_{Amax}$，解得 $F_2=76\ N$，对应时刻 $t_2=38\ s$，$t=25\ s$ 时 A 与木板相对静止，共同加速度 $a=\frac{F_3-mg-f_{max}}{M+m+m}=\frac{50-44}{8}\ m/s^2=0.75\ m/s^2$，**B 错误**；22～25 s 内，木板、$A$、$B$ 整体加速度大小随时间变化的关系为 $a=\frac{2t-44}{8}\ m/s^2=\frac{t-22}{4}\ m/s^2$，加速度的变化率为 $k=\frac{1}{4}$，类比匀加速直线运动的位移公式可得 $t=25\ s$ 时 B 的速度大小 $v=\frac{1}{2}k(\Delta t)^2=\frac{9}{8}\ m/s=1.125\ m/s$，**C 正确**；$t=50\ s$ 时 $F_4=100\ N$，A 与木板发生相对滑动，A 对木板的滑动摩擦力向右、大小为 8 N，设木板加速度大小为 $a_{板}$，对 B 有 $T-mg=ma_{板}$，对木板有 $F_4-T-f_{max}-f_{Amax}=Ma_{板}$，联立解得 $T=36\ N$，**D 错误**.

易错警示 (1)变加速运动公式误用：拉力随时间线性变化，加速度也随时间线性变化，属于变加速直线运动，速度不能直接用 $v=at$ 计算，需通过 $a-t$ 图像与横轴围成图形的面积（加速度对时间积分）求解；易直接套用匀变速直线运动公式导致结果错误.

(2)临界条件混淆：“木板启动”的临界是桌面静摩擦力达最大值，“A 与木板相对滑动”的临界是 A 与木板间的静摩擦力达最大值，两个临界条件对应不同的加速度.

5. **BC** 【解析】由图乙可知，$t=0.75\ s$ 时质点 d 沿 y 轴负方向振动，根据“上下坡”法可知，该列简谐波沿 x 轴正向传播，**A**

错误，B 正确；由图乙可知，质点 d 的振动方程为 $y=A\sin\frac{2\pi}{T}t=8\sin\pi t\,(\mathrm{cm})$，$t=0.75\ \mathrm{s}$ 时，有 $y=8\sin(\pi\times0.75)\,(\mathrm{cm})=4\sqrt{2}\ \mathrm{cm}$，即 $t=0.75\ \mathrm{s}$ 时刻，质点 d 的位移大小为 $4\sqrt{2}\ \mathrm{cm}$，由图甲可知，$t=0.75\ \mathrm{s}$ 时刻质点 a 的位移大小为 $4\ \mathrm{cm}$，所以质点 a、d 的位移大小之比为 $1:\sqrt{2}$，**C 正确，D 错误**.

易错警示　非特殊时刻位移计算失误

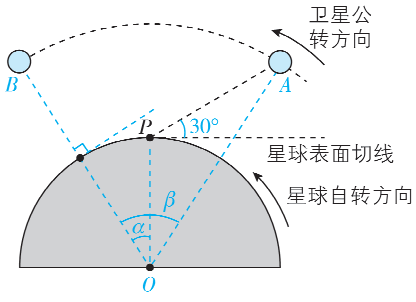
易粗略估算位移，导致比值计算错误，简谐运动中，只有平衡位置、波峰、波谷等特殊位置可直接读位移，其余时刻需通过振动方程用三角函数计算.

6. **ABC**　**【解析】**由右手定则知，a 棒中感应电流方向由 M 到 N，故 U_{NM} 为正值（点拨：a 棒相当于电源，在电源内部电流由负极流向正极），a 棒刚开始运动时，闭合回路中 a 棒产生的感应电动势为 $E=B_0\cdot\frac{L}{3}v_0=\frac{1}{3}B_0Lv_0$，由闭合电路欧姆定律得回路中的感应电流 $I=\frac{E}{\frac{4}{3}R}=\frac{B_0Lv_0}{4R}$，则 $U_{NM}=IR+B_0\cdot\frac{2L}{3}v_0=\frac{11}{12}B_0Lv_0$，**A 正确**；$a$ 棒刚开始运动时，对 b 棒，根据牛顿第二定律得 $B_0IL=ma_1$，解得 b 棒的加速度大小 $a_1=\frac{B_0^2L^2v_0}{4mR}$，**B 正确**；设经过足够长的时间，$a$、$b$ 棒的速度大小分别为 v_a、v_b，两棒产生的感应电动势大小相等，回路中没有感应电流，两棒不受安培力，均做匀速直线运动，则 $B_0\cdot\frac{L}{3}v_a=B_0Lv_b$，解得 $v_a=3v_b$，对 b 棒，由动量定理得 $B_0\bar{I}Lt=mv_b-0$，对 a 棒有 $-B_0\bar{I}\cdot\frac{L}{3}t=mv_a-mv_0$，联立解得 $v_a=0.9v_0$，$v_b=0.3v_0$，**C 正确**；整个过程中两棒产生的总焦耳热 $Q=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv_a^2-\frac{1}{2}mv_b^2=\frac{1}{20}mv_0^2$，$Q_a=\frac{1}{4}Q=\frac{1}{80}mv_0^2$，**D 错误**.

易错警示　本题易误认为 MN 间的电势差为导体棒 b 两端的电压，在闭合回路中，导体棒 a 的长度为 $\frac{1}{3}L$，另 $\frac{2L}{3}$ 长度中没有感应电流，但也在切割磁感线，所以也有感应电动势，故 MN 间的电势差为导体棒 b 两端的电压与导体棒 a 的 $\frac{2L}{3}$ 长度上的感应电动势之和.

新风向 1　数学方法、物理思想的应用

1. **C**　**【解析】**如图所示，设卫星在 $\frac{T}{6}$ 内由 A 点转到了 B 点，P 点在 $\frac{T}{6}$ 内转过的圆心角 $\alpha=30°$，卫星转过的圆心角 $\beta=60°$，由几何关系知，$\triangle POA$ 为等腰三角形，$OA=r=2R\cos30°=\sqrt{3}R$，根据万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，解得 $M=\frac{12\sqrt{3}\pi^2R^3}{GT^2}$，**C 正确**.



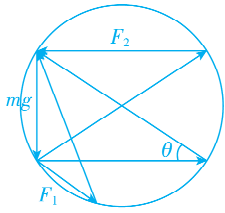
关键点拨 天体追及与观测类问题的核心是通过几何关系转化物理条件：(1)同向转动的天体，角度差等于角速度差乘时间；(2)仰角、视角类条件需结合圆的切线、垂线等几何关系，用三角函数转化为半径、圆心角的关系.

2. **A** 【解析】上滑过程动能变化量的绝对值等于重力势能变化量和摩擦力做功的绝对值之和，下滑过程动能变化量的绝对值等于重力势能变化量和摩擦力做功的绝对值之差，上滑过程和下滑过程的重力、摩擦力 $f=\mu mg\cos\theta$ 和位移的大小均相等，则上滑过程和下滑过程重力势能变化量的绝对值相等、克服摩擦力做功相等（易错：易误认为下滑过程速度小，摩擦力做功少；实际上滑动摩擦力大小与速度无关，往返位移大小相等，故克服摩擦力做功相等），上滑过程动能变化量的绝对值比下滑更大，**A 正确，D 错误**；由逆向思维，图甲即初速度为零的滑块从 B 点做匀加速直线运动的照片，由匀变速直线运动位移与时间的关系，各点之间的距离 $BC=\frac{1}{2}at^2$，$BD=\frac{1}{2}a(2t)^2=2at^2$，则 $CD=BD-BC=\frac{3}{2}at^2$，故 $BC:CD=1:3$，**B 错误**；下滑阶段，滑块做匀加速直线运动，有 $g\sin\theta>\mu g\cos\theta$，可知 $\mu<\tan\theta$，**C 错误**.

3. **C** 【解析】热传导中热量从高温热源流向低温热源，由题可知 T_2 是高温热源、T_1 是低温热源，因此热流从 T_2 流向 T_1，**A 错误**；热流 $\Phi=\frac{Q}{t}$，热量 Q 单位 $\mathrm{J=kg\cdot m^2/s^2}$，故 Φ 单位为 $\mathrm{kg\cdot m^2/s^3}$，热阻 $R_{热}=\frac{\Delta T}{\Phi}$，$\Delta T$ 单位为 K，故 $R_{热}$ 单位为 $\frac{\mathrm{K\cdot s^3}}{\mathrm{kg\cdot m^2}}$，由 $\rho_{热}=\frac{R_{热}S}{L}$，得 $\rho_{热}$ 单位为 $\frac{\mathrm{K\cdot s^3}}{\mathrm{kg\cdot m}}$（关键：量纲推导时，需严格对应每个物理量的单位，类比电阻时注意热阻率与电阻率的表达式形式对称），**B 错误**；设总温差 $\Delta T=T_2-T_1$，类比电阻定律可知 A、B 的热阻有 $R_A:R_B=2:1$，串联时热流处处相等，总热阻 $R_{串}=R_A+R_B=\frac{3}{2}R_A$，总热流（即通过 A 的热流）$\Phi_{串A}=\Phi_{串}=\frac{\Delta T}{R_{串}}=\frac{2\Delta T}{3R_A}$，并联时通过 A 的热流 $\Phi_{并A}=\frac{\Delta T}{R_A}$，因此比值 $\Phi_{串A}:\Phi_{并A}=\frac{2\Delta T}{3R_A}:\frac{\Delta T}{R_A}=2:3$（关键：串并联热阻规律与电阻完全一致——串联热流相等、温差叠加；并联温差相等、热流叠加），**C 正确**；设低温 T_1 在左，高温 T_2 在右，则串联时，A 左端温度为 T_1，A 中点温度 $T_{串}$ 满足 $T_{串}-T_1=\Phi_{串A}\cdot\frac{R_A}{2}$，代入 $\Phi_{串A}=\frac{2\Delta T}{3R_A}$ 得 $T_{串}=\frac{2T_1+T_2}{3}$，并联时，A 中点温度 $T_{并}$ 满足 $T_{并}-T_1=\Phi_{并A}\cdot\frac{R_A}{2}$，代入得 $T_{并}=\frac{T_1+T_2}{2}$，故 $\frac{T_{串}}{T_{并}}=\frac{2(2T_1+T_2)}{3(T_1+T_2)}$，**D 错误**.

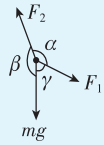
关键点拨 **类比法解题的核心是“形式对应，规律迁移”**
(1)先明确两类物理量的对应关系；
(2)直接迁移已知模型的公式、规律，无需重新推导；
(3)量纲分析可快速验证单位类选项的正误.

4. **C** 【解析】以小球为研究对象，受重力 mg、OM 的弹力 F_2、



MN 的弹力 F_1，依题意，三个力的合力始终为零，矢量三角形如图所示，依题意，α 保持不变，即保持 θ 恒定，则在 F_2 转至水平的过程中，MN 上的弹力 F_1 逐渐增大，OM 上的弹力 F_2 先增大后减小，**A、B 错误**；以物块和轻杆整体为研究对象，受重力 Mg、OM 的弹力 F_2'、水平面对物块的支持力、水平面对物块的摩擦力，其中 F_2' 与 F_2 大小相等，方向相反，在水平方向，水平面对物块的摩擦力大小等于 F_2' 在水平方向上的分力大小，由图可知水平面对物块的摩擦力先增大后减小，在竖直方向上，水平面对物块的支持力大小等于 F_2' 在竖直方向上的分力与物块的重力 Mg 之和的大小，而物块重力 Mg 不变，F_2' 在竖直方向的分力先增大后减小，所以水平面对物块的支持力先增大后减小，**C 正确，D 错误**.

一题多解　对小球受力分析，如图所示，根据正弦定理有 $\frac{mg}{\sin\alpha}=\frac{F_1}{\sin\beta}=\frac{F_2}{\sin\gamma}$，在 F_2 由竖直变为水平的过程中，α 角保持不变，β 由 180°减小至 90°，γ 由锐角增大至钝角，故可判断 F_1 逐渐增大，F_2 先增大后减小，**A、B 错误**.



5. **C**　【解析】点电荷 P 绕 O 点沿椭圆轨道运动，类比开普勒第二定律可知电荷 P 与电荷量为 $+q$ 的点电荷的连线在相等时间内扫过的面积相等，则有 $\frac{1}{2}v_a\Delta t\cdot r=\frac{1}{2}v_b\Delta t\cdot 3r$，可得 $\frac{v_a}{v_b}=\frac{3r}{r}=3$，**A 错误**；根据牛顿第二定律可得 $a=\frac{F}{m}=\frac{k\frac{q^2}{R^2}}{m}$，可知电荷 P 通过 a、b 两点的加速度大小之比为 $\frac{a_a}{a_b}=\frac{F_a}{F_b}=\frac{(3r)^2}{r^2}=9:1$，**B 错误**；若电荷 P 通过 a 点时速度方向不变、大小突然变为 $q\sqrt{\frac{k}{mr}}$，则有 $\frac{mv^2}{r}=k\frac{q^2}{r^2}$，可知以后电荷 P 做圆周运动，类比开普勒第三定律可得 $\frac{(2r)^3}{T^2}=\frac{r^3}{T'^2}$，可得周期变为 $T'=\frac{\sqrt{2}}{4}T$（关键：变轨后做匀速圆周运动，轨道半径即为 a 点到 O 的距离；应用开普勒第三定律时，椭圆取半长轴，圆取半径），**C 正确**；电荷 P 离开 b 向 a 运动过程中，库仑力做正功，电势能逐渐变小，**D 错误**.

关键点拨　点电荷在另一点电荷电场中做椭圆轨道运动可完全类比行星的开普勒定律.（1）轨道定律：轨迹为椭圆，中心电荷在椭圆的一个焦点上；（2）面积定律：连线相等时间内扫过的面积相等（近快远慢）；（3）周期定律：半长轴的三次方与周期平方的比值为常量.

30 s 速解　哈尔滨工业大学——何翔宇

类比万有引力，a 点类比为“近地点”，在 a 点速度大、动能大、势能小，排除 A、D，力的大小与距离平方成反比，则加速度大小之比为 9∶1，排除 B，选 C.

6. **D**　【解析】烧断细绳后，b 离开墙之前，墙对系统有力的作用，系统合外力不为零，动量不守恒（易错：易误认为全程动量守恒，实际上墙的弹力是外力，只有 b 离开墙后系统动量才守恒），只有弹簧弹力做功，系统机械能守恒，**A 错误**；a-t 图像与横轴围成图形的面积表示速度变化量，a、b 的初速度均为零，因此速度的大小等于对应面积的大小，S_2 和 S_3 分别是 t_1～t_3 时段 b 和 a 的 a-t 图线与横轴围成的面积，该时段的图像关

于 $t=t_2$ 对称，因此 t_2 时刻，a 的速度大小 $v_1=S_1-\frac{S_3}{2}$，b 的速度大小 $v_2=\frac{S_2}{2}$，则 a、b 两物体速度大小之比为 $\frac{2S_1-S_3}{S_2}$，**B 错误**；t_3 时刻 a、b 的加速度都为零，说明弹簧弹力为零，弹簧恢复原长，不是弹簧最长的时刻，**C 错误**；$0\sim t_1$ 阶段，b 静止，a 的速度增量为 S_1，t_1 时刻弹簧恢复原长，b 开始运动，此时系统总动量 $p=m_av_a=m_aS_1$，t_2 时刻 a、b 加速度最大，说明弹簧弹力最大，形变量最大，此时 a、b 速度相等，由系统的动量守恒可知 $m_av_a=(m_a+m_b)v_2$（关键：弹簧连接体中，两者速度相等时弹簧形变量最大；a-t 图像与横轴围成图形的面积对应速度变化，需注意速度的方向），解得 $\frac{S_1}{S_2}=\frac{m_a+m_b}{2m_a}$，**D 正确**.

7. **CD** 【解析】均匀带电球壳挖去 M 处一小块正电荷后，剩余电荷的电场等效于完整均匀带电球壳和 M 处一个等量负点电荷的电场矢量和，已知完整均匀带电球壳内部场强处处为零、电势处处相等，因此球壳内总电场就等效于 M 处负点电荷产生的电场，负点电荷在 M 处，场强方向指向负电荷，因此 O 点场强方向由 O 指向 M，**A 错误**；负点电荷的电势分布为离负电荷越远，电势越高，O 到 M 的距离为球半径 R，N 到 M 的距离大于 R，因此 N 点电势高于 O 点电势，**B 错误**；点电荷场强公式 $E=k\frac{q}{r^2}$，又 $r_{MO}<r_{MN}$，则 O 点的电场强度大于 N 点的电场强度，**C 正确**；场强方向从 O 到 M，正电荷受力方向与场强方向一致，因此从 O 到 M 电场力做正功，**D 正确**.

关键点拨　割补法的核心是“补全残缺，叠加抵消”

(1) 将不规则的带电体补为规则、已知电场分布的完整模型；
(2) 叠加“补上去的部分”的等量异种电荷的电场；
(3) 利用已知模型的电场结论，结合矢量叠加求解剩余部分产生的电场.

8. **BCD** 【解析】B 与 A 第一次碰前做匀加速直线运动，$a=\frac{Eq}{m}$，$v_0^2=2al$，$t_0=\frac{v_0}{a}$，解得 $v_0=\sqrt{\frac{2Eql}{m}}$，$t_0=\sqrt{\frac{2ml}{qE}}$，与 A 发生弹性碰撞，有 $mv_0=3mv_{A1}+mv_{B1}$，$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}\times3mv_{A1}^2+\frac{1}{2}mv_{B1}^2$，解得 $v_{B1}=-\frac{v_0}{2}=-\sqrt{\frac{Eql}{2m}}$，则物块第一次碰后速度大小为 $\sqrt{\frac{Eql}{2m}}$，**B 正确**；由上述分析解得 $v_{A1}=\frac{v_0}{2}=\sqrt{\frac{Eql}{2m}}$，第一次碰撞后 A 向右做匀速直线运动，B 做初速度为 $-\frac{v_0}{2}$、加速度为 a 的匀变速直线运动，设共速时间为 t，此时物块距挡板最远，有 $-\frac{v_0}{2}+at=\frac{v_0}{2}$，解得 $t=t_0$，由对称性可知，从第一次碰后到共速，物块相对水平面的位移为零，则物块到挡板的最远距离为 $x=\frac{v_0}{2}t_0=l$，设从第一次碰后到再次追上时间为 t_1，由运动学公式有 $-\frac{v_0}{2}t_1+\frac{1}{2}at_1^2=\frac{v_0}{2}t_1$，解得 $t_1=2t_0$，此时 $v_B=-\frac{v_0}{2}+at_1=\frac{3v_0}{2}$，第二次与 A 发生弹性碰撞有 $mv_B+3mv_{A1}=3mv_{A2}+mv_{B2}$，$\frac{1}{2}mv_B^2+\frac{1}{2}\times3mv_{A1}^2=\frac{1}{2}\times3mv_{A2}^2+\frac{1}{2}mv_{B2}^2$，解得 $v_{B2}=0$，$v_{A2}=v_0$，分析计算可知每次发生弹性碰撞之后，共速时间为 t_0，再次追上时间为 $2t_0$，B 与 A 每次碰撞后与上一次碰后相比速度变化量均为

$\frac{v_0}{2}$，电场力做功等于系统机械能变化，B 向右运动时，电场力做正功，系统机械能增大，B 向左运动时，电场力做负功，系统机械能减小，结合上述分析可知，系统机械能先增大再减小后一直增大，**A 错误**；B 与 A 每次碰撞后相对速度不变，共速时间不变，物块每次碰撞后到挡板的最远距离相同，为 l，**C 正确**；每次发生弹性碰撞之后，再次追上时间均为 $2t_0$，第一、二次碰撞之间木板位移为 $\frac{v_0}{2}\times 2t_0 = 2l$，第二、三次碰撞之间木板位移为 $v_0\times 2t_0 = 4l$，第三、四次碰撞之间木板位移为 $\frac{3v_0}{2}\cdot 2t_0 = 6l$，第四、五次碰撞之间木板位移为 $2v_0\times 2t_0 = 8l$，第五、六次碰撞之间木板位移为 $\frac{5v_0}{2}\times 2t_0 = 10l$，则木板发生位移 $22l$ 前，物块与挡板碰撞了 5 次，**D 正确**.

关键点

新风向 2　跨模块融合

1. **B**　【解析】由图 2 可知氢原子核自旋不是以 B_0 为轴，而是以 NS 极方向为轴转动（易错：易混淆“自旋轴”与“进动轴”，进动本质是自旋轴绕外磁场轴转动），**A 错误**；由题意可知，“射频线圈产生的电磁波激发氢原子核跃迁至更高能级”，说明激发后的状态能量较高，当氢原子小磁针“重新回到原进动模式”时，是从高能级跃迁回低能级（稳定态），根据能量守恒定律，该过程必然释放能量，**B 正确**；在恢复过程中，探测线圈中形成了电流，根据法拉第电磁感应定律，穿过探测线圈的磁通量必然发生变化，若磁通量不变则不会产生感应电流（关键：感应电流产生的核心条件是闭合回路磁通量变化），**C 错误**；射频属于无线电波波段，其频率远低于 X 射线的频率，**D 错误**.

2. **A**　【解析】由动量守恒可知，静止原子核衰变后，α 粒子与新核 Y 动量大小相等、方向相反；二者均带正电，由左手定则可知两粒子圆周运动方向相同，因此轨迹圆应外切，由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$，可得圆周运动的半径 $R = \frac{mv}{qB}$，可知 $\frac{R_Y}{R} = \frac{2}{Z-2}$，则 $R_Y = \frac{2}{Z-2}R < R$（关键：用动量形式表达半径公式，可快速关联衰变的动量守恒规律，由 $R = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{Bq}$ 可知，动量 p 大小相等时，轨道半径与电荷量成反比），**A 错误**，**B 正确**；圆周运动周期 $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$，环形电流 $I = \frac{q}{T} = \frac{Bq^2}{2\pi m}$，**C 正确**；对 α 粒子，由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$，可得 $v = \frac{BqR}{m}$，由质量关系可知，衰变后新核 Y 质量为 $M = \frac{A-4}{4}m$，由衰变过程动量守恒可得 $Mv' - mv = 0$，解得 $v' = \frac{m}{M}v$，系统增加的动能为 $\Delta E = \frac{1}{2}Mv'^2 + \frac{1}{2}mv^2$，由质能方程得 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$，联立得 $\Delta m = \frac{A(qBR)^2}{2m(A-4)c^2}$，**D 正确**.

30 s 速解　哈尔滨工业大学——何翔宇

静止的核在发生 α 衰变时生成的新核和 α 粒子的动量等大反向，可知速度反向、受力反向，两轨迹为外切圆，根据左手定则，同为逆时针方向，**A 错误**.

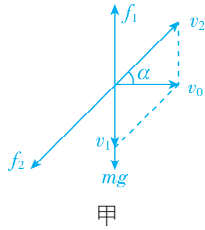
3. **B**　【解析】设在 Δt 时间内与车头发生作用的空气质量为 Δm，则 $\Delta m=\rho Sv\Delta t$，以这部分空气为研究对象，其初速度为 0，末速度为 v，规定列车运动方向为正，根据动量定理有 $F_{气}\Delta t=\Delta m\cdot v-0$（关键：流体作用问题的核心是用微元法取一小段流体为研究对象，应用动量定理求解作用力），解得列车对空气的作用力 $F_{气}=\rho Sv^2$，依据牛顿第三定律，列车受到的空气阻力大小 $f=\rho Sv^2$，列车以恒定功率 P 启动，牵引力 $F=\frac{P}{v}$，根据牛顿第二定律有 $F-f=ma$，即 $\frac{P}{v}-\rho Sv^2=ma$，可知随着列车速度 v 增大，牵引力 F 减小而空气阻力 f 增大，则列车加速度 a 逐渐减小，故列车做加速度减小的加速直线运动，当 $a=0$ 时速度达到最大并开始匀速运动，**A 错误**；由上述分析可知，列车对空气的作用力与列车速度的关系为 $F_{气}=\rho Sv^2$，**B 正确**；当列车加速度 $a=0$ 时速度最大，设最大速度为 v_m，此时有 $\frac{P}{v_m}=\rho Sv_m^2$，解得 $v_m=\sqrt[3]{\frac{P}{\rho S}}$，此时列车动能最大，最大动能 $E_{km}=\frac{1}{2}mv_m^2=\frac{1}{2}m\left(\frac{P}{\rho S}\right)^{\frac{2}{3}}$，列车受到的最大阻力 $f_m=\rho Sv_m^2=\rho S\left(\frac{P}{\rho S}\right)^{\frac{2}{3}}=(P^2\rho S)^{\frac{1}{3}}$，**C、D 错误**.

30 s 速解　哈尔滨工业大学——何翔宇

从量纲上考虑，动能会有速度平方，C 选项无速度平方相关的表达式，D 选项力的单位错误，**C、D 错误**；功率不变的情况下速度改变力就改变，列车会有变加速过程，**A 错误**，选 B.

4. **A**　【解析】以向外侧为正方向，设液柱偏离玻璃管中点的位移为 x，此时内侧气体长度为 $L+x$，外侧气体长度为 $L-x$，由于温度不变，根据玻意耳定律可得，对于内侧气体，有 $p_0LS=p_1(L+x)S$，解得 $p_1=\frac{p_0L}{L+x}\approx p_0\left(1-\frac{x}{L}\right)$（点拨：由题意得 $\frac{x}{L}\ll1$，则 $\left(1+\frac{x}{L}\right)^{-1}\approx1-\frac{x}{L}$，即 $\frac{L}{L+x}\approx1-\frac{x}{L}$），同理，对于外侧气体，有 $p_0LS=p_2(L-x)S$，解得 $p_2=\frac{p_0L}{L-x}\approx p_0\left(1+\frac{x}{L}\right)$，液柱受到的力为两侧气体的压力差，即 $F=(p_1-p_2)S=-\frac{2p_0S}{L}x$，方向指向玻璃管中点，由此可知，$F$ 与位移大小成正比且与位移方向相反，符合简谐运动的特征 $F=-kx$（关键：判断简谐运动的核心依据是回复力满足 $F=-kx$，即力与位移大小成正比、方向始终指向平衡位置），其中比例系数为 $k=\frac{2p_0S}{L}$，所以 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=2\pi\sqrt{\frac{mL}{2p_0S}}$，玻璃管突然停下后，液柱在两侧气体压力差作用下以玻璃管中点为平衡位置做简谐运动，一个往返的时间即为简谐运动的周期 T，**A 正确**.

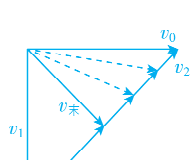
5. **D**　【解析】运用配速法，配一速度 v_1，使其对应的阻力与重力平衡，另一速度为斜向上的 v_2，则可理解为灭火弹同时做竖直向下的匀速直线运动和斜向上的变速直线运动，如图甲所示，



甲

设灭火弹受到的阻力为 $f=kv$，则 $f_1=kv_1=mg$，$f_2=kv_2$，此时将

灭火弹受到的合外力等效为f_2，作出灭火弹速度变化的矢量图如图乙所示，



乙

由题意知，灭火弹的初速度大小为$v_0=10\ \text{m/s}$，刚发射时所受阻力大小等于其重力大小，即$mg=kv_0$，代入数据，解得$k=2\ \text{kg/s}$，结合图甲，可知$v_1=10\ \text{m/s}$，v_2与水平方向的夹角$\alpha=45°$，灭火弹与水平地面成45°精准命中“火点”，则由图乙可知$v_{末}=v_0\cos 45°=5\sqrt{2}\ \text{m/s}$，**D 正确**；灭火弹命中“火点”前瞬间速度的水平方向分量为$v_{末x}=v_{末}\cos 45°=5\ \text{m/s}$，因此，在空中运动的过程中灭火弹速度的水平方向分量均大于5 m/s，故水平方向的平均速度$\bar{v}_x>5\ \text{m/s}$，而无人机始终保持5 m/s的速度匀速飞行，故当灭火弹命中“火点”时，无人机的位移小于灭火弹的水平位移，**A 错误**；水平方向，由动量定理可知$-\sum kv_x\Delta t=mv_{末}\cos 45°-mv_0$，代入数据解得$k\sum v_x\Delta t=10\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$，故灭火弹的水平位移$x=\sum v_x\Delta t=5\ \text{m}$，**B 错误**；根据动能定理可知，阻力对灭火弹做功满足$mgh+W_f=\frac{1}{2}mv_{末}^2-\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}\times 2\times 50\ \text{J}-\frac{1}{2}\times 2\times 100\ \text{J}=-50\ \text{J}$，由抛出到落地，重力做正功，故阻力对灭火弹做功的绝对值大于50 J，**C 错误**.

6. **ACD** 【解析】入射光子和静止电子碰撞后，光子将一部分能量传递给电子，光子自身能量E减小，由光子能量公式$E=\frac{hc}{\lambda}$可知，能量减小则波长增大，因此散射光波长$\lambda>\lambda_0$，**A 正确**，**B 错误**；根据能量守恒，入射光子能量=散射光子能量+电子获得的动能E_k，即$\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{hc}{\lambda}+E_k$，整理得$E_k=\frac{hc}{\lambda_0}-\frac{hc}{\lambda}=\frac{hc(\lambda-\lambda_0)}{\lambda\lambda_0}$，**C 正确**；根据动量守恒定律，设入射光传播方向为x轴，y轴垂直于x轴，碰撞后电子动量沿x、y方向的分量分别为p_x、p_y，电子速度方向与入射光传播方向夹角为α，x方向动量守恒有$\frac{h}{\lambda_0}=\frac{h}{\lambda}\cos\theta+p_x$，整理得$p_x=\frac{h(\lambda-\lambda_0\cos\theta)}{\lambda\lambda_0}$，$y$方向动量守恒有$0=\frac{h}{\lambda}\sin\theta-p_y$，整理得$p_y=\frac{h\sin\theta}{\lambda}$，正切值$\tan\alpha=\frac{p_y}{p_x}$，代入化简得$\tan\alpha=\frac{\lambda_0\sin\theta}{\lambda-\lambda_0\cos\theta}$，**D 正确**.

新风向3　新情境新定义问题

1. **C** 【解析】根据题意，当$n=5$时，$r=2.8\ \text{AU}$，表格中火星轨道半径为1.52 AU，木星轨道半径为5.20 AU，因此小行星带位于火星与木星之间，**A 错误**；太阳对行星的引力为$F=G\frac{Mm}{r^2}$，虽然水星的r最小，但题目未提供行星质量数据，无法确定水星受引力最大（易错：万有引力大小由中心天体质量、环绕天体质量和轨道半径共同决定，不能仅通过轨道半径单一因素判断引力大小），**B 错误**；根据开普勒第三定律$\frac{r^3}{T^2}=k$，由表格可得$r_{地}=1\ \text{AU}$，$T_{地}=1$年，$r_{火}=1.52\ \text{AU}$，解得$T_{火}=\sqrt{(1.52)^3}$年≈ 1.87年，小于2年，**C 正确**；根据万有引力提供向心力可得$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，解得$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，线速度与$\sqrt{\frac{1}{r}}$

成正比，金星的轨道半径 $r_{金}=0.72\ \text{AU}$，地球的轨道半径 $r_{地}=1\ \text{AU}$，则 $\frac{v_{金}}{v_{地}}=\sqrt{\frac{1}{0.72}}\approx1.18$，**D 错误**.

关键点拨 开普勒第三定律的应用核心是“绕同一中心天体运动的行星，轨道半长轴的三次方与周期二次方的比值为定值”，处理太阳系行星公转问题时，可借助地球的已知周期（1 年）快速推导其他行星的周期.

2. **C** 【解析】由图乙的光路图可知，太阳光射入六边形冰晶时发生了色散现象，光线 b 偏折的程度大于光线 a 偏折的程度，说明冰晶对 b 光的折射率更大，对 a 光的折射率更小，即 $n_a<n_b$（关键：根据偏折程度判断折射率大小，是解决光学色散问题的核心突破口），折射率越大，光的频率越高、波长越短，因此两种光的频率关系为 $\nu_a<\nu_b$，波长关系为 $\lambda_a>\lambda_b$，根据全反射临界角公式 $\sin C=\frac{1}{n}$ 可知，由于 $n_a<n_b$，则 a 光的全反射临界角大于 b 光的全反射临界角（即 $C_a>C_b$），**A 错误**；根据双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$ 可知，在相同装置下，由于 a 光的波长较长（$\lambda_a>\lambda_b$），所以 a 光的干涉条纹间距比 b 光的干涉条纹间距大，**B 错误**；发生明显衍射现象的条件是障碍物或孔的尺寸与波长差不多，或者比波长小，波长越长的光，衍射现象越明显，由于 $\lambda_a>\lambda_b$，a 光的衍射现象更明显，**C 正确**；根据爱因斯坦光电效应方程 $E_k=h\nu-W_0$ 可知，照射同一金属板（逸出功 W_0 相同），由于 a 光的频率较低（$\nu_a<\nu_b$），因此 a 光产生的光电子的最大初动能较小，**D 错误**.

3. **B** 【解析】电容器两极板与电源始终相连，稳定时极板间电压 U 保持不变（关键：电容器与电源保持连接，稳定时，极板间电压恒定不变，是电容器动态分析的核心前提），当由匀速变为以某一加速度向前加速时，N 板因惯性相对 M 板向后运动，两板间距 d 变大，根据平行板电容器电容公式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知，间距 d 变大，电容 C 减小，再根据 $Q=CU$，电容器所带电荷量 Q 减小，根据电场强度公式 $E=\frac{U}{d}$，两板间电场强度 E 减小，**A 错误**，**B 正确**；若有电流由 b 到 a 流经电流表，说明电容器正在放电，电荷量 Q 减小，对应电容 C 减小、板间距 d 变大，说明加速度向前（易错：电流方向对应电容器充放电状态，放电时电荷量减少，对应板间距增大、加速度向前，充电时电荷量增加，对应板间距减小、加速度向后，易出现方向判断颠倒），**C 错误**；保持匀速运动时，N 板与 M 板相对静止，板间距 d 不变，电压 U 也不变，因此电荷量 Q 不变，回路中无电流，电阻 R 不发热，**D 错误**.

4. **A** 【解析】根据题干给出的公式 $T=\frac{hc^3}{8\pi KGM}$，变形得玻尔兹曼常量 $K=\frac{hc^3}{8\pi TGM}$，其中 h 的单位为 $\text{J}\cdot\text{s}=\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}=\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$，$c$ 的单位为 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$，$G$ 的单位为 $\text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}=\text{m}^3\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{kg}^{-1}$，$M$ 的单位为 kg，T 的单位为 K，代入玻尔兹曼常量的表达式可得 K 的单位是 $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{K}\cdot\text{s}^2}=\frac{\text{J}}{\text{K}}=\frac{\text{W}\cdot\text{s}}{\text{K}}$（关键：量

纲分析的核心是等式两侧单位必须一致，可通过已知物理量的单位推导未知量的单位），**A 正确**.

30 s 速解　哈尔滨工业大学——何翔宇

$T=\dfrac{hc^3}{8\pi KGM}$，将 GM 与 c^2 移动到等号左侧，有 $\dfrac{TGM}{c^2}=\dfrac{hc}{8\pi K}$，由黄金代换有 $GM=gR^2$，可知左侧单位是 K·m，右侧 hc 的单位是 J·m，求解玻尔兹曼常量的单位为 $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$，选 A.

5. D　**【解析】**根据开普勒第二定律，同一个天体绕中心天体运动时，在相同时间内，与中心天体的连线扫过的面积相等，而两个天体在相同时间内与中心天体的连线扫过的面积不一定相等（易错：开普勒第二定律仅适用于同一环绕天体，不同天体与中心天体的连线扫过的面积不具备相等关系，易混淆定律的适用范围），**A 错误**；由情景可知，当地球与小行星的连线刚好与小行星轨道相切时，分辨角最大，由几何关系可得 $\sin\theta=\dfrac{r_{行}}{r_{地}}$，再结合开普勒第三定律可得 $\dfrac{r_{行}^3}{T_{行}^2}=\dfrac{r_{地}^3}{T_{地}^2}$，联立可得 $\dfrac{T_{行}}{T_{地}}=\sqrt{\sin^3\theta}$，**B 错误**；设此过程中小行星转过的角度为 α，地球转过角度为 β，则 $\alpha=\dfrac{2\pi}{T_{行}}t$，$\beta=\dfrac{2\pi}{T_{地}}t$，刚开始小行星位置超前于地球，由几何关系可得 $\alpha-\beta=\pi+2\theta$，联立可得该小行星的公转周期为 $\dfrac{2\pi t(1-\sqrt{\sin^3\theta})}{\pi+2\theta}$，地球的公转周期为 $\dfrac{2\pi t(\sqrt{\sin^3\theta}-\sin^3\theta)}{(\pi+2\theta)\sin^3\theta}$（关键：天体追及问题的核心是角度差关系，内轨道天体比外轨道天体多转对应角度时，会再次出现特定观测位置），**C 错误，D 正确**.

6. BD　**【解析】**设表头满偏角度为 θ，根据题意可知 $S_I=\dfrac{\theta}{I_g}$，$S_I'=\dfrac{6}{5}S_I=\dfrac{\theta}{I_g'}$，解得 $I_g'=\dfrac{5}{6}I_g$，**A 错误，B 正确**；因为 $S_U=\dfrac{\theta}{I_gR_g}$，则 $S_U=\dfrac{S_I}{R_g}$，已知 $R_g'=\dfrac{3}{2}R_g$，则新的电压灵敏度 $S_U'=\dfrac{S_I'}{R_g'}=\dfrac{4}{5}S_U$，**C 错误，D 正确**.