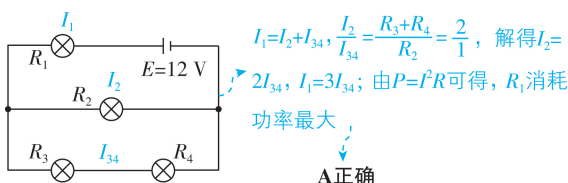


1. B 【命题点】静摩擦力和牛顿第二定律

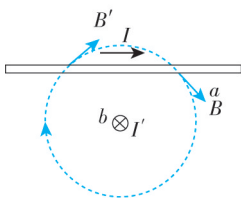
【解析】书相对于桌面不滑动,书和桌面间的摩擦力是静摩擦力,对书受力分析有 $f=ma$, $f \leq f_m = \mu mg$, 解得 $a \leq \mu g = 4.0 \text{ m/s}^2$, B 正确。

2. A 【命题点】串并联电路功率问题



3. C 【命题点】安培定则和左手定则

【解析】根据安培定则可知通电直导线 b 产生的磁场如图所示,由左手定则可得,通电直导线 a 所受安培力方向为左半部分垂直纸面向外,右半部分垂直纸面向里, C 正确。



快解 两根自由不平行的通电直导线,靠近放置时,互相之间的安培力将使其旋转至平行且电流同向, C 正确。

4. B 【命题点】光子能量和动量相关知识

选项	分析	正误
A	光子能量增加后,由 $\varepsilon = h\nu$ 可得,频率 ν 增大	×
B	由 $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 可得,波长 λ 减小	✓
C	由 $p = \frac{h}{\lambda}$ 可得,动量 p 增大	×
D	光子的速度为光速,速度不变	×

学霸解题·技巧

能量越大的光子,频率越大,波长越短,动量越大,速度不变;能量越小的光子,频率越小,波长越长,动量越小,速度不变。

5. A 【命题点】法拉第电磁感应定律

【解析】由法拉第电磁感应定律可知, $E = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S_{\text{有效}} = \pi k r^2$, A 正确。

6. D 【命题点】理想气体相关知识

【解析】密闭容器中的氢气,分子总数恒定,当体积增加时,氢气分子的密集程度减小, A 错误;压强增加可能是因为氢气分子平均动能增大或密集程度增大,与氢气分子之间斥力无关, B 错误;理想气体是物理学中为了简化问题而引入的一个理想模型,实际生活中不存在,通常情况下,只要实际气体的压强不太大、温度不太低,都可以当成理想气体来处理, C 错误;根据速率分布图像可知,温度变化时,气体分子各速率区间的分子数占总分子数的百分比都会变化, D 正确。

7. C 【命题点】理想气体 $p-V$ 图像

【解析】 $a \rightarrow b$ 为等温变化, $T_a = T_b$, 状态 a 的内能等于状态 b

的内能, **A** 错误; $b \rightarrow c$ 为等容变化, 有 $\frac{P_b}{T_b} = \frac{P_c}{T_c}$, 由 $p_b < p_c$ 可得 $T_a = T_b < T_c$, **B** 错误; $a \rightarrow c$ 过程, 温度升高, 内能增大, 体积增大, 气体对外界做正功, 由热力学第一定律可得, 此过程气体吸收热量, **C** 正确, **D** 错误。

8. A 【命题点】 E_k-x 图像

【解析】设斜面与水平面的夹角为 θ , 在斜面滑行阶段, 由动能定理有 $E_k = mgh = mg \tan \theta \cdot x$, E_k 与 x 成正比, 图像斜率为定值, **C**、**D** 错误; 设运动员在圆弧滑道最低点的动能为 E_{k1} , 最低点到出发点的水平距离为 x_1 , 在圆弧滑道向上滑行阶段, 由动能定理有 $E_k - E_{k1} = -mgh' = -mg \tan \theta' \cdot (x - x_1)$, 即 $E_k = E_{k1} + mg \tan \theta' \cdot x_1 - mg \tan \theta' \cdot x$, 运动员上滑阶段所处位置与最低点的连线与水平面的夹角 θ' 逐渐增大, 图像斜率逐渐增大, **A** 正确, **B** 错误。

9. D 【命题点】电场强度叠加

【解析】根据电场强度叠加原理, O 点电场强度 $E_O = E_{CO} - E_{AO} = k \left(\frac{q}{r_{CO}^2} - \frac{q}{r_{AO}^2} \right)$, 在移动过程中 r_{CO} 不变, r_{AO} 变大, 则 O 点电场强度变大, **A** 错误; C 点的电荷所受静电力为 F_{BC} 、 F_{DC} 与 F_{AC} 的合力, 由分析易知 F_{BC} 和 F_{DC} 的矢量和是定值, 且方向与 F_{AC} 方向相同, 在移动 A 点电荷的过程中, F_{AC} 变小, 方向不变, 则 C 点的电荷所受静电力变小, **B** 错误; 四个电荷都是正电荷, 由同种电荷相互排斥以及力的矢量叠加可知, A 点电荷移动过程中受到的静电力始终沿 OA 方向, 故在移动 A 点电荷的过程中, 静电力做正功, **C** 错误; A 点电荷移到无穷远处后, 把一个试探正电荷, 从 O 点移到 A 点, 静电力做正功, 试探电荷电势能减小, 故沿 OA 方向从 O 点到 A 点, 电势降低, 即 $\varphi_O > \varphi_A$, **D** 正确。

快解

根据点电荷电势表达式 $\varphi = k \frac{q}{r}$, 可知 $\varphi_O > \varphi_A$,

D 正确。

10. B 【命题点】动力学问题综合分析

【解析】下滑过程中 A 、 B 始终不分离, 说明 A 、 B 的加速度 $a \leq g \sin \theta - \mu g \cos \theta$, 弹簧始终处于压缩状态 (也有可能 A 在最大位移时弹簧恰好恢复原长), 弹簧弹力始终平行于斜面斜向上, 方向不发生变化, **B** 正确; 设弹簧开始时压缩量为 x_1 , 最大位移时压缩量为 x_2 , 最大位移一半时压缩量为 x_3 , $x_3 = \frac{x_1 + x_2}{2}$, 在物块 A 上滑过程中, 由能量守恒定律有 $\frac{1}{2} k x_1^2 - \frac{1}{2} k x_2^2 = \mu m_A g \cdot \cos \theta (x_1 - x_2) + m_A g \sin \theta (x_1 - x_2)$, 化简后有 $k \frac{(x_1 + x_2)}{2} = \mu m_A g \cos \theta + m_A g \sin \theta$, 当 A 上滑到最大位移的一半时, 通过受力分析有 $a_0 = \frac{k x_3 - \mu m_A g \cos \theta - m_A g \sin \theta}{m_A} = \frac{k \frac{(x_1 + x_2)}{2} - \mu m_A g \cos \theta - m_A g \sin \theta}{m_A} = 0$, **A** 错误; 分析运动过程可知, 下滑时 A 、 B 的加速度先逐渐减小为零后反向增大, 对 B 受

力分析可知, A 对 B 的作用力一直增大, 则 B 对 A 的压力一直增大, **C 错误**; 由题意结合全过程能量守恒可知, A 、 B 克服摩擦力所做的功等于 B 的重力势能减小量, **D 错误**。

11. (1) A (3 分) (2) 61. 22 (61. 20~61. 24 均可) (3 分)

(3) 9. 60 (9. 50~9. 70 均可) (3 分) (4) $t + \frac{h}{v}$ (3 分)

(5) 不正确, 理由见解析 (3 分)

【命题点】利用手机测量当地重力加速度实验

【解析】(1) 实验中要将小球下落过程视为自由落体运动, 应选取体积小、密度大的小球进行实验, **A 正确**。

(2) 刻度尺的分度值为 1 mm, 读数时应估读到分度值的下一位 0. 1 mm, 即 0. 01 cm, 根据刻度位置, 读数约为 **61. 22 cm**。

(3) 由自由落体运动位移公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 有 $2h = gt^2$, 即 $2h - t^2$

图像斜率表示当地的重力加速度, $g = k = \frac{2h_2 - 2h_1}{t_2^2 - t_1^2} =$

$\frac{3. 00 - 0. 60}{0. 32 - 0. 07} \text{ m/s}^2 = \mathbf{9. 60 \text{ m/s}^2}$ 。

(4) 将手机放在地面 A 点测量时, 小球下落时间等于手机记录时间加声音从小球起点传到地面 A 点的传播时间, 即

$t' = t + \frac{h}{v}$ 。

(5) 不正确, 虽然实验中未考虑木条的厚度, 导致测量小球下落实际高度偏小, 但是通过 $2h - t^2$ 图像斜率求解当地的重力加

速度时, 假设木条厚度为 d , 则 $g = k = \frac{2(h_2 + d) - 2(h_1 + d)}{t_2^2 - t_1^2} =$

$\frac{2h_2 - 2h_1}{t_2^2 - t_1^2}$, 由此可以看出, 木条的厚度不会影响用图像法计算

的重力加速度 g 的值, 该同学观点不正确。

12. (1) $\tan \theta$ (2) $D \tan \theta$

【命题点】光的折射和光路图

【解析】(1) 由光路图可知, 入射角为 θ , 折射角为 $\frac{\pi}{2} - \theta$,

由折射定律可得, 水的折射率

$$n = \frac{\sin \theta}{\sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right)} = \mathbf{\tan \theta} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 分析几何关系有 } \frac{D}{\cos \theta} = \frac{d}{\cos \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } d = \mathbf{D \tan \theta} \quad (2 \text{ 分})$$

13. (1) 2:1 (2) $\frac{6}{7}mv$

【命题点】带电粒子在磁场中的偏转和动量守恒定律

【解析】(1) 由运动轨迹可知, 电中性粒子分裂后得到的 a 、 b 粒子运动方向和原粒子运动方向相同, a 带负电, b 带正电, 且 $|q_a| = |q_b|$ (1 分)

$$\text{由 } v = \frac{l}{t} \text{ 可得, } \frac{v_a}{v_b} = \frac{l_a}{l_b} = 3:1 \quad (1 \text{ 分})$$

对粒子受力分析, 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ (1 分)

$$\text{解得 } \frac{m_a}{m_b} = \frac{r_a}{r_b} \cdot \frac{v_b}{v_a} = 2:1 \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 电中性粒子在分裂过程中, 由动量守恒定律有

$$mv = m_a v_a + m_b v_b \quad (2 \text{ 分})$$

结合(1)中质量之比和速度之比,

$$\text{解得粒子 } a \text{ 的动量大小 } p_a = m_a v_a = \frac{6}{7} mv \quad (2 \text{ 分})$$

$$14. (1) 2m\omega^2 L \quad (2) \frac{4mL^2}{t^3} \quad (3) 1 - \frac{(r-d)^3}{r^3}$$

【命题点】圆周运动中的综合问题

【解析】(1) 由向心力公式可得 $F_n = m\omega^2 \cdot 2L = 2m\omega^2 L$

(2 分)

(2) 设货物到达 B 点时速度为 v , 机械臂对货物的作用力为

$$F, \text{ 由位移公式有 } L = \frac{0+v}{2}t, \text{ 解得 } v = \frac{2L}{t} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由动量定理有 } Ft = mv - 0, \text{ 解得 } F = \frac{mv}{t} = \frac{2mL}{t^2} \quad (1 \text{ 分})$$

货物到达 B 点时, 机械臂对货物做功的瞬时功率

$$P = Fv = \frac{4mL^2}{t^3} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 设空间站和货物同步做匀速圆周运动的角速度为 ω_0 , 空间站质量为 m_0 , 由题中“在轨空间站中物体处于完全失重状态, 对空间站的影响可忽略”,

$$\text{对空间站受力分析有 } G \frac{Mm_0}{r^2} = m_0 \omega_0^2 r \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } \omega_0^2 = G \frac{M}{r^3},$$

$$\text{对货物受力分析有 } F_2 - F_1 = m\omega_0^2(r-d) \quad (2 \text{ 分})$$

$$F_2 = G \frac{Mm}{(r-d)^2},$$

$$\text{解得 } F_1 = G \frac{Mm}{(r-d)^2} - G \frac{Mm(r-d)}{r^3} \quad (1 \text{ 分})$$

由此可得, 货物所受机械臂作用力与所受的地球引力之比

$$\frac{F_1}{F_2} = 1 - \frac{(r-d)^3}{r^3} \quad (2 \text{ 分})$$

$$15. (1) \frac{8d}{\cos \theta_0} \sqrt{\frac{m}{2E_k}} \quad (2) \left(-\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{6}\right) \quad (3) \frac{1}{2}$$

【命题点】带电粒子在组合场中运动的综合问题

【解析】(1) 设粒子进入电场的初速度为 v_0 , 由 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2$

(2 分)

$$\text{可得 } v_0 = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}.$$

粒子进入电场后, 沿图示水平方向做匀速直线运动, 竖直方向做分段的匀变速直线运动, 图示水平方向分速度

$$v_x = v_0 \cos \theta_0 = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} \cos \theta_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{该粒子通过电场的的时间 } t = \frac{x}{v_x} = \frac{8d}{v_x} = \frac{8d}{\cos \theta_0} \sqrt{\frac{m}{2E_k}} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 粒子进入电场后, 图示竖直方向的初速度 $v_{y0} = v_0 \sin \theta =$

$$\sqrt{\frac{2E_k}{m}} \sin \theta, \text{ 加速度 } a_y = \frac{qE}{m} \quad (2 \text{ 分})$$

由题中“粒子从 CD 边射出电场时与轴线 OO' 的距离小于 d ”可知, 粒子在电场中沿图示竖直方向做匀减速运动, 减速位移 $y < d$,

$$\text{由位移公式可得 } \frac{0 - v_{y0}^2}{-2a_y} < d \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{代入数据, 解得 } -\frac{\pi}{6} < \theta < \frac{\pi}{6},$$

$$\text{即粒子入射角 } \theta \text{ 的范围为 } \left(-\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{6}\right) \quad (2 \text{ 分})$$

学霸解题·技巧

带电粒子在电场中的偏转, 往往考查“分解合成”思想, 将粒子的运动分解为垂直于电场方向的匀速直线运动和平行于电场方向的匀变速直线运动解题。

(3) 假设某粒子从 O 点进入, 恰好从 D 点射出电场, 该粒子进入电场的入射角为 θ_x , 该粒子在电场中的运动时间

$$t' = \frac{8d}{v'_x} = \frac{8d}{\cos \theta_x \sqrt{\frac{m}{2E_k}}} \quad (1 \text{ 分})$$

分析电场分布可知, 该粒子在图示竖直方向做分段的匀变速直线运动, 位移、时间和速度都具有对称性, 该粒子通过

$$\text{每段电场的时间 } t_0 = \frac{1}{6} t' = \frac{4d}{3 \cos \theta_x \sqrt{\frac{m}{2E_k}}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{在图示竖直方向, 由位移公式有 } d = v'_y t_0 - \frac{1}{2} a_y t_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{此时 } v'_y = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} \sin \theta_x \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{代入数据, 解得 } \theta_x = \frac{\pi}{4} \text{ (另一根不符合题意, 舍去)} \quad (1 \text{ 分})$$

由此可知, 入射角为 $-\frac{\pi}{4} \sim \frac{\pi}{4}$ 射入电场的粒子将从 CD 边射出, 从 CD 边出射的粒子与入射粒子的数量之比等于入射角度范围之比, 即

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

学霸解题·技巧

多区域分布的电场, 往往存在“对称性、周期性或程序性”。本题将粒子运动分解后, 通过水平方向的匀速运动表示时间, 再通过竖直方向的匀变速运动解决问题, 利用了对称性、周期性。