



物理

巧用思维链破解力学、电学综合题

北京市顺义区第三中学 夏志军

近两年,北京初中中考物理试题呈现出情境丰富、设问灵活、联系实际紧密等特点。其中,单选第12题、多选第15题等力学、电学综合题难度较高,考生在解题时常出现“思路断层”“找不到关联物理量”等问题。下面,笔者分别针对此两类题型,为考生梳理解题思路。

力学综合题:

聚焦“平衡问题”搭建思维链条

力学综合题的难点集中在平衡问题上。这类题目常包含多个情境、多个研究物体,且绝大多数物体处于平衡状态。因其信息点多、关联复杂,考生分析试题时很容易陷入“思路混乱”“逻辑断层”的解题困境。

(一)解题思维链

针对这类典型难题,考生可按照“明确研究对象——判断对象状态——开展受力分析——列平衡方程——寻找多个平衡状态间联系并计算”的思维链条逐步解题。

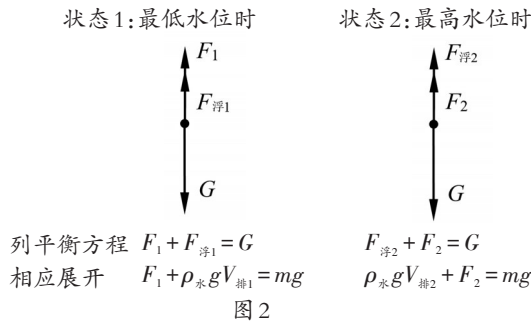
(二)例题解析

【例1】某小组设计了水箱自动控制进水装置,如图1所示。水箱内的圆柱形金属控制棒用不可伸长的细线悬挂在力传感器下面,并始终浸在水中,通过它对力传感器拉力的大小触发开关,控制水泵自动进水。用水时,水箱内水位降低,当到达最低水位时,力传感器所受拉力等于 F_1 ,触发开关,水泵开始持续向水箱注水;当水位到达最高水位时,力传感器所受拉力等于 F_2 ,再次触发开关,水泵停止向水箱注水。若进水过程中同时用水,相同时间内进水量大于出水量。已知控制棒的质量为 m ,水的密度为 $\rho_{\text{水}}$ 。下列说法正确的是()。

- A. 控制棒受到的浮力最大时,排开水的体积为 $\frac{mg-F_1}{\rho_{\text{水}}g}$
- B. 控制棒受到的浮力的变化量最大为 $mg-F_2$
- C. 力传感器受到的拉力大小在 F_1 与 F_2 之间时,说明水箱正在进水
- D. 缩短悬挂控制棒的细线,可使水箱中的最高和最低水位均升高

【答案】D

【思维链应用解析】本题情境新颖,将水箱进出水与力传感器控制结合,涉及力传感器、水泵、细线、控制棒及三个水口等多个物体。考生解题的关键是要聚焦控制棒这一核心研究对象。控制棒仅涉及两种平衡状态,即最低水位时静止、最高水位时静止。考生可以用“·”代替控制棒,对其进行受力分析,并根据平衡条件列出方程,如图2所示。



【选项分析】

A选项:选项要求考生计算控制棒受到的浮力最大时排开水的体积,即在状态2时,根据相应公式展开,可得 $V_{\text{排最大}} = V_{\text{排}2} = \frac{mg-F_2}{\rho_{\text{水}}g}$,因此A选项错误。

B选项:选项要求考生计算控制棒受到的浮力变化

量最大值,从两种状态的平衡方程可求得 $F_{\text{浮}1} = G - F_1$, $F_{\text{浮}2} = G - F_2$,则 $\Delta F_{\text{浮最大}} = F_{\text{浮}2} - F_{\text{浮}1} = F_1 - F_2$,因此B选项错误。

C选项:由题目叙述“若进水过程中同时用水,相同时间内进水量大于出水量”可知,考生不能判断出当力传感器受到的拉力大小在 F_1 与 F_2 之间时水箱正在进水,因此C选项错误。

D选项:缩短悬挂控制棒的细线,并未改变最高水位和最低水位处控制棒的 $V_{\text{排}}$,所以水箱中的最高和最低水位均升高,因此D选项正确。

【拓展提升】当研究对象切换,考生该如何建立思维链?

若题目需进一步讨论“细线对力传感器的拉力”,考生要选择力传感器为研究对象。考生可通过确定力传感器始终处于静止平衡状态,分析其在最低水位和最高水位时的受力情况,并列出两种状态下的平衡方程,再判断选项对错。

电学综合题:

围绕“核心物理量”构建思维链

与解决力学综合题类似,考生突破电学综合题也要依托思维链条。电学题离不开 I (电流)、 U (电压)、 R (电阻)、 W (电功)、 Q (电热)、 P (电功率)这6个物理量。考生解题的基础是理解各物理量的概念,熟练掌握欧姆定律、焦耳定律和功率计算式。

(一)解题思维链

电学综合题的难点在于“命题情境新颖+多物理量关联”。对这类题目,考生可按“明确情境——明确所涉及电学物理量——找各物理量间关系——列物理量关系式——计算解决问题”的思维链条进行解题。

(二)例题解析

【例2】图3甲所示的是恒温式热线风速仪的结构示意图,将一根细金属丝置于圆柱形通道内,设定其工作温度为 t_0 。使用时接通电路,金属丝升温到 t_0 ,风流过通道时,会带走部分热量,风速仪通过改变流过金属丝的电流维持金属丝的温度不变,此时单位时间内金属丝产生的热量与风带走的热量相等。风速仪通过测量金属丝两端的电压、风进入通道时风的温度,实现对风速的测量。已知风速越大、金属丝和风的温度差越大,单位时间内风带走的热量越多;当风速一定时,单位时间内风带走的热量与金属丝和风的温度差成正比。金属丝电阻 R 随温度 t 变化的关系如图3乙所示。假设空气密度始终不变,下列说法正确的是()。

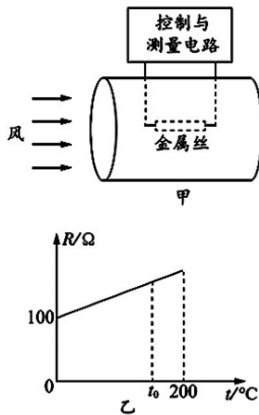


图3

- A. 金属丝升温到 t_0 的过程中阻值不变
- B. 流入风速仪的风温度不变时,所测风速增大,金属丝两端的电压增大
- C. 若风速仪测得的电压越大,流入风速仪的风温度越高,则风速越大
- D. 若 $t_0 = 150^{\circ}\text{C}$,风速仪测得温度为 0°C 与 30°C 的风速相同,则金属丝两端的电压之比为 $2:\sqrt{5}$

【答案】BC

【思维链应用解析】本题创设的情境(恒温式热线风速仪)对考生来说比较陌生。考生要认真阅读题目所描述的情境,明确其中涉及的 V 、 Δt 、 Q 、 U 、 R 、 I 这些物理量,建立风速 $V \rightarrow$ 温度差 $\Delta t \rightarrow Q_{\text{散}} \rightarrow Q_{\text{产}} \rightarrow R-t \rightarrow I$ 、 U 这样的关系链条。

恒温式热线风速仪的核心工作原理是:单位时间内金属丝产生的热量与风带走的热量相等,风速仪通过测量金属丝两端的电压、风进入通道时风的温度,实现对风速的测量。

已知风速越大,金属丝和风的温度差越大,单位时间内风带走的热量越多,则有:

(1)单位时间内金属丝产生的热量 $Q_{\text{产}}$ 与风带走的热量 $Q_{\text{散}}$ 相等,即 $\frac{Q_{\text{产}}}{t} = \frac{Q_{\text{散}}}{t}$;

(2)单位时间内风带走的热量 $\frac{Q_{\text{散}}}{t}$ 与风速 V 和金属丝与风的温差 Δt ($\Delta t = t_{\text{金}} - t_{\text{风}}$)有关,即 V 越大, Δt 越大, Δt 越大, $\frac{Q_{\text{散}}}{t}$ 越大;

(3)当风速一定时,单位时间内风带走的热量与金属丝和风的温度差成正比, V 一定, $\frac{Q_{\text{散}}}{t} = k\Delta t$;

(4)由金属丝的电阻 R 随温度 t 变化的关系图像可知,温度越高,电阻越大。

【选项分析】

A选项:“金属丝升温到 t_0 的过程中阻值不变”,考生从图3乙中可知,金属丝的阻值随温度升高而变大,因此A选项错误。

B选项:考生可依据如下关系链条: Δt 不变; V 增大 $\rightarrow \frac{Q_{\text{散}}}{t}$ 增大 $\rightarrow \frac{Q_{\text{产}}}{t}$ 增大 $\rightarrow \frac{Q_{\text{产}}}{t} = P_{\text{金}} = I^2R = \frac{U^2}{R}$ 中 $P_{\text{金}}$ 增大;温度不变, R 不变, I 变大,所以金属丝两端的电压 U 增大,因此B选项正确。

C选项:已知电压 U 越大,流入风速仪的风温度越高,即 Δt 越大。考生在判断风速时,可依据如下思维链条:

(1)首先根据题目所述,考生可明确 V 越大, Δt 越大, $\frac{Q_{\text{散}}}{t}$ 越大;

(2)其次,已知“风速仪通过改变流过金属丝的电流维持金属丝的温度不变” $\rightarrow$ 根据图像金属丝温度不变,则电阻 R 不变 $\rightarrow$ 电压 U 越大,则 $Q_{\text{散}}$ 越大, $\frac{Q_{\text{散}}}{t}$ 越大;

(3)最后,考生可由 Δt 越大, $\frac{Q_{\text{散}}}{t}$ 越大,反推出 V 越大,因此C选项正确。

D选项: V 一定, $\frac{Q_{\text{散}}}{t} = k\Delta t$,其中 $\frac{Q_{\text{散}}}{t} = \frac{U^2}{R} = k\Delta t$, $\Delta t_1 = 150^{\circ}\text{C}$, $\Delta t_2 = 120^{\circ}\text{C}$,所以有 $\frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{150}{120} = \frac{5}{4}$,得出 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{\sqrt{5}}{2}$,因此D选项错误。