



小卷提速 · 满分

满分小卷 ▶ 1

1. **B** 【解析】本题考查分子动理论.

分子间同时存在引力和斥力,气凝胶的弹性是分子间引力和斥力共同作用的结果,并非只存在引力,**A 错误**;温度是分子平均动能的标志,温度越高,分子平均动能越大,因此气凝胶内空气分子的平均动能随温度升高而增大,**B 正确**;布朗运动是悬浮在流体中的固体小颗粒的无规则运动,不是分子自身的运动,气凝胶分子的无规则运动属于热运动,不属于布朗运动,**C 错误**;温度越高,分子热运动越剧烈,气凝胶耐高温是因为其材料结构热稳定性好,并非分子热运动随温度升高而减弱,**D 错误**.

2. **C** 【解析】本题考查光电效应.

因为 $eU_c = E_k$, 根据光电效应方程有 $eU_c = h\nu - W_0$, 结合上述有

$$\nu = \frac{eU_c + W_0}{h} \quad (\text{关键: 图像的横截距代表遏止电压}),$$

由于甲的遏止电压小于乙的遏止电压,则甲光的频率比乙光的频率小,**A 错误**;结合上述结论可知,乙光的频率比丙光的频率大,根据

$$c = \lambda\nu \text{ 得 } \lambda = \frac{c}{\nu},$$

乙光的波长比丙光的波长小,**B 错误**;根据题中图像可知,甲、丙的遏止电压相等,小于乙的遏止电压,又 $eU_c = E_k$, 则甲光所产生光电子的最大初动能与丙光所产生光电子的最大初动能相等,**D 错误**;根据逸出功与截止频率的关系 $W_0 = h\nu_0$, 由于逸出功与截止频率均由金属材料本身决定,实验中小明用的是同一光电管(关键:同一光电管逸出功相同),则乙光所对应的截止频率与丙光所对应的截止频率一样大,**C 正确**.

3. **A** 【解析】本题考查光的折射.

由图可知,玻璃三棱镜对 a 光的偏折程度较小,所以玻璃三棱镜对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率,**A 正确**;根据 $v =$

$$\frac{c}{n}$$

可知,因为玻璃三棱镜对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率,所以在玻璃三棱镜中, a 光的传播速度比 b 光的传播速度大,**B 错误**; a 光和 b 光从空气射入玻璃时,频率不会发生变化,**C 错误**;因为玻璃三棱镜对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率,所以 a 光的频率小于 b 光的频率,根据 $c = \lambda f$ 可得,空气中 a 光的波长大于 b 光的波长,**D 错误**.

4. **C** 【解析】本题考查简谐运动.

由于小球在半径为 R 的光滑球面上的 A 、 B 之间做小角度的往返运动,所以小球的运动可以视为简谐运动,小球运动周

$$\text{期为 } T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}, \text{ 则小球运动的频率为 } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{R}},$$

可见小球运动的频率只与 g 和 R 有关,球面半径 R 越大,小球运动的频率越小,**A、B 错误, C 正确**;将整个装置移至我国空间站“天和”核心舱中,小球处于完全失重状态,不能下落,该实验不能进行,**D 错误**.

5. **A** 【解析】本题考查不同轨道卫星和赤道上一点的比较.

$$\text{根据万有引力提供向心力有 } G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r, \text{ 解得 } T =$$

$$\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}},$$

由题图中位置关系可知,卫星 M 的轨道半径大于



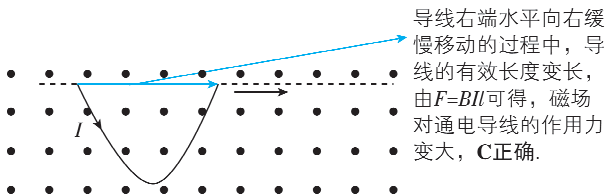
卫星 N 的轨道半径, 所以卫星 M 的周期大于卫星 N 的周期, 而卫星 M 的周期与 P 点的周期相同 (点拨: 静止卫星和同步卫星的轨道周期都是 24 小时), 所以 P 点的周期比卫星 N 的大, **A 正确**; 卫星 M 的角速度与 P 点的角速度相同, 根据 $v=r\omega$, 可知卫星 M 的线速度大于 P 点的线速度, 根据万有引力提供向心力, 有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 当轨道半径近似等于地球半径 R 时的速度为第一宇宙速度, 所以卫星 M 的速度小于第一宇宙速度, 综上可知 P 点的速度小于第一宇宙速度, **B 错误**; 根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$, 解得 $a = \frac{GM}{r^2}$, 由题图可知卫星 M 的轨道半径大于卫星 N 的轨道半径, 所以卫星 M 的向心加速度小于卫星 N 的向心加速度, **C 错误**; 根据万有引力定律有 $F = G \frac{Mm}{r^2}$, 因为不知道卫星 M 与卫星 N 的具体质量关系, 所以无法判断卫星 M 与卫星 N 所受的万有引力大小, **D 错误**.

易错警示

在求 P 点速度时, 不能根据公式 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 去求, 认为 P 点的轨道半径最小, 速度最大, 因为物体在地球上时, 只有万有引力极小的一个分力提供向心力.

6. B 【解析】本题考查电容器的充电.

闭合开关 S 瞬间, R_1 中有电流, 电容器充电, 通过 R_2 的电流逐渐减小, 则通过 R_1 的电流逐渐增加, 电容器充电结束后, 通过 R_1 的电流达到最大, 并保持不变, **B 正确**.

7. C 【解析】本题考查安培力.**8. C** 【解析】本题考查法拉第电磁感应定律.

$t = 0$ 到 $t = 3.0 \text{ s}$ 时间内, 金属框中产生的感应电动势为 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = k \times \frac{1}{2} l^2 = 0.008 \text{ V}$, **A 错误**; 根据楞次定律知 $t = 0$ 到 $t = 3.0 \text{ s}$ 时间内, 金属框中的电流方向为 $D \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, **B 错误**; 金属框的电阻 $R = 4l \cdot \lambda = 4 \times 0.40 \times 5 \times 10^{-3} \Omega = 8 \times 10^{-3} \Omega$, 由欧姆定律得 $I = \frac{E}{R} = \frac{0.008 \text{ V}}{8 \times 10^{-3} \Omega} = 1 \text{ A}$, $t = 2.0 \text{ s}$ 时, 磁感应强度为 $B_1 = 0.3 \text{ T} - 0.1 \times 2.0 \text{ T} = 0.1 \text{ T}$, 金属框处于磁场中的有效长度为 $L = \sqrt{2} l$, 所受安培力的大小为 $F = BIL = 0.04\sqrt{2} \text{ N}$, **C 正确**; 在 $t = 0$ 到 $t = 2.0 \text{ s}$ 时间内, 金属框产生的焦耳热为 $Q = I^2 R t = 0.016 \text{ J}$, **D 错误**.

9. C 【解析】本题考查小球在复合场中的运动.

小球从 A 点到 O 点的运动中, 受到向下的重力和电场力, 重力和电场力对小球做正功, 小球的动能增大, 在 O 点时, 电场强度为零, 小球所受电场力为零, 此时小球只受重力作用, 小球的动能继续增大, 因此小球在 O 点处的动能不是最大, **A 错误**; 小球从 A 点到 O 点的运动中, 受到向下的重力和电场力, 其合力大于重力, 则加速度大于重力加速度, 小球在 O 点时只受重力, 加速度等于重力加速度, 因此小球在 O 点的加



速度不是最大, **B 错误**; 小球从 A 点到 O 点的运动中, 电场力对小球做正功, 电势能减小, 小球穿过 O 点后, 所受电场力方向向上, 电场力做负功, 电势能增大, 因此小球在 O 点的电势能最小, **C 正确**; 若小球只受电场力作用, 因 A 、 A' 关于 O 点对称, 则小球在 A 、 A' 间往复运动, 但小球从 A 点运动到 A' 点的过程中, 小球受电场力作用的同时又受重力作用, 重力方向一直向下, 因此小球不可能在 A 、 A' 间往复运动, **D 错误**.

10. B 【解析】本题考查匀变速直线运动.

小物体在斜面上半段做匀加速直线运动, 然后在斜面下半段做匀减速直线运动, 由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 知, $x-t$ 图像的抛物线开口应

先向上, **A 错误**; 由于小物体到达底端的速度为零, 所以小物体在上半段和下半段的平均速度相等, 又因为位移相等, 故

关键点

小物体在上半段和下半段的运动时间相等, 匀加速和匀减速直线运动的加速度大小相等、方向相反, 则小物体在上半段

关键点

和下半段的合力大小相等、方向相反, **B 正确, C 错误**; 根据 $I = Ft$ 可知, 合力的冲量在上半段和下半段的运动时间内也是大小相等、方向相反的, **D 错误**.

易错警示

两段过程中平均速度和时间均相等的信息获得是易错之处. 小物体在前半段的初速度为零, 后半段的末速度为零, 小物体在 P 点的速度连接两段过程, 故两段匀变速运动过程的平均速度相等. 两段位移相等, 故时间也相等.

11. D 【解析】本题考查竖直圆周运动临界条件.

过山车要能通过 D 点, 须满足 $H > 2R\left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$ (点拨: H 大于 BD 的竖直高度), 另外, 过山车要能安全行驶 (过山车对轨道一

直有压力) 至 F 点, 通过 E 点时须满足 $m \frac{v_E^2}{R} < mg \cos \frac{\theta}{2}$ (关

键: 过 E 点时与接触面有挤压, 重力沿半径方向的分力与支持力的合力提供向心力), 过山车由 P 点运动到 E 点的过程, 由动能定理得 $mg\left[H - R\left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)\right] = \frac{1}{2}mv_E^2 - 0$, 联立得

$2R\left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right) < H < R\left(1 - \frac{1}{2}\cos \frac{\theta}{2}\right)$, 要想 H 存在, 须满足

$2R\left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right) < R\left(1 - \frac{1}{2}\cos \frac{\theta}{2}\right)$, 解得 $\cos \frac{\theta}{2} > \frac{2}{3}$, 若 $\theta \leq$

90° , 则 $\cos \frac{\theta}{2} \geq \frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{2}{3}$, 若 $\theta = 120^\circ$, 则 $\cos \frac{\theta}{2} = \frac{1}{2} < \frac{2}{3}$, **D**

正确.



30 s 速解

哈尔滨工业大学——何翔宇

过山车经过凸圆弧 CDE 时存在离心趋势, 需要重力的径向分力提供向心力且还要保留一部分分力平衡轨道的支持力, 角越大, 重力沿半径指向圆心的分力越小, 可用于对抗离心趋势的有效分量就越小, 更容易发生离心脱离, 单选题选不合理的角度, 故选择角度最大的 **D** 选项.



满分小卷 ▶ 2

1. **A** 【解析】本题考查平抛运动.

不计空气阻力,铅球被水平推出后做平抛运动,水平位移大小 $x = v_0 t$, **A 正确**; 加速度大小 $a = g$, **B 错误**; 速度大小 $v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$, **C 错误**; 动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(v_0^2 + g^2 t^2)$, **D 错误**.

2. **A** 【解析】本题考查静电平衡.

根据电场线疏密程度可知 $E_A > E_B$, 金属球内部空腔放置一个点电荷后,金属球内处于静电平衡状态,金属球为等势体,球上电势处处相等,即 $\varphi_A = \varphi_B$, **A 正确**.

知识拓展

处于静电平衡中的导体内部场强处处为零且导体为等势体.

3. **D** 【解析】本题考查国际单位制.

根据安培力 $F = BIL$ 可知 $B = \frac{F}{IL}$, 那么 $\frac{N}{A \cdot m}$ 表示的是磁感应强度 B 的单位 T, 但 N 不是国际制基本单位, **A 错误**; A 选项

中的 $\frac{kg \cdot m^3}{A^2 \cdot s^3}$ 涉及电流、质量、长度及时间的单位, 因此该单位

可以写成 $\frac{kg \cdot \frac{m}{s^2} \times m^2}{A \times A \cdot s}$, 进而转换为相应的物理量 $\frac{mal \times l}{I \times It} =$

$\frac{Fl \times l}{I \times q} = \frac{qUl}{I \times q} = \frac{Ul}{I} = Rl$, 即单位应该是 $\Omega \cdot m$, 则 $1 \frac{kg^2 \cdot m^2}{A^2 \cdot s^3} =$

$1 \Omega \cdot kg, 1 \frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^3} = 1 \Omega$, **B 错误**; 安培力作用于物体上的冲

量使物体由静止开始加速应满足 $Bllt = mv$, 即 $B = \frac{mv}{llt}$, 从单位

上可以得出 $1 T = 1 \frac{kg \cdot m/s}{A \cdot m \cdot s} = 1 \frac{kg}{A \cdot s^2}$, **C 错误, D 正确**.

4. **D** 【解析】本题考查验证动量守恒定律.

为了防止小球反弹, a 球质量应大于 b 球质量, 两小球半径相同, **A 错误**; 重复 10 次的目的是为了减小偶然误差, 要求入射球每次都要从斜槽上的同一位置滚下, 然后用画圆找圆心的方法求平均落点, **B 错误**; $\overline{OP}$ 是入射球不发生碰撞时飞出的

水平距离, $\overline{ON}$ 是被碰球飞出的水平距离, $\overline{OM}$ 是入射球碰撞后飞出的水平距离, 由于它们都是从同一高度做平抛运动, 运动的时间相同, 可用水平位移代表水平速度, 则应有

$m_1 \overline{OP} = m_1 \overline{OM} + m_2 \overline{ON}$, **C 错误, D 正确**.

5. **C** 【解析】本题考查单缝衍射类比双缝干涉.

选项	分析	正误
A	对比双缝干涉相邻亮条纹间距与双缝间距、光的波长、缝屏距离的关系公式 $\Delta x = \lambda \frac{l}{d}$, 由题意可得单缝衍射中央亮条纹宽度的一半与单缝宽度、光的波长、缝屏距离的关系为 $\frac{\Delta x'}{2} = \lambda \frac{l'}{d'}$, 激光波长越短, 其他条件不变, 则中央亮条纹宽度越窄	×



续表

选项	分析	正误
B	相同实验条件下,金属的膨胀量越大,则单缝宽度 d' 越小,中央亮条纹宽度越宽	×
C	相同实验条件下,中央亮条纹宽度变化越大,说明单缝宽度变化越大,即金属的膨胀量变化越大	√
D	金属的线膨胀系数属于金属的特有属性,与实验装置无关	×

6. **B** 【解析】本题考查气体状态变化.

由题图可知,由状态 B 到状态 A 的变化属于等容变化,即气体的体积不变,所以气体分子的数密度不变,**A 错误**;由状态 B 变化到状态 A ,由题图可知气体的压强减小,气体的温度也减小,且为同种气体,所以气体分子的平均速率减小,所以单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力减小,**B 正确**;由题图可知,由状态 B 变化到状态 A ,气体的温度降低,所以气体分子的平均动能减小,**C 错误**;由之前的分析可知,气体分子的平均速率减小,气体分子的数密度不变,所以单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数减少,**D 错误**.

7. **D** 【解析】本题考查波的传播.

选项	分析	正误
A	在图示时刻,质点 a 处于正向最大位移处,此时加速度最大,速度为零	×
B	由题图可知,该简谐横波的波长为 4 m ,则周期 $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{4}{200}\text{ s} = 0.02\text{ s}$,所以经过 0.01 s ,即半个周期,质点 a 通过的路程为 2 倍振幅,即 0.4 m	×
C	由于此波的波长为 4 m ,所以此波在传播过程中遇到宽约 4 m 的障碍物,将会发生明显的衍射现象	×
D	此波的频率为 $f = \frac{1}{T} = 50\text{ Hz}$,若此波遇到另一列波能发生稳定的干涉现象,则另一列波的频率为 50 Hz	√

8. **B** 【解析】本题考查光电效应.

因为 A 为内壁镀银的真空玻璃球,无论滑片 P 向左移动还是向右移动,最终光电子均会打到内壁上,有的打在左内壁,有的打在右内壁,但总数相等,因此微安表示数保持不变(易错:本题可能会错认为所加为正向电压,向左移动滑片会导致正电压增大,那么光电流先增大后达到饱和电流而不变;而向右移动滑片会导致正向电压减小,光电流会减小.但事实上,本题光电子不一定要打到右内壁某区域才会有光电流,而是打到玻璃球整个内壁任一处均可以,那么打到镀银层上的光电子总数相等,形成光电流大小不变),**B 正确**,**A、C 错误**;无论开关 S 是否闭合, C 均能发生光电效应,微安表



均有示数, **D** 错误.

9. **B** 【解析】本题考查磁场的叠加.

由安培定则知, 通电直导线在 P 、 Q 两点产生的磁感应强度方向不同, 故两点的磁感应强度不同 (易错: 磁感应强度是矢量, 大小相等、方向相同, 磁感应强度才相同), **A** 错误; M 、 N 两点到导线的距离相等, 则通电直导线在 M 、 N 两点产生的磁感应强度大小相等, 由安培定则知, 电流 I 在 M 、 N 两点产生的磁感应强度方向相同, 故两点的磁感应强度相同, **B** 正确; 线圈圆心在 P 点时, 通电直导线在该点产生的磁感应强度方向平行于线圈, 线圈内没有磁通量, 线圈圆心运动到 N 点时, 有通过线圈的磁通量, **C** 错误; 线圈圆心从 P 点开始沿 y 轴方向匀速运动时, 通过线圈的磁通量始终为零, 线圈中无感应电流, **D** 错误.

10. **B** 【解析】本题考查竖直圆周运动.

由题意可知当小球通过最高点时, 底座对地面的压力恰好

关键点

为 Mg , 可知此时杆对小球的作用力为零, 小球只受重力,

由牛顿第二定律得 $mg = m \frac{v^2}{l}$, 解得 $v = \sqrt{gl}$, 对小球从最

低点到最高点的过程, 由动能定理得 $-mg \cdot 2l = \frac{1}{2}mv^2 -$

$\frac{1}{2}mv_0^2$, 解得小球在最低点处的速度大小为 $v_0 = \sqrt{5gl}$, 由动

能定理得外界对小球做的功为 $W = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{5}{2}mgl$, **A** 错误;

取初速度的方向为正方向, 小球从最低点运动到最高点的

过程, 由动量定理得 $I_{\text{合}} = -mv - mv_0$, 解得 $I_{\text{合}} = -(1 + \sqrt{5}) \cdot$

$m\sqrt{gl}$, 所以合外力的冲量大小为 $(1 + \sqrt{5})m\sqrt{gl}$, **B** 正确; 小

球从最低点运动到与转轴等高的位置时, 设速度大小为

v_1 , 由动能定理得 $-mgl = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 解得 $v_1 = \sqrt{3gl}$, 设杆

对小球的拉力大小为 F , 由牛顿第二定律得 $F = m \frac{v_1^2}{l} =$

$3mg$, 则杆对底座的拉力大小为 $3mg$, 对底座受力分析, 由

平衡条件得地面对底座的静摩擦力大小为 $3mg$, **C** 错误;

小球在最低点时, 设杆对小球的拉力为 T , 由牛顿第二定

律得 $T - mg = m \frac{v_0^2}{l}$, 解得 $T = 6mg$, 则杆对底座向下的压力

大小为 $6mg$, 对底座受力分析, 由平衡条件得地面对底座

的支持力 $N = (M + 6m)g$, 由牛顿第三定律知底座对地面的

压力大小为 $(M + 6m)g$, **D** 错误.

快解

分析 C、D 项应用整体法, 将小球与底座看成整体, 小球运动到与转轴等高的位置时, 系统中底座加速度

为零而小球有水平方向的加速度 $a_1 = \frac{v_1^2}{l}$, 对系统, 水平方

向由牛顿第二定律得 $f = ma_1 + M \times 0 = m \frac{v_1^2}{l} = 3mg$, **C** 错误.

当小球在最低点时, 系统中小球有竖直向上的加速度 $a_2 =$

$\frac{v_0^2}{l}$, 对系统, 竖直方向由牛顿第二定律得 $N - (M + m)g =$

$ma_2 + M \times 0$, 解得 $N = (M + 6m)g$, 由牛顿第三定律得底座对

地面的压力大小为 $(M + 6m)g$, **D** 错误.

11. **C** 【解析】本题考查电磁感应中的图像问题.



导体棒 ab 、 cd 组成的系统所受合外力为零,故系统动量守恒,由动量守恒定律知,两导体棒的速度大小相等、方向相反,设大小为 v ,回路中的感应电动势 $E = 2BLv$ (点拨:两导体棒产生的感应电动势方向相同),感应电流 $I = \frac{E}{2R}$,对导体棒 ab ,由牛顿第二定律得 $mg - BIL - mg \sin 30^\circ = ma$,解得 $a = \frac{1}{2}g - \frac{B^2 L^2 v}{mR}$,则导体棒 ab 做加速运动,随着 v 增大,加速度 a 减小,故 $a-t$ 图像的斜率是变化的,**A 错误**; $v-t$ 图线的斜率表示加速度,加速度 a 减小,图线斜率逐渐减小,当 $a = 0$ 时,导体棒 ab 做匀速直线运动,**B 错误**; $E_{ab}-x$ 图线斜率的绝对值表示除重力外做功的力的合力 $F_{\text{合}}$,对导体棒 ab 有 $F_{\text{合}} = mg - \frac{B^2 L^2 v}{R}$,随着 x 增大, v 增大,则 $F_{\text{合}}$ 减小,由 A 项分析可知 a 减小,当 $a = 0$ 时, $F_{\text{合}} = \frac{1}{2}mg$,图线斜率不变,**C 正确**;导体棒 ab 、 cd 组成的系统的机械能 E 与位移 x 的关系图像的斜率为 $k = F' = mg - \frac{2B^2 L^2 v}{R}$,随着 x 增大, v 增大,则 F' 减小,当 $a = 0$ 时, $F' = 0$,则 $E-x$ 图线斜率为 0,**D 错误**.



满分小卷 ▶ 3

1. **B** 【解析】本题考查绝热过程.

云室内封闭一定质量的气体,迅速向下拉动活塞,可看作绝热过程,即 $Q=0$, 气体体积增大, 气体对外做功, $W<0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 可知 $\Delta U<0$, 内能减小, 温度降低, **A、C 错误**; 气体体积增大, 温度降低, 由 $\frac{pV}{T}=C$ 可知, 压强减小, **B 正确**; 气体体积增大, 总分子数不变, 则分子数密度减小, **D 错误**.

2. **A** 【解析】本题考查核衰变.

根据质量数守恒和电荷数守恒可知, 衰变的方程为 ${}^{233}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{233}_{91}\text{Pa} + {}^0_{-1}\text{e}$, **A 正确**; 衰变时放出核能, 产生的新核的比结合能变大, **B 错误**; 衰变辐射出的电子来自中子转变为质子时释放出的电子, **C 错误**; 外部条件无法改变半衰期, **D 错误**.

3. **C** 【解析】本题考查光的折射.

设入射角为 θ , 折射角为 α , 根据几何关系得 $\sin \theta = \frac{ON}{OM}$,

$\sin \alpha = \frac{ON}{OB}$, 根据折射定律有 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$, 解得 $n = \frac{OB}{OM}$, **C 正确**.

4. **C** 【解析】本题考查天体运动.

由开普勒第一定律可知, 月球处于“鹊桥二号”椭圆轨道的一个焦点上, **A 错误**; “鹊桥二号”在近月点和远月点受到的万有引力大小不同, 由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 可知, “鹊桥二号”在近月点和远月点的加速度大小不相同, **B 错误**; 月球第一宇宙速度是卫星绕月球运行的最大速度, 故“鹊桥二号”在远月点的运行速度小于月球第一宇宙速度, **C 正确**; 由开普勒第二定律可知, 同一颗卫星与月球球心的连线在相同时间扫过的面积相等, 但是“鹊桥二号”与“嫦娥四号”是两颗轨道不同的卫星, 相同时间内扫过的面积不相等, **D 错误**.

5. **C** 【解析】本题考查汽车的圆周运动.

选项	分析	正误
A	汽车做匀速圆周运动, 所受合力指向圆心, 汽车并不是处于平衡状态	×
B	随着汽车上坡, 重力的下滑分力逐渐减小, 而空气阻力和摩擦阻力的大小不变, 因此牵引力逐渐减小	×
C	输出功率 $P = Fv$, 由于牵引力逐渐减小, 汽车的速率不变, 从而输出功率逐渐减小	✓
D	汽车定速的速率越大, 所需要的向心力越大, 地面对轮胎的支持力越小, 也就是轮胎对地面的压力越小, 轮胎越不容易爆胎	×

6. **C** 【解析】本题考查法拉第电磁感应定律.

设线圈电阻为 R , 线圈进入磁场过程, CD 边切割磁感线, 根据右手定则可知 C 点电势高于 D 点电势 (点拨: CD 相当于电源, 电源内部正电荷由低电势点移向高电势点), 电源电动



势 $E = Blv$, 由于 CD 两端电势差为路端电压, 则有 $U_{CD} = \frac{E}{R}$.

$$\frac{3}{4}R = \frac{3}{4}E = \frac{3}{4}Blv, \text{C 正确.}$$

7. **B** 【解析】本题考查圆锥摆模型.

对小球受力分析如图所示, 有 $F_N = \frac{mg}{\cos \theta}$, $\frac{F_{NA}}{F_{NB}} =$

$$\frac{\cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{4}{3}, \text{A 错误; 小球受到的合外力充当向心}$$

力, 根据牛顿第二定律有 $mg \tan \theta = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, $r =$

$$R \sin \theta, \text{解得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{R \cos \theta}{g}}, \text{则 } \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{\cos \alpha}{\cos \beta}} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{B 正确; 根据}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \text{有 } \frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{T_B}{T_A} = \frac{2}{\sqrt{3}}, \text{C 错误; 根据牛顿第二定律有 } mg \tan \theta =$$

$$m \frac{v^2}{R \sin \theta}, \text{解得 } v = \sqrt{g R \sin \theta \tan \theta}, \text{则 } \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{\sin \alpha \tan \alpha}{\sin \beta \tan \beta}} = \frac{8}{3\sqrt{3}}, \text{D}$$

错误.

8. **D** 【解析】本题考查电路动态分析.

设滑动触头 P 上方电阻的阻值为 x , 则其下方电阻的阻值为 $(R-x)$, 滑动触头 P 从最上端向下滑动时 x 增加, 则根据

$$\text{闭合电路欧姆定律得 } A_1 \text{ 读数 } I_1 = \frac{E}{\frac{(R_1+x)(R_2+R-x)}{R_1+R_2+R} + r} \times$$

$$\frac{(R_2+R-x)}{R_1+R_2+R} (\text{A}) = \frac{E}{10+x+\frac{19r}{9-x}} (\text{A}) \text{ (关键: 根据串并联电路的电}$$

阻关系, 结合闭合电路欧姆定律, 列式化简), 则当 x 增加时 I_1 减小, 根据闭合电路欧姆定律得 A_2 读数 $I_2 =$

$$\frac{E}{\frac{(R_1+x)(R_2+R-x)}{R_1+R_2+R} + r} \times \frac{(R_1+x)}{R_1+R_2+R} (\text{A}) = \frac{E}{9-x+\frac{19r}{10+x}} (\text{A}), \text{则当 } x$$

增加时 I_2 增加, **A、B 错误**; 设总电流为 I , 则 $\frac{\Delta u}{\Delta I} = r$, 由数学知识

可知, 当滑动触头 P 上面的电阻与下面的电阻满足 $R_{P上} + R_1 = R_{P下} + R_2$ 时, 总电阻最大, 但是由于 $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 1 \Omega$, 滑动变

阻器 R 的最大电阻值为 8Ω , 则当 P 在最上端时, 总电阻最大, 总电流最小, 可知当 P 由最上端向下滑动时, 总电流 I 变

大, 因 I_1 减小, I_2 变大, 且 $I = I_1 + I_2$, 则 $\Delta I_2 > \Delta I$, ΔI_1 不一定等于

ΔI , 可知 $\frac{\Delta u}{\Delta I_2} < r$, $\frac{\Delta u}{\Delta I_1}$ 不一定等于 r , **C 错误, D 正确.**

9. **A** 【解析】本题考查平行板电容器.

若是一对正对面积为 S 的平行板电容器间空气被击穿, 则有

$$E_0 = \frac{U}{d}, C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d} = \frac{Q}{U}, \text{联立解得单个板的最大电荷量为 } Q =$$

$$\frac{\epsilon_r S E_0}{4\pi k}, \text{由题可知该面积为 } S \text{ 且足够大的孤立金属板可达到同样}$$

$$\text{的效果, 则金属薄板携带的最大电荷量为 } 2Q = \frac{\epsilon_r S E_0}{2\pi k}, \text{A 正确.}$$

10. **C** 【解析】本题考查波的叠加.

两列相同类型的波在同种介质中传播速度相同, 因甲、乙波长不同, 则频率不同, 则相遇区域内不会发生稳定的干涉现象, **A 错误**; 甲、乙两列波的波长之比为 $2:3$, 根据 $f = \frac{v}{\lambda}$ 可



得,频率之比为 $3:2$, **B 错误**; 两列波的波速均为 $v = \frac{\lambda_{\text{甲}}}{T_{\text{甲}}} =$

$$\frac{4}{\frac{1}{3}} \text{ m/s} = 12 \text{ m/s}, \text{甲波从 } x=0 \text{ 处传播到 } A \text{ 点的时间 } t_1 = \frac{x_A}{v} =$$

$$\frac{6}{12} \text{ s} = 0.5 \text{ s}, \text{乙波从 } x=9.5 \text{ m 处传播到 } B \text{ 点的时间 } t_2 =$$

$$\frac{9.5-2}{12} \text{ s} = 0.625 \text{ s}, \text{则对于 } x=0 \text{ 处的质点和 } x=9.5 \text{ m 处的质}$$

点,它们开始振动的时间之差为 $\Delta t = t_2 - t_1 = 0.125 \text{ s}$, **C 正确**;

$t = \frac{1}{4} \text{ s}$ 时,两列波各自沿传播方向传播了 3 m ,此时 $x=4 \text{ m}$

处的质点由甲波引起的位移是 $+10 \text{ cm}$,由乙波引起的位移

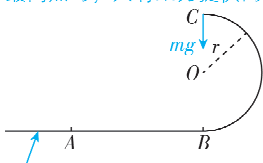
为 $-5\sqrt{3} \text{ cm}$,则此时该质点的实际位移大小等于 $10 \text{ cm} -$

$5\sqrt{3} \text{ cm} \approx 1.34 \text{ cm}$, **D 错误**.

11. D

题图剖析

对C处小球受力分析,恰好能通过
最高点时,只有重力提供向心力



全轨道光滑, 小球在轨道
上运动时只有重力做功

【解析】 本题考查竖直圆周运动.

小球能经过 C 点, 则有 $m \frac{v_C^2}{r} \geq mg$, 从 B 到 C 由机械能守恒

可知 $\frac{1}{2}mv^2 = 2mgr + \frac{1}{2}mv_C^2$, 联立解得 $r \leq \frac{v^2}{5g}$, 由图可知, r 最

大值为 $r_m = 2 \text{ m}$, 可知 $v = \sqrt{5gr_m} = 10 \text{ m/s}$, **A 错误**; 小球在 C

点做平抛运动, 则有 $x = v_C t$, $2r = \frac{1}{2}gt^2$, 可得 $x =$

$\sqrt{40r - 16r^2} \text{ (m)}$, 则当 $r = -\frac{40}{2 \times (-16)} \text{ m} = 1.25 \text{ m}$ 时, x 有最大

值 $x_m = 5 \text{ m}$, **B 错误**; 小球在轨道上 B 点时有 $F_{NB} - mg =$

$m \frac{v^2}{r}$, 在 C 点时有 $F_{NC} + mg = m \frac{v_C^2}{r}$, 从 B 到 C 由机械能守恒

有 $\frac{1}{2}mv^2 = 2mgr + \frac{1}{2}mv_C^2$, 联立解得小球在 B 、 C 两点受到的

弹力大小的差值 $\Delta F_N = F_{NB} - F_{NC} = 6mg$, 可知与 r 无关, **C 错**

误; 设小球在半圆形轨道上距离 AB 高 h 的位置时速度为

v' , 由机械能守恒有 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv'^2 + mgh$, 在该点时有 $F_N -$

$mg \cos \theta = m \frac{v'^2}{r}$, 其中 $\cos \theta = \frac{r-h}{r}$, 解得 $F_N = mg + m \frac{v^2}{r} -$

$\frac{3mg}{r}h$, 可知 r 一定时, F_N 与 h 为线性关系, 则 r 一定时, 在小

球沿轨道上升的过程中, 每上升相同的高度, 其受到的弹力
大小的变化相等, **D 正确**.



满分小卷 ▶ 4

1. **A** 【解析】本题考查核衰变.

重核衰变为较轻质量的核时,比结合能变大,所以 ${}_{92}^{238}\text{U}$ 的比

易错点

结合能小于新核 X 的比结合能, **A 正确**; 该衰变过程的方程应写为 ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{X} + {}_2^4\text{He}$, **B 错误**; 衰变反应中的 α 射线在几种射线中电离能力最强, **C 错误**; 半衰期是大量原子核衰变的统计结果, 单个原子核的衰变时间无法预测, **D 错误**.

2. **A** 【解析】本题考查安培力.

V 形导线所受安培力等效为两端连线形成的直线导线所受的安培力, 转动前后, 电流大小、方向均不变, 由 $F = BIL$ 可知, 安培力大小不变, 由左手定则可知安培力方向不变, **A 正确**.

3. **B** 【解析】本题考查薄膜干涉.

凸透镜的凸球面和玻璃平板之间形成一个空气薄膜, 当竖直向下的平行光射向凸透镜时, 尖劈形空气薄膜上、下表面反

关键点

射的两束光相互叠加而产生干涉现象, 同一半径的圆环处的空气膜厚度相同, 上、下表面反射光程差相同, 因此使干涉图样呈圆环状, 若将下方的玻璃平板换成凸面朝上的凸透镜, 则对应题图乙同一亮环, 这一处空气薄膜的厚度要向圆心内移, 对应的亮环的半径变小, 其它环半径依次变小, 所以圆环更密, **B 正确**.

4. **D** 【解析】本题考查 $v-t$ 图像.

$v-t$ 图像中, 其斜率大小表示加速度的大小, 由于 $0 \sim t_2$ 段倾斜程度小于 $t_3 \sim t_5$ 段的倾斜程度, 所以 $0 \sim t_2$ 段的加速度小于 $t_3 \sim t_5$ 段加速度, **A 错误**; $0 \sim t_3$ 段无人机的加速度发生了变化, 不是匀变速运动, 所以其平均速度不是 $\frac{v_2}{2}$, 而是小于

$\frac{v_2}{2}$, **B 错误**; 由图像可知, 无人机 $0 \sim t_2$ 段加速上升, $t_2 \sim t_3$ 段

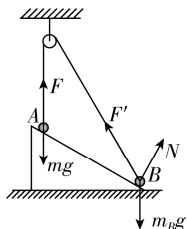
也是加速上升, 只不过 $t_2 \sim t_3$ 阶段的加速度更大, $t_3 \sim t_5$ 阶段开始减速上升, t_5 时刻减速到 0, 达到最高点, **C 错误**; $t_3 \sim t_5$ 阶段开始减速上升, 加速度方向向下, 无人机处于失重状态, **D 正确**.

5. **B** 【解析】本题考查热力学第一定律.

选项	分析	正误
A	气体的分子间距大, 分子间作用力几乎为零	×
B	气体单位体积内分子数目增多, 单位时间内与容器壁碰撞的次数增加	✓
C	快速拔出可视为未发生热传递, 体积膨胀, 气体对外做功, 由热力学第一定律可知, 气体内能减少	×
D	快速拔出瓶塞的过程中, 瓶塞克服摩擦力所做的功产生的内能是系统所有, 拔出过程中还有外力做功将其他能转化为系统产生的内能, 不一定等于气体内能的减少量	×

6. **A** 【解析】本题考查受力平衡.

根据题意,对小球 A 受力分析如图所示,由于小球 A 处于平衡状态,且绳与小球 A 相连的部分保持竖直,则小球 A 受重力和绳子的拉力大小相等,即 $F = mg$,斜面对 A 的支持力为 0,对小球 B 受力分析如图所示,根据平衡条件可得 $F' \cos 30^\circ = m_B g \sin 30^\circ$, $N + F' \sin 30^\circ = m_B g \cos 30^\circ$, $F =$



F' (关键:本题中绳子对 A、B 的拉力大小相等),解得 $m_B = \sqrt{3}m$,对斜面体竖直方向受力分析有 $F_N = mg + N' \cos 30^\circ$, $N = N'$,所以 $F_N = \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) mg \approx 1.9mg$,根据牛顿第三定律可得,斜面体对地面的压力大小约为 $1.9mg$,**A 正确**.

7. **C** 【解析】本题考查机械波.

因 $t=0$ 时刻质点 C 从平衡位置向下振动,可知波沿 x 轴正方向传播,则质点 D 的起振方向沿 y 轴正方向,**A 错误**;由题图

知 $\lambda = 4 \text{ m}$, $T = 0.4 \text{ s}$,则波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{0.4} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$,当质

点 B 回到平衡位置时,波至少向右传播 1.5 m ,此时所需时间为 $t = \frac{1.5}{10} \text{ s} = 0.15 \text{ s}$,故 $t = 0.05 \text{ s}$ 时质点 B 不能回到平衡位

置,**B 错误**;机械波的频率为 $f = \frac{1}{T} = 2.5 \text{ Hz}$,接收器远离波源

运动,根据多普勒效应可知,信号接收器接收到该机械波的频率小于 2.5 Hz ,**C 正确**;机械波的传播速度只与介质有关,若改变振源的振动频率,则形成的机械波在该介质中的传播速度不变,**D 错误**.

8. **B** 【解析】本题考查天体运动.

从题图中我们可以找出,冬至时地球位于近日点附近,公转速度最快,随着地球向远日点移动,公转速度逐渐减慢,因此,芒种时的公转速度应该比小满时慢,**A 错误**;地球公转轨道是椭圆,但轨道上的速度并不是均匀分布的,由于公转速度的变化,芒种到小暑的时间间隔与大雪到小寒的时间间隔并不相等,从题图中可以看出,芒种到小暑的时间间隔要大于大雪到小寒的时间间隔,**B 正确**;地球公转的加速度与地球到太阳的距离有关,立春时和立秋时,地球到太阳的距离并不相等,因此公转加速度大小也不相等,**C 错误**;实际上,由于地球公转轨道是椭圆形的,各季节的长度并不相等,**D 错误**.

易错警示

本题中应该把地球公转轨道看作是椭圆,而不是圆形.

9. **B** 【解析】本题考查单杆切割磁感线.

由题意可知,设弹射体的质量为 m ,在轨道上运动的距离为 x ,对弹射体由动能定理可得 $BILx = \frac{1}{2}mv^2 - 0$,其中 $B =$

kI ,可得 $kI^2 Lx = \frac{1}{2}mv^2 - 0$,增加轨道之间的距离,弹射体质量等比例增大,故速度不变,减少弹射体的半径,弹射体质量减小,速度增大,**A 错误, B 正确**;换用最大值为 I 的

正弦交流电,则有 $k\left(\frac{I}{\sqrt{2}}\right)^2 Lx = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ (提示:须代入有效值),安培力做功减小,速度减小,**C 错误**;换用电阻率更小的材料制作弹射体,因电源供给稳定电流,故速度不

变, D 错误.

10. C 【解析】本题考查电场叠加.

壳内电场强度大小处处为 0, 故移动试探电荷电场力不做功, 故试探电荷的电势能不变, A 错误; 在圆心 O 处放一个电荷量为 $-2Q$ 的点电荷, 由于静电感应, 球壳内表面感应出 $+2Q$ 的电荷, 则球壳外表面的电荷量为 $-Q$, B 错误; 在 $+R$ 处取走极小一块面积 ΔS , 故取走的电荷量为 $Q_{\text{取}} = \frac{\Delta S}{4\pi R^2} \cdot Q$, 则由电场的对称性可知, 在 $+R$ 处取走极小一块面积的电荷后, 在 O 点产生的电场强度大小变为 $E = \frac{k}{R^2} \cdot \frac{\Delta S}{4\pi R^2} Q = \frac{kQ\Delta S}{4\pi R^4}$, C 正确; 整个球壳在 B 点产生的电场强度大小为 $E_1 = \frac{kQ}{4R^2}$, 方向水平向右, 圆心 O 正上方处取走的极小一块面积 ΔS 在 B 点产生的电场强度大小为 $E_2 = \frac{k}{5R^2} \cdot \frac{\Delta S}{4\pi R^2} Q = \frac{kQ\Delta S}{20\pi R^4}$, 方向斜向右下, 若取走此面积 ΔS , E_1 与 E_2 矢量作差即为 B 点电场强度, D 错误.

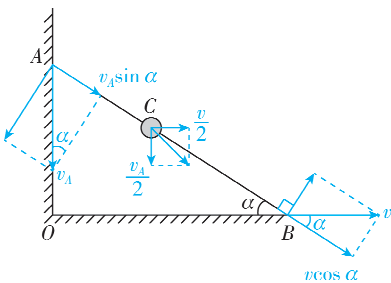
关键点拨

解答本题应注意以下四点:

- (1) 球壳内部电场强度大小处处为零, 判断电场力做功的大小, 进而判断试探电荷电势能的变化;
- (2) 根据静电感应原理判断球壳外表面带电荷量;
- (3) 结合电场的对称性和点电荷的电场强度公式求解 O 点的电场强度大小;
- (4) 根据点电荷场强公式和矢量合成求解 B 点的电场强度大小.

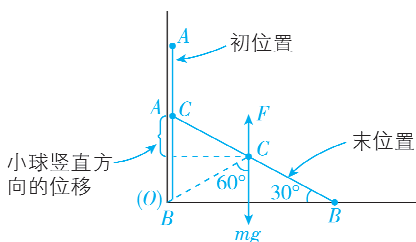
11. C 【解析】本题考查杆关联速度问题.

如图甲所示,



甲

将 A 端和 B 端的速度沿杆方向和垂直于杆方向分解, 根据刚性杆上各点沿杆方向分速度相等的特点, 有 $v_A \sin \alpha = v \cos \alpha$, 解得 A 端竖直向下的速度 $v_A = \frac{v}{\tan \alpha}$, 小球 C 沿竖直和水平方向的速度大小分别等于 A 、 B 两端速度大小的一半 (关键: 相同时间内, 竖直方向 C 点下降位移为 A 点下降位移的一半, 水平方向 C 点右移位移为 B 点右移位移的一半), 则小球沿水平方向的速度大小为 $v_{Cx} = \frac{v}{2}$, 沿竖直方向的速度大小为 $v_{Cy} = \frac{v_A}{2} = \frac{v}{2 \tan \alpha}$, 竖直分速度非定值, B 错误; 小球的合速度大小为 $v_C = \sqrt{v_{Cx}^2 + v_{Cy}^2} = \frac{v}{2 \sin \alpha}$, A 错误; 如图乙所示,



乙

当杆与地面夹角为 30° 时, $v'_c = \frac{v}{2\sin 30^\circ} = v$, 小球竖直方向的

位移为 $y = \frac{l}{2} - \frac{1}{2}l\sin 30^\circ = \frac{l}{4}$, 由上述分析可知小球的水平

速度为 $\frac{v}{2}$, 那么小球水平速度不变, 说明小球水平方向不受

力, 那么杆对小球的力一定沿竖直方向, 由指向圆心的合外力提供向心力 (关键: $\triangle AOB$ 是直角三角形, OC 永远等于斜边长度的一半, 所以 C 到 O 点距离一直不变, C 绕 O 做圆周

运动), 即 $mgsin 30^\circ - Fsin 30^\circ = m \frac{v'^2_c}{\frac{l}{2}}$, 解得 $F =$

$m\left(g - \frac{4v^2}{l}\right)$, 对小球, 根据动能定理, 可得 $W + mgy =$

$\frac{1}{2}mv'^2_c$, 解得 $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{mgl}{4} \neq -\frac{mgl}{4}$, C 正确, D 错误.

满分小卷 ▶ 5

1. **C** 【解析】本题考查电表改装.

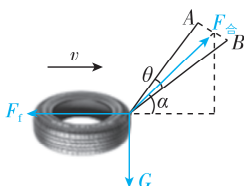
题左图所示电路图, R_1 与电表串联, 电表改装为大量程的电压表, 改装后测量值略偏小, 即电表示数偏小, 即通过的电流偏小, 因此为了增大电流, 需要减小串联的电阻, 即一个阻值较大的电阻与 R_1 并联, **A、B 错误**; 题右图所示电路图, R_2 与电表并联, 电表改装为大量程的电流表, 改装后测量值略偏小, 即电表示数偏小, 即通过的电流偏小, 因此为了增大电表的电流, 需要一个阻值较小的电阻与 R_2 串联, **C 正确, D 错误**.

2. **A** 【解析】本题考查双缝干涉.

根据双缝干涉条纹间距公式可得 $\lambda = \frac{d}{L} \Delta x$, **A 错误**; 电子的动量为 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{hL}{d\Delta x}$, **B 正确**; 仅减小照射光的波长, 电子束形成的干涉条纹间距将减小, **C 正确**; 与实物粒子相联系的波被称为德布罗意波, 也叫作物质波, **D 正确**.

3. **C**

题图剖析



【解析】本题考查受力分析.

设每根绳的拉力大小为 F , 则这两根绳拉力的合力 $F_{\text{合}} = 2F \cos \frac{\theta}{2}$, 方向沿两根绳夹角的角平分线, $F_{\text{合}}$ 与水平面的夹角为 α , 受力分析如图所示, 对轮胎有 $F_{\text{合}} \cos \alpha = F_f$, 解得 $F = \frac{F_f}{2 \cos \alpha \cos \frac{\theta}{2}} = \frac{5\sqrt{3}}{9} F_f$, **C 正确**.

4. **C** 【解析】本题考查机械波.

根据题意可知, $t = \frac{3}{4}T$ 时, 在 $\frac{5}{4}\lambda$ 处的质点处于 $y = A \cdot \sin \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{3}{4}T + \frac{\pi}{2} \right) = A \sin 2\pi = 0$, 则此时该质点位于平衡位置, **A、B 错误**; 在 $t = \frac{3}{4}T$ 的下一时刻, 平衡位置在 $x = \frac{5}{4}\lambda$ 处的质点向 y 轴正方向振动, 而该横波传播方向沿 x 轴正向, 根据微平移法可知, **C 正确, D 错误**.

5. **B** 【解析】本题考查理想气体状态变化.

飞机从巡航到着陆过程, 以瓶内气体为研究对象, 根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$, 由于瓶内气体温度不变, 体积变小, 则可知矿泉水瓶内的空气的压强增大, 即飞机从巡航到着陆过程飞机机舱内的气压增大, **A 错误, B 正确**; 由于理想气体的温度是分子热运动平均动能的标志, 即理想气体的气体分子的平均动能只与温度有关, 由于机舱内的温度保持不变, 则瓶内气体的分子平均动能不变, **C 错误**; 由于理想气体的内能由温度决定, 温度不变, 则内能不变 (易错: 理想气体的内

能只与温度有关,与物质的量、体积无关),D 错误。

6. **B** 【解析】本题考查斜抛运动。

由题图可知,甲、乙两支水枪所喷出的水在空中上升的最大高度相同,利用逆向思维,根据公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$,可知水上升到最高点时间相等,同理,因为水下落高度也相同,故下落时间也相等,所以两水枪喷出的水在空中运动的时间相同,D 错误;因为斜抛运动在水平方向的分运动为匀速直线运动,由 $x = v_x t$,可知在相同时间内水平位移越大,水平速度越大,故乙的水平速度较大,在最高点水的竖直速度为 0,只有水平速度,故乙水枪喷出的水在最高点的速度较大,C 错误;结合上述分析,由 $v_y = gt$ 且 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$,可知因两水枪喷出的水竖直速度大小相等,乙的水平速度较大,故乙水枪喷出的水初速度大,A 错误;两水枪喷水口径相同,则两水枪喷水口横截面的面积 S 相等,喷水量为 $Q = Svt$,乙水枪喷出的水初速度大,两水枪喷出的水在空中运动时间相等,故乙水枪喷出的水在空中水量多,B 正确。

7. **D** 【解析】本题考查万有引力定律。

设行星表面物体质量为 m_1 ,该“类地球”行星表面两极的重力加速度大小为 $G \frac{Mm_1}{R^2} = m_1 g$,其中 $M = \frac{4}{3}\rho\pi R^3$,解得 $g = \frac{4}{3}\pi\rho GR$,A 错误;设该“类地球”行星的同步卫星运行的轨道半径为 r ,同步卫星的质量为 m_2 ,由万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm_2}{r^2} = m_2 \frac{4\pi^2}{T_0^2} r$,解得该“类地球”行星的同步卫星轨道半径为 $r = \sqrt[3]{\frac{GMT_0^2}{4\pi^2}} = R \sqrt[3]{\frac{\rho GT_0^2}{3\pi}}$,则运行速率为 $v = \frac{2\pi r}{T_0} = \frac{2\pi R}{T_0} \sqrt[3]{\frac{\rho GT_0^2}{3\pi}}$,B、C 错误;在该“类地球”行星表面附近做匀速圆周运动的卫星,设其质量为 m_3 ,由万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm_3}{R^2} = m_3 \frac{v'^2}{R}$,解得 $v' = \sqrt{\frac{GM}{R}} = 2\pi R \sqrt{\frac{\rho G}{3\pi}}$,D 正确。

8. **D** 【解析】本题考查法拉第电磁感应定律。

金属框的速度和位移关系为 $v^2 = 2ax$,则感应电流为 $i = \frac{BLv}{R} = \frac{BL\sqrt{2ax}}{R}$,A 错误;根据 $q = \bar{I}t$, $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R} = \frac{BLx}{t \cdot R}$ 可知, $q = \frac{BLx}{R}$,B 错误;根据运动学公式 $v = at$ 可知,C 错误;根据牛顿第二定律得 $F - BiL = ma$,金属框电流 $i = \frac{BLv}{R} = \frac{BLat}{R}$,解得 $F = ma + \frac{B^2 L^2 at}{R}$,D 正确。

9. **B** 【解析】本题考查薄膜干涉。

由题意可知,当用平行单色光向下垂直照射平凹形玻璃板时,观察到的干涉条纹是由于空气薄膜的上下表面所反射的光发生了干涉产生的,由牛顿环原理可知,干涉条纹宽窄的差异,是空气薄膜厚度变化量的不同所导致的,变化量越大,条纹就更加密集,从而使条纹看起来更窄,由本题空气薄膜的形状可知,薄膜的厚度越大的地方(靠近中心的地方),薄膜厚度变化量越小,条纹间距越大,条纹越宽,薄膜的厚度越小的地方,薄膜厚度变化量越大,条纹间距越小,条纹越窄,因此观察到的干涉条纹形状可能正确的是 B,B 正确。



方法总结

单色光亮、暗条纹的条件

(1) 光程差为 $\Delta r = r_2 - r_1 = k\lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$), 光屏上出现亮条纹.

(2) 光程差为 $\Delta r = r_2 - r_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ ($k=0, 1, 2, \dots$), 光屏上出现暗条纹.

10. A 【解析】本题考查电势的叠加.

3 段圆环 $\widehat{AB}$ 、 $\widehat{BC}$ 、 $\widehat{CD}$ 均匀带有等量电荷 q , $\widehat{BC}$ 带正电, $\widehat{AB}$ 和 $\widehat{CD}$ 带负电, 取无穷远处电势为 0, 由 $\varphi = \frac{kq}{r}$ 可知 $\widehat{AB}$ 和 $\widehat{CD}$ 产生的电场中各点电势均为负值, $\widehat{BC}$ 产生的电场中各点电势均为正值, 设三段圆环在 M 点的电势分别为 φ_{ABM} 、 φ_{BCM} 、 φ_{CDM} , 由对称性可知, $\widehat{BC}$ 和 $\widehat{CD}$ 在 M 点产生的电势绝对值相等, 且 $\varphi_{BCM} > 0$ 、 $\varphi_{CDM} < 0$, 故在 M 点电势叠加后可得 $\varphi_1 = \varphi_{ABM}$, 同理可知, N 点电势 $\varphi_2 = \varphi_{ABN} + \varphi_{BCN} + \varphi_{CDN}$, 因 $\varphi_{ABN} = -\varphi_{BCN}$, 则 $\varphi_2 = \varphi_{CDN}$, 把 CD 段在平面内绕 O 点逆时针转 90° 至虚线圆弧处, 同理可得 $\varphi'_M = \varphi_{ABM} + \varphi_{BCM} + \varphi'_{CDM}$, 而 $\varphi_{ABM} = \varphi'_{CDM}$, 可知 $\varphi'_M = 2\varphi_1 + \varphi_{BCM}$, 又 $\varphi_{BCM} = -\varphi_{CDN} = -\varphi_2$, 则 $\varphi'_M = 2\varphi_1 - \varphi_2$, A 正确.

11. D 【解析】本题考查弹簧振子.

小球在 B 点与滑块间无弹力, 对小球受力分析有 $mgsin\theta = ma$, 对滑块受力分析有 $Mgsin\theta + f - F_{\text{弹}} = Ma$, 二者加速度相同, 所以此时弹簧有弹力, 不处于原长, A 错误; 当小球加速度为零时, 速度达到最大, 由上述分析可知, 在 B 点时小球的加速度不为零, 故 B 点时小球速度不是最大, B 错误; 由能量守恒可知, 小球和滑块的机械能和滑块摩擦生成的热量都来源于弹簧的弹性势能的转化, 故弹簧的弹性势能减小, 滑块在以后的运动过程中不可能到达 A 点, C 错误; 假设滑块与炮管间无摩擦且小球不离开滑块, 整个系统做简谐运动, O 点为平衡位置, 则 A 点是关于 O 点对称的最远点之一(另一点未画出), 但因为有摩擦, 而且到达 B 点时小球和滑块还有速度, 所以 OA 间的距离大于 OB 间的距离(关键: 对比无摩擦的简谐运动, 用简谐运动的对称性进行比较), D 正确.



满分小卷 ▶ 6

1. **D** 【解析】本题考查玻意耳定律.

医护人员用注射器将药液从密封导热药瓶中缓缓抽出 (关键: “缓缓”过程视为温度不变), 在此过程中瓶中药液的体积减小, 气体的体积增加, 气体分子总数一定, 则气体分子数密度减小, 而气体的温度可视为不变, 根据玻意耳定律 $pV = C$, 可知气体压强减小, **D 正确**.

2. **A** 【解析】本题考查光电效应.

当物体从光源和光电管间通过时, 挡住光束, 光电效应现象消失, 与光电管连接的电路没有电流, 电磁铁不产生磁场, 报警电路中的开关闭合, **A 正确**; 只有入射光的频率大于等于金属的极限频率或入射光的波长小于等于极限波长才会发生光电效应, 与光照时间长短无关, **B、C 错误**; 光的强度越强, 单位时间内照射到光电管的光子数越多, 单位时间内逸出的电子数也越多, **D 错误**.

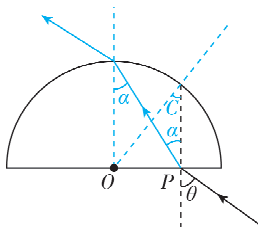
3. **B** 【解析】本题考查光的折射.

根据题意可知, 当光线垂直入射时, 在下表面不改变方向, 在半圆形表面发生全反射, 有 $n = \frac{1}{\sin C}$, 根据几何关系有 $\sin C =$

$\frac{OP}{R} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}R}{R} = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 可得 $n = \sqrt{3}$, **A 错误**; 当入射角 $\theta = 60^\circ$ 时, 设折

射角为 α , 光路图如图所示, 根据折射定律有 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$, 解得

$\alpha = 30^\circ$, 根据几何关系可知, 从玻璃砖射出的光线与入射光线平行, **B 正确**; 当光线垂直入射时, 恰好在半圆形表面发生全反射, 选择合适的入射角 θ ($\theta \neq 0^\circ$), 发现光线在半圆形表面上的入射角均小于临界角, 因此光线不能在半圆形表面发生全反射, **C 错误**; 在 θ 相同的情况下, 若 $\theta = 0^\circ$ (关键: 利用特殊值, 即红光和蓝光在玻璃砖半圆形表面发生全反射的情况), 红光和蓝光传播的距离相等, 由于玻璃砖对红光的折射率较小, 则红光在玻璃砖内的传播速度较大, 所以红光的传播时间比蓝光短, **D 错误**.

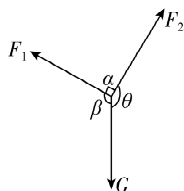
4. **A** 【解析】本题考查交变电流的表达式.

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi \text{ rad/s}$, $E_m = \sqrt{2}E_{\text{有}} = 220\sqrt{2} \text{ V}$, 从题图所示位置开始计时, 感应电动势瞬时值的表达式为 $e = E_m \sin \omega t = 220\sqrt{2} \sin (100\pi t) \text{ V}$, **A 正确**.

5. **A** 【解析】本题考查受力分析.

对手机受力分析, 如图所示, F_1 和 F_2 相互垂直, 即 $\alpha = 90^\circ$, 手机处于静止状态, 则手机受力平衡, 根据几何知识有 $\frac{G}{\sin \alpha} =$

$\frac{F_1}{\sin \theta} = \frac{F_2}{\sin \beta}$, 因为手机的重力 G 和 α 不



变,所以上式的比值不变,挡板由图示位置沿顺时针方向缓慢转至 AB 水平的过程中, β 由钝角增大到 180° , 即 $\sin \beta$ 减小, F_2 变小, θ 由钝角减小到 90° , 即 $\sin \theta$ 变大, F_1 变大, **A 正确**.

6. C 【解析】 本题考查天体运动.

空间站内的航天员处于“悬浮”状态是因为他处于完全失重状态,其自身所受万有引力充当其随空间站一起环绕地球做圆周运动的向心力, **A 错误**; 由于飞船从 A 到 B 的运动轨迹为椭圆,椭圆运动的周期的求解必须用开普勒第三定律,但

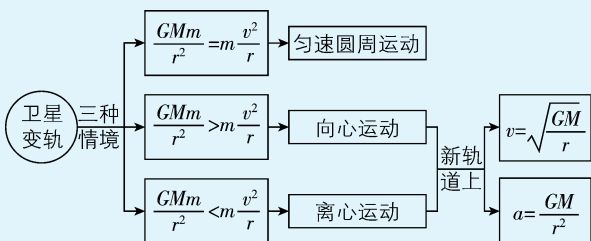
关键点

椭圆运动的半长轴未知,所以根据已知条件无法求出具体时间, **B 错误**; 同步卫星与赤道上物体的角速度 ω 大小相同,圆周运动半径 $r_{\text{同}} > r_{\text{赤}}$, 根据向心加速度公式 $a = \omega^2 r$ 可知 $a_{\text{同}} > a_{\text{赤}}$, 对于空间站和同步卫星都是万有引力充当向心力,故向

心加速度 $a = \frac{GM}{r^2}$, 由于 $r_{\text{同}} > r_{\text{空}}$ (关键: 同步卫星的离地高度为 $36\,000\text{ km}$), 故 $a_{\text{同}} < a_{\text{空}}$, 综上可得 $a_{\text{赤}} < a_{\text{同}} < a_{\text{空}}$, **C 正确**; 根据狭义相对论原理,在正在沿轨道飞行的飞船中,速度较大,所以航天员的手表变慢了, **D 错误**.

技巧总结 卫星的变轨问题

1. 三种情境



2. 变轨问题的三点注意

(1) 航天器变轨时半径的变化,根据万有引力和所需向心力的大小关系判断;稳定在新轨道上的运行速率变化由 $v =$

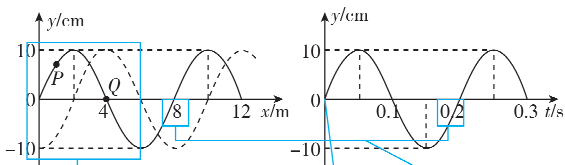
$\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 判断.

(2) 同一航天器在不同轨道上运行时机械能不同,轨道半径越大,机械能越大.

(3) 航天器经过不同轨道相交的同一点时加速度相等,外轨道的速度大于内轨道的速度.

7. C

题图剖析



③ 由图可知 $t_2 = \frac{1}{4}T + nT$ ($n=0,1,2,3,\dots$), 当 $n=2$ 时 $t_2=0.45\text{ s}$, **C 正确**

① 由 Q 点在 $t_1=0$ 时刻即 $t_2=0.45\text{ s}$ 时, 波将向上运动可知, 该简谐横波沿 x 轴正方向传播, **A 错误**

② 由周期 $T=0.2\text{ s}$, 波长 $\lambda=8\text{ m}$, 可知波速 $v=40\text{ m/s}$, **B 错误**

【解析】 本题考查机械波.

由题图甲可知, $t_1=0$ 时刻波形的函数表达式为 $y =$

$A \sin \frac{2\pi}{\lambda} x$ (cm), 此时 P 质点的位移为 $y_0 = 10 \sin \left(\frac{\pi}{4} \times 1 \right)$ cm =

$5\sqrt{2}$ cm, 设质点 P 的振动方程为 $y = A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi \right)$ cm =



$10\sin(10\pi t + \varphi) \text{ cm}$, $t_1 = 0$ 时刻, P 质点的位移为 y_0 , 且随后位移减小, 则 $\varphi = \frac{3}{4}\pi$, 则 P 质点的振动方程为 $y = 10\sin\left(10\pi t + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ cm}$, **D** 错误.

8. C 【解析】本题考查导体棒切割磁感线.

根据右手定则知, R_1 中的电流方向为 M 到 P , R_2 接入电路中的阻值从 0 逐渐增大, 电路总电阻也逐渐增大, 由闭合电路欧姆定律知导体棒 AB 中电流逐渐减小, 导体棒 AB 两端的电压即路端电压 $U = E - I \cdot \frac{R}{2}$ 逐渐增大, R_1 中的电流 $I_1 = \frac{U}{R}$ 逐渐增大, **A、B** 错误; 当 $R_2 = R$ 时, 外电路总电阻 $R_{\text{外}} = \frac{R}{2}$, 与电源内阻相等, 此时电源输出功率最大即两电阻 R_1 、 R_2 的电功率之和最大, 且为 $P = \frac{E^2}{4R_{\text{外}}} = \frac{B^2 L^2 v^2}{2R}$, **C** 正确; 导体棒 AB 匀速运动时, 拉力 F 的功率等于克服安培力的功率, 也等于电路中的总电功率, 当滑动变阻器接入电路中的阻值 $R_2 = \frac{R}{2}$ 时, $R'_{\text{外}} = \frac{R}{3}$, $R_{\text{总}} = \frac{R}{2} + R'_{\text{外}} = \frac{5}{6}R$, 根据法拉第电磁感应定律及闭合电路欧姆定律, 干路电流为 $I' = \frac{E}{R_{\text{总}}} = \frac{6BLv}{5R}$, 解得拉力 F 的功率为 $P' = I'^2 R_{\text{总}} = \frac{6B^2 L^2 v^2}{5R}$, **D** 错误.

方法总结

电磁感应的电路问题的分析方法

- (1) 确定电源: 发生电磁感应的部分如导体棒或线圈等效为电源, 由右手定则判断其等效电源正负极 (方法: 电流由电源正极流出), 由法拉第电磁感应定律求感应电动势;
- (2) 画出等效电路: 根据闭合电路的电压关系、电流关系及功率关系求解.

9. C 【解析】本题考查霍尔元件的应用与带电粒子在叠加场中运动.

若载流子为正电荷, 根据左手定则可知, 正电荷在洛伦兹力作用下向前表面聚集, 则前表面电势比后表面电势高, 稳定时, 正电荷所受洛伦兹力与电场力平衡, 则有 $qvB = q \frac{U}{b}$, 其中 b 是前后表面间的距离, 根据电流的微观定义式有 $I = nqvb c$, 其中 c 是上下表面间的距离, 解得 $U = \frac{IB}{nqc}$, 可知, 使垂直穿过霍尔元件的磁场增强, 前后表面间的电势差变大, **C** 正确.

10. B 【解析】本题考查电场强度、电势、电势能.

因 A 、 B 为等量异种点电荷, 由等量异种点电荷电场线分布知, A 、 B 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, 点电荷 C 在 M 、 N 两点产生的电场强度大小相等、方向不同, 由电场叠加原理知 M 点的电场强度小于 N 点的电场强度, **A** 错误; 由等量异种点电荷电场线分布知, 点电荷 A 、 B 产生的电场中, O 、 N 点的电势关系为 $\varphi_{N1} > \varphi_{O1}$, 点电荷 C 产生的电场中, O 、 N 点的电势关系为 $\varphi_{N2} > \varphi_{O2}$, 由电势叠加原理知, $\varphi_N > \varphi_O$ (点拨: 电势为标量, 电势叠加可直接相加计算), **B** 正确; 点电荷 A 、 B 产生的电场中, M 、 N 点的电势关系为 $\varphi_{N1} > \varphi_{M1}$, 点电荷 C 产生的电场中, M 、 N 两点的电势相等, 由电势叠加原理知, $\varphi_N > \varphi_M$, **C** 错误; 等

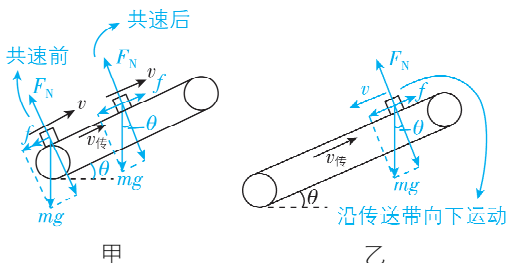


量异种点电荷连线的中垂线为等势线,点电荷 A 、 B 产生的电场中, P 、 O 点的电势相等,点电荷 C 产生的电场中, O 、 P 点的电势关系为 $\varphi_{O2} > \varphi_{P2}$,则 $\varphi_O > \varphi_P$,由 $E_p = \varphi q$ 知,同一负电荷在 P 点的电势能比在 O 点大,**D 错误**。

11. C

题图剖析

作出物块与传送带共速前后的受力分析如图甲所示,减速到 0 后的受力分析如图乙所示。



【解析】本题考查倾斜传送带问题。

由题分析可知,传送带足够长,则物块先沿传送带向上减速,由于物块与传送带间的动摩擦因数小于传送带倾角的正切值,则物块与传送带共速后继续向上减速到零,然后向下加速,**A 错误**;物块滑上传送带时,加速度沿传送带向下,为负值,大小为 $a_1 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta$,共速后沿传送带向上减速,加速度沿传送带向下,为负值,大小为 $a_2 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$,减速为零后向下加速,加速度沿传送带向下,为负值(点拨:题干中提到以沿传送带向上为正方向),大小为 $a_3 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$,**B 错误**; $E_{\text{机}} - x$ 图线的斜率绝对值等于摩擦力大小(关键:除重力以外的力做的功等于机械能的变化量,本题中即摩擦力做功),物块在传送带上运动时,滑动摩擦力大小不变,开始时摩擦力向下,摩擦力做负功,机械能减小,向上速度减为与传送带共速后,到向上速度减为零的过程中摩擦力向上,摩擦力做正功,机械能增加,向下滑动时摩擦力向上,摩擦力做负功,机械能减小(关键:拐点为共速位置,之后机械能先增加,后减小,摩擦力大小方向均不变),**C 正确**; $E_k - x$ 图线的斜率绝对值等于合力大小,物块向上减速到与传送带速度相同前,合力大小 $F_1 = mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$,共速后向上减速为零过程中,合力大小为 $F_2 = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$,图线斜率的绝对值变小,向下加速过程中,合力大小为 $F_3 = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$,**D 错误**。



1 min 速解

哈尔滨工业大学——何翔宇

传送带足够长,物块的初速度大于传送带的速度,物块与传送带间动摩擦因数小于传送带倾角的正切值,根据受力分析,物块一定是先大加速度减速后小加速度减速,再反向加速,无需计算大小,**A 错误**;两次加速度大小不一样,但方向相同,**B 错误**;摩擦力先向下,物块与传送带共速后一直向上,先做负功后做正功,再做负功,机械能先减小后增大再减小,**C 正确**。



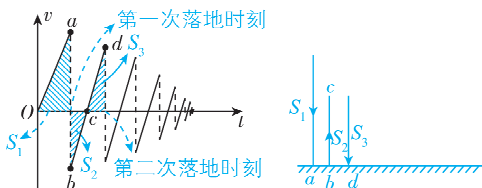
满分小卷 ▶ 7

1. **C** 【解析】本题考查比结合能与结合能.

由核反应过程中质量数守恒知, X 的质量数为 3, 故 X 的结合能为 $3E$, **C** 正确.

2. **C**

题图剖析



【解析】本题考查 $v-t$ 图像.

由题图可知, 乒乓球先加速向下运动, 到达 a 点时速度最大, 接触地面反弹, 速度反向, 向上做减速运动, 到 c 点速度减小为零, 此时离地面最高, 然后又加速下落到 d 点接触地面反弹, 反弹后的速度小于反弹前的速度, 因此 a 、 b 、 c 、 d 四点中, c 点离地面位置最高, **C** 正确.

3. **D** 【解析】本题考查万有引力定律.

设木星的质量为 M , 木卫二的质量为 m 、运动半径为 r , 由万有引力提供向心力得 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$, 解得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, 故已知木星的质量、木卫二运动轨迹的半径可计算木卫二绕木星运动的周期, **D** 正确.

4. **C** 【解析】本题考查光的折射.

由题意作出光线的传播路径, 如图所示,

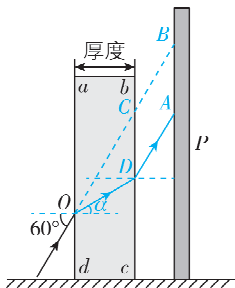
根据折射定律有 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \alpha}$, 解得

$\alpha = 30^\circ$, 经长方体玻璃砖折射后折射

关键点

光线与原光路平行, 可知 $ABCD$ 为平行四边形, $\angle COD = \angle DCO = 30^\circ$, ODC 为等腰三角形, 由几何关系可知, $OD = CD = AB = l$, 则厚度 $x = OD \cdot$

$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}l$, **C** 正确.



5. **A** 【解析】本题考查动量定理.

由图乙可知, 运动员第一次离开蹦床后, 在空中运动的时间为 1.6 s , 则运动员上升的时间为 $t_1 = 0.8 \text{ s}$ (关键: 根据对称性可知上升、下降时间相等), 则上升的最大高度为 $h_1 =$

$\frac{1}{2}gt_1^2 = 3.2 \text{ m}$, **A** 正确; 1.0 s 时运动员刚好离开蹦床, 运动员

的速度方向竖直向上, 大小为 $v_1 = gt_1 = 8 \text{ m/s}$, 2.6 s 时运动员

的速度方向竖直向下, 大小为 $v_2 = gt_1 = 8 \text{ m/s}$, 以竖直向下为正方向, 则该时间内运动员动量的变化量为 $\Delta p = mv_2 - (-mv_1) = 800 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ (易错: 注意速度方向反向了), **B** 错误;

$3.0 \sim 3.8 \text{ s}$ 的时间内, 运动员重力的冲量大小为 $I_G = mgt_2 = 50 \times 10 \times 0.8 \text{ N} \cdot \text{s} = 400 \text{ N} \cdot \text{s}$, **C** 错误; 运动员第二次离开蹦床在空中运动的时间为 0.8 s , 上升的时间为 $t_3 =$

0.4 s , 离开蹦床的速度方向竖直向上, 大小为 $v_3 = gt_3 = 4 \text{ m/s}$, 运动员第二次与蹦床相互作用的时间为 $t_4 = 0.4 \text{ s}$, 对该过程, 以竖直向上为正方向, 由动量定理得 $Ft_4 - mgt_4 =$

$mv_3 - (-mv_2)$, 解得 $F = 2000 \text{ N}$, **D** 错误.



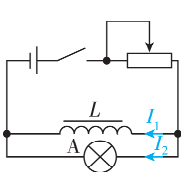
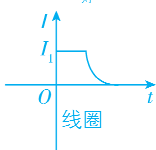
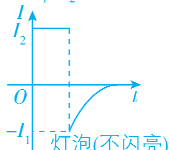
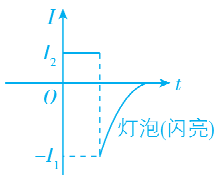
30 s 速解

哈尔滨工业大学——何翔宇

根据 $F-t$ 图像先分析 B、C, 只需要判断相关物理量是否为 0 即可, 1.0~2.6 s 内合力不为零, 动量变化量不为 0, B 错误; 重力为恒力, 且有作用时间, 冲量不为 0, C 错误; A、D 需要定量计算, 根据竖直方向的匀变速直线运动特点, 计算得 A 正确。

6. A

题图剖析

 R_L 为电感线圈的直流电阻①若 $R_L > R_{k_j}$, 则稳定时 $I_1 < I_2$ ②若 $R_L < R_{k_j}$, 则稳定时 $I_1 > I_2$ 

【解析】本题考查自感现象。

因断开开关后线圈中产生自感电动势, 相当于电源, 线圈中的电流通过灯泡再次形成回路使小灯泡缓慢熄灭, 为了出现断开开关后小灯泡明显变亮再慢慢熄灭的现象, 则必须使得电路闭合稳定后通过线圈的电流大于通过小灯泡的电流, 根据欧姆定律可知, 能使小灯泡出现要求现象的只有换用自感系数相同, 电阻更小的线圈, 其余的三种方法都不行 (点拨: 改变自感系数可以理解为改变小灯泡的熄灭时间, 断电时流过小灯泡的电流大小由流经线圈的电流大小决定), A 正确。

7. C 【解析】本题考查圆锥摆。

要让配重小球从静止以速度 v 匀速转动起来, 此时小球的重力势能也要增加 (易错: 易忽略小球转起来后高度增加导致重力势能增加而判断错误), 则悬绳对小球做的功大于

$\frac{1}{2}mv^2$, A 错误; 当悬绳与竖直方向夹角为 θ 时, 配重小球做

匀速圆周运动的向心力大小为 $F_n = mg \tan \theta$, B 错误; 根据

$F_n = mg \tan \theta = m\omega^2 (L \sin \theta + R)$, 等式两边可消掉质量, 若更换质量为 $2m$ 的配重小球, 以相同角速度转动小球, 悬绳与竖直

方向夹角不变, C 正确; 根据 $mg \tan \theta = m\omega^2 (L \sin \theta + R)$, 当悬绳

与竖直方向夹角保持为 θ 时, 配重小球转动频率 $f = \frac{\omega}{2\pi} =$

$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g \tan \theta}{L \sin \theta + R}}$, D 错误。



1 min 速解

哈尔滨工业大学——何翔宇

小球重力势能和动能都增加, 悬绳对小球做功的大小不止等于动能的变化量, A 错误; 根据受力分析可得, 向心力大小为 $mg \tan \theta$, B 错误; 计算转动频率一定会用到圆周运动的半径, 半径表达式为 $L \sin \theta + R$, D 错误。故选 C。

8. D 【解析】本题考查波的干涉。

题图甲中 A、B 两点位于两个波源连线的中垂线上, 则 $\Delta s =$



0, 故题图甲中 A 、 B 两点为振动加强点, **A 错误**; A 、 B 两点的周期都与波源振动的周期相同, 则 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{15} \text{ s}$, **B 错误**; 机械波的传播速度只由介质决定, 故甲、乙两图中水波的传播速度相等, **C 错误**; 根据 $v = \lambda f$, $f_{\text{甲}} < f_{\text{乙}}$, $v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}$, 可知题图甲中水波波长大于题图乙中水波波长, **D 正确**.

9. **D** 【解析】本题考查分子平均动能与气体压强的微观解释.

选项	分析	正误
A	气筒给甲球快速充气, 甲球中气体温度升高, 气筒给乙球缓慢充气, 乙球中气体温度不变, 故刚充完气时, 甲球中气体分子的平均动能比乙球大	×
B	刚充完气时, 两球内气体质量相等, 体积相同, 故两球中分子的数密度相等	×
C	刚充完气时, 两球中分子的数密度相等, 甲球中分子平均动能较大, 故甲球内的气体压强比乙球内的大	×
D	两球充入空气的质量相同, 充气过程中甲球的气体压强大于乙球的气体压强, 故对甲充气过程人做的功比对乙的多	√

10. **C** 【解析】本题考查带电体在变化电场中的运动.

$0 \sim t_0$ 时间内, 油滴静止, 重力与电场力平衡, 有 $q \cdot \frac{U_0}{d} = mg$;

$t_0 \sim 2t_0$ 时间内, M 、 N 板间电势差为 $2U_0$, 电场力大小为 $q \cdot \frac{2U_0}{d} = 2mg$, 方向向上, 合力 $F_{\text{合}} = 2mg - mg = mg$, 加速度 $a_1 =$

g , 运动时间 t_0 , 位移 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_0^2 = \frac{1}{2} g t_0^2$, $2t_0$ 时的末速度 $v_1 =$

$a_1 t_0 = g t_0$; $2t_0 \sim 2.5t_0$ 时间内, M 、 N 板间电势差为 $-U_0$, 电场力方向向下, 大小为 mg , 合力 $F'_{\text{合}} = mg + mg = 2mg$, 加速度

$a_2 = 2g$, 运动时间 $t_2 = 0.5t_0$, 取向上为正方向, 位移 $x_2 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2 = g t_0 \cdot 0.5t_0 - \frac{1}{2} \cdot 2g \cdot (0.5t_0)^2 = \frac{1}{4} g t_0^2$, 总位移等于

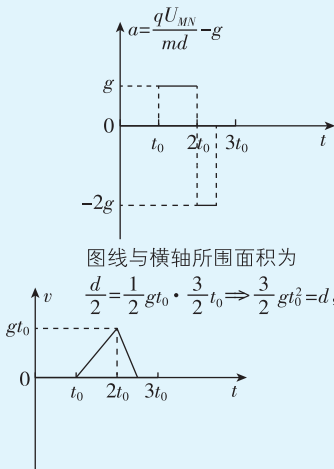
$\frac{d}{2}$, 即 $\frac{d}{2} = x_1 + x_2 = \frac{1}{2} g t_0^2 + \frac{1}{4} g t_0^2 = \frac{3}{4} g t_0^2$, 得 $d = \frac{3}{2} g t_0^2$, **C 正确**.



1 min 速解

哈尔滨工业大学——何翔宇

求出各阶段加速度后, 画 $v-t$ 图像可快速得到答案.



11. **C**

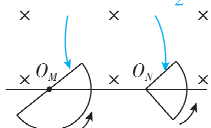


题图剖析

设半径为 L , 两线框匀速转动, 周期相同, 作出在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 、 $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$ 、 $\frac{T}{2} \sim \frac{3T}{4}$ 、 $\frac{3T}{4} \sim T$ 时间段两线框切割磁感线的情况。

这条边切割磁感线

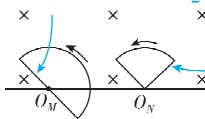
产生电动势大小为 $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$



$0 \sim \frac{T}{4}$

这条边切割磁感线

产生电动势大小为 $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$

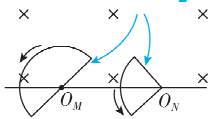


$\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$

磁通量不变, $E=0$

这条边切割磁感线

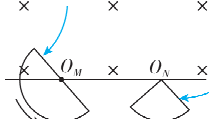
产生电动势大小为 $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$



$\frac{T}{2} \sim \frac{3T}{4}$

这条边切割磁感线

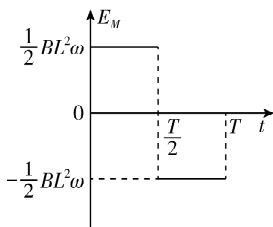
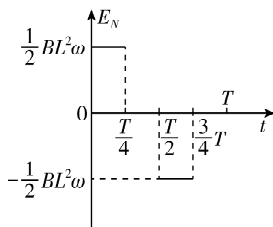
产生电动势大小为 $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$



$\frac{3T}{4} \sim T$

磁通量为0, $E=0$

两线框一个周期内电动势随时间变化情况如图所示。



【解析】 本题考查感应电动势的产生。

导线框 M 为半圆形, 绕圆心在磁场边界转动, 进入和离开磁场过程中, 有效切割长度不变, 感应电动势大小为 $E =$

$\frac{1}{2}BL^2\omega$ 为定值, 产生的是方波交流电, 不是正弦交流电, **A 错误**;

两导线框产生的感应电流的周期与线框转动

周期相同, **B 错误**; 在 $t = \frac{T}{8}$ 时, 两导线框均转过 45° , 都处于

进入磁场的过程中, 有效切割长度均为半径 L , 产生的感

应电动势相等, 均为 $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$, **C 正确**;

导线框 M 中感应

电流始终存在, 方向周期性变化, 有效值 $I_M = \frac{E}{r}$, 导线框 N

中感应电流间歇四分之一周期存在, 一个周期内有半个周期存在, 根据 $\frac{E^2}{r} \times \frac{1}{2}T = I_N^2 r T$, 解得电流有效值 $I_N = \frac{E}{\sqrt{2}r}$, **D**

错误。



30 s 速解

哈尔滨工业大学——何翔宇

导线框 M 的有效切割长度不变, 不会产生正弦交流电, N 全进入磁场后磁通量不变, 会有一段时间无电流, 所以 M 、 N 感应电流有效值不同, 感应电流的周期和线框转动的周期都是 T , 排除 A、B、D, **C 正确**。