

第六章 传 感 器

1 传感器及其工作原理

目标定位	核心提示
<ol style="list-style-type: none">1. 了解什么是传感器,感受传感技术在信息时代的作用与意义。2. 知道将非电学量转化为电学量的意义。3. 了解光敏电阻、热敏电阻和霍尔元件的性能,知道其工作原理及作用。	<p>重点:1. 传感器的作用和在日常生活中的应用。 2. 光敏电阻、热敏电阻和霍尔元件的特性和工作原理。</p> <p>难点:对光敏电阻、热敏电阻和霍尔元件的特性及工作原理的理解。</p>

自主初探·夯基础

温馨提示
如果您在观看本课件的过程中出现压字现象，请关闭所有幻灯片，重新打开可正常观看。

前知回顾

1. 电阻率：表示材料 导电性能 的物理量。
 - (1) 金属的电阻率随温度的升高而 增大。
 - (2) 半导体材料的电阻率随温度的升高而 减小。
2. 使用多用电表时，应将 红表笔 插入正插孔，黑表笔 插入负插孔。
3. 用多用电表测电阻时，应将选择开关旋至 欧姆挡，且使指针指在表盘的 中间附近。
4. 平行板电容器的电容的决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 。

自主学习

一、传感器

1. 定义：能够感受力、温度、光、声、化学成分等 非电学 量，并能把它们按照一定的规律转换为电压、电流等 电学 量，或转换为电路的 通断 的元件。

2. 非电学量转换为电学量的意义：把非电学量转换为电学量，可以方便地进行 测量、传输、处理和控制。

二、光敏电阻

1. 特点：光照越强，电阻 越小。
2. 原理：无光照时，载流子极少，导电性能不好；随着光照的增强，载流子增多，导电性 变好。
3. 作用：把 光照强弱 这个光学量转换为 电阻 这个电学量。

三、热敏电阻和金属热电阻

	氧化锰热敏电阻	金属热电阻
特 点	电阻率随温度的升高而 <u>减小</u>	电阻率随温度的升高而 <u>增大</u>
制作材料	半导体	金属
优 点	灵敏度好	化学 <u>稳定性好</u> ，测温范围大
作 用	将 <u>温度</u> 这个热学量转换为 <u>电阻</u> 这个电学量	

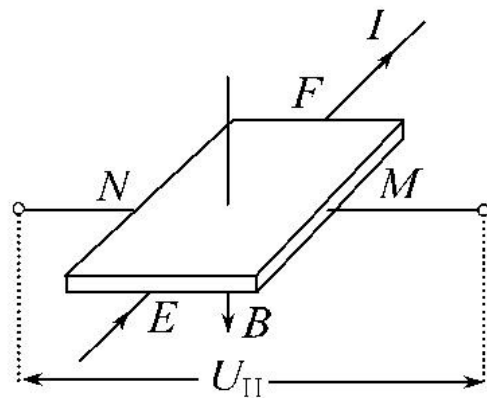
四、霍尔元件

1. 构造：很小的矩形 半导体 薄片上，制作四个电极 **E**、**F**、**M**、**N**。

2. 霍尔电压：如图，**E**、**F**间通入恒定电流 **I**，同时外加与薄片垂直的 磁场 **B**，

则 **M**、**N**间出现霍尔电压 U_H ， $U_H = k \frac{IB}{d}$

3. 作用：把 磁感应强度 这个磁学量转换为电压这个电学量。



【思考辨析】

1. 判断正误：

- (1) 传感器可以把非电学量转换为电学量。()
- (2) 有光照射时，光敏电阻的阻值变大。()
- (3) 热敏电阻在温度升高时阻值变小。()
- (4) 金属热电阻在温度升高时阻值变小。()
- (5) 霍尔元件能够把磁学量转换为电学量。()

提示： (1)√。传感器可以把非电学量转换为电学量。

(2)×。有光照射时，光敏电阻的阻值变小。

(3)√。热敏电阻在温度升高时阻值变小。

(4)×。金属热电阻在温度升高时阻值变大。

(5)√。霍尔元件能够把磁感应强度这个磁学量转换为电压这个电学量。

2. 问题思考：

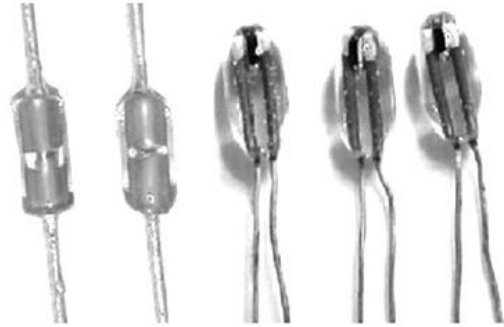
(1) 火灾探测器的核心元件为气敏传感器，当烟雾在空气中的浓度超过设定值时，可以触发报警，并对外发出声光报警信号。

此时传感器是将什么量进行转换的？

提示：传感器是将烟雾产生的光学量转换为电路的接通，从而对外发出声光报警信号。



(2) 热敏电阻是温度传感器中的重要元件，是不是所有的热敏电阻的阻值都随温度的升高而减小？



提示：不是。正温度系数热敏电阻器 (PTC) 在温度升高时电阻值增大，负温度系数热敏电阻器 (NTC) 在温度升高时电阻值减小。

核心归纳 · 抓要点

深化
理解

一 对传感器的认识

1. 传感器的组成和 workflow :

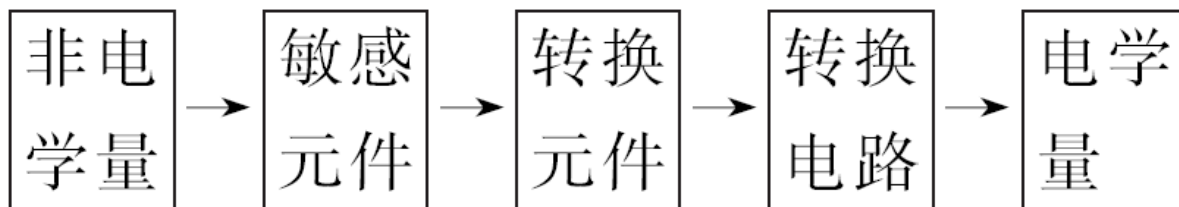
(1) 传感器的组成。

① 敏感元件：相当于人的感觉器官，是传感器的核心部分，是利用材料的某种敏感效应（如热敏、光敏、压敏、力敏、湿敏等）制成的。

② 转换元件：是传感器中能将敏感元件输出的与被测物理量成一定关系的非电信号转换成电信号的电子元件。

③ 转换电路：将转换元件输出的不易测量的电学量转换成易于测量的电学量，如电压、电流、电阻等。

(2) 传感器的工作流程。



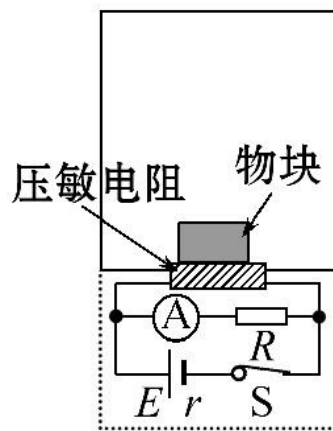
2. 传感器的原理：传感器感受的通常是非电学量，如力、温度、位移、浓度、速度、酸碱度等，而输出的通常是电学量，如电压、电流、电荷量等。这些输出的信号是非常微弱的，通常需要经过放大后，再传送给控制系统产生各种控制动作。

【特别提醒】 在分析传感器时要明确：

- (1) 核心元件是什么；
- (2) 是怎样将非电学量转换为电学量的；
- (3) 是如何显示或控制开关的。

【典例 1】 (2013·雅安高二检测) 压敏电阻的阻值随所受压力的增大而减小，有位同学设计了利用压敏电阻判断升降机运动状态的装置，其工作原理如图所示，将压敏电阻固定在升降机底板上，其上放置一个物块，在升降机运动过程的某一段时间内，发现电流表的示数 I 不变，且 I 大于升降机静止时电流表的示数 I_0 ，在这段时间内 ()

- A. 升降机可能匀减速下降
- B. 升降机一定匀减速下降
- C. 升降机可能匀加速下降
- D. 升降机一定匀加速下降



【解题探究】 (1) 压敏电阻的阻值随压力如何变化？

提示：压敏电阻的阻值随压力的增大而减小。

(2) 压敏电阻与电流表如何连接？

提示：电流表、电阻 R 串联后再与压敏电阻并联。

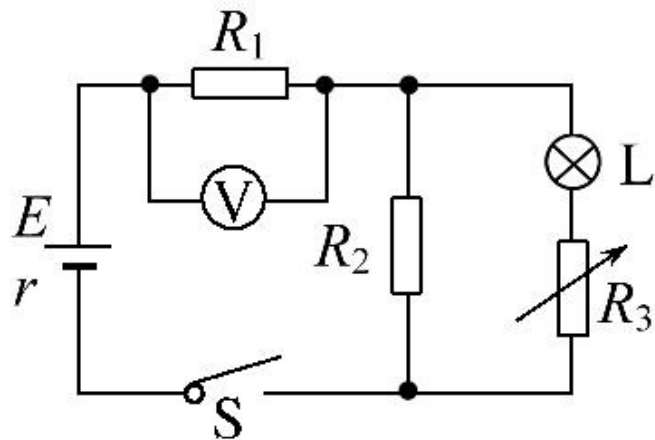
【标准解答】 选 C。设升降机匀加速下降，则重力 mg 大于压力 F_N ，即压力 F_N 变小，压敏电阻阻值变大， $R_{\text{总}}$ 增大，由 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$ 知 $I_{\text{总}}$ 变小，知 $U_{\text{外}} = E - I_{\text{总}} r$ 变大，电流表读数变大，升降机也可能匀减速上升，故 A、B、D 错误，C 正确。

【总结提升】 传感器问题的分析思路

不同类型的传感器，其工作原理一般不同，但所有的传感器都是把非电学量的变化转变为电学量的变化。因此我们可以根据电学量的变化来推测相关量的变化。

【变式训练】 (多选)(2013·宿迁高二检测) 如图所示, R_1 、 R_2 为定值电阻, L 为小灯泡, R_3 为光敏电阻, 当照射光强度增大时 ()

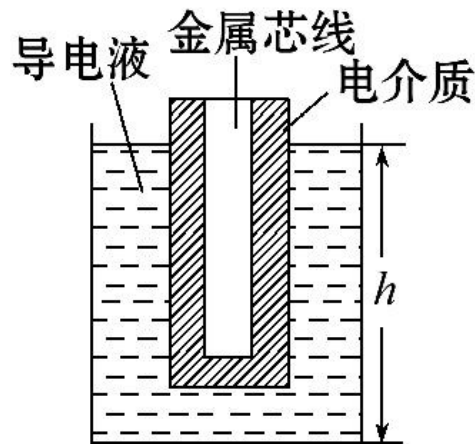
- A. 电压表的示数增大
- B. R_2 中电流强度增大
- C. 小灯泡的功率增大
- D. 电源的路端电压降低



【解析】选 A、C、D。当照射光强度增大时， R_3 的阻值变小，则电压表示数增大。 R_2 中的电流减小，小灯泡的功率增大。电源的路端电压降低，故 A、C、D 正确。

【变式备选】 (2013·吉林高二检测) 传感器是把非电学量(如温度、速度、压力等)的变化转换为电学量变化的一种元件,在自动控制中有着相当广泛的应用。如图是一种测量液面高度 h 的电容式传感器的示意图。电容 C 大小的变化就能反映液面的升降情况。关于两者关系的说法中正确的是()

- A. C 增大表示 h 减小
- B. C 减小表示 h 增大
- C. C 减小表示 h 减小
- D. C 的变化与 h 变化无直接关系



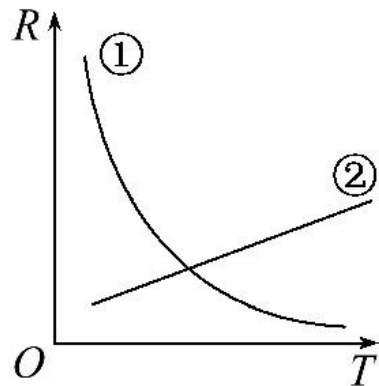
【解析】选 C。C 增大表示电容器的正对面积变大，h 增大，C 减小表示 h 减小，故 C 正确。

二 传感器元件的不同特性

1. 光敏电阻的导电特性：光敏电阻一般由半导体材料做成，当半导体材料受到光照时，会有更多的电子获得能量成为自由电子，同时也形成更多的空穴，于是导电性能明显增强。

2. 热敏电阻和金属热电阻的特点：

(1) 热敏电阻：指用半导体材料制成，电阻值随温度变化发生明显变化的电阻。如图线①所示为某热敏电阻的电阻—温度特性曲线。



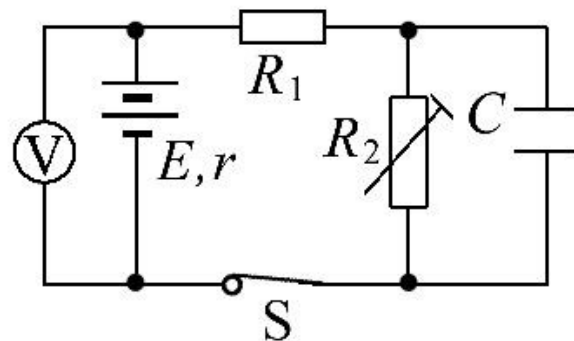
(2) 金属热电阻：有些金属的电阻率随温度的升高而增大如图线②所示，这样的电阻也可以制作温度传感器。热敏电阻或金属热电阻都能够把温度这个热学量转换为电阻这个电学量，但相比而言，金属热电阻的化学稳定性好，测温范围大，而热敏电阻的灵敏度较好。

3. 霍尔元件：运动的载流子在洛伦兹力作用下在导体板的一侧聚集，在导体板的另一侧会出现多余的另一种电荷，从而形成横向电场；横向电场对载流子施加与洛伦兹力方向相反的静电力，当静电力与洛伦兹力达到平衡时，导体板两侧会形成稳定的电压； $U_H = \frac{kIB}{d}$ 。 U_H 与 B 成正比是霍尔元件能把磁学量转换成电学量的原因。

【特别提醒】 按热敏电阻随温度变化的规律，热敏电阻可分为正温度系数的热敏电阻和负温度系数的热敏电阻，正温度系数的热敏电阻随温度升高电阻增大，负温度系数的热敏电阻随温度升高电阻减小。

【典例 2】 (多选)(2013·绵阳高二检测) 在温控电路中, 通过热敏电阻阻值随温度的变化可实现对电路相关物理量的控制。如图所示电路, R_1 为定值电阻, R_2 为半导体热敏电阻(温度越高电阻越小), C 为电容器。当环境温度降低时()

- A. 电容器 C 的带电量增大
- B. 电压表的读数增大
- C. 电容器 C 两板间的电场强度减小
- D. R_1 消耗的功率增大



【解题探究】 (1) 环境温度降低时，热敏电阻的阻值 变大。

(2) 电容器两端的电压等于哪个元件两端的电压？

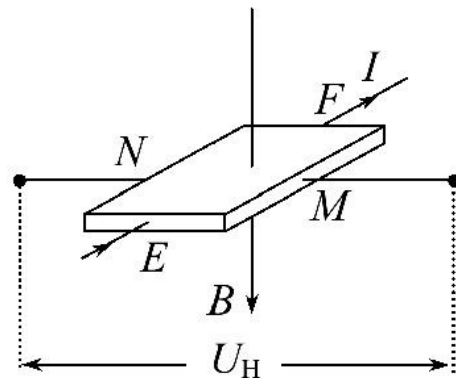
提示：电容器两端的电压等于 R_2 两端的电压。

【标准解答】选 A、B。当环境温度降低时， R_2 变大，电路的总电阻变大，由 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$ 知 I 变小，又 $U = E - Ir$ ，电压表的读数 U 增大，B 正确；又由 $U_1 = IR_1$ 及 $P_1 = I^2 R_1$ 可知 U_1 变小， R_1 消耗的功率 P 变小，D 错误；电容器两板间的电压 $U_2 = U - U_1$ ， U_2 变大，由场强 $E' = \frac{U_2}{d}$ 可知 Q 、 E' 都增大，故 A 正确，C 错误。

【变式训练】 (多选) 如图是霍尔元件的工作原理示意图，如果用 d 表示薄片的厚度， k 为霍尔系数，对于一个霍尔元件 d 、 k 为定值，如果保持 I 恒定，则可以验证 U_H 随 B 的变化情况。

以下说法中正确的是 (工作面是指较大的平面) ()

- A. 将永磁体的一个磁极逐渐靠近霍尔元件的工作面， U_H 将变大
- B. 在测定地球两极的磁场强弱时，霍尔元件的工作面应保持水平
- C. 在测定地球赤道上的磁场强弱时，霍尔元件的工作面应保持水平



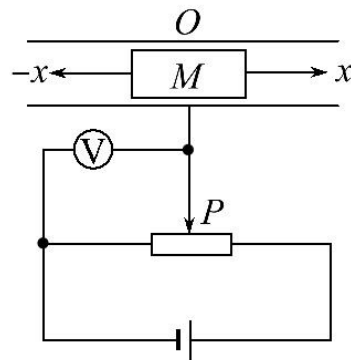
【解析】选 A、B、D。将永磁体的磁极逐渐靠近霍尔元件的工作面时， B 增大， I 恒定，由公式 $U_H = \frac{kIB}{d}$ 知 U_H 将变大，选项 A 正确；地球两极的磁场方向在竖直方向上，所以霍尔元件的工作面应保持水平，使 B 与工作面垂直，选项 B 正确；地球赤道上的磁场沿水平方向，只有霍尔元件的工作面在竖直方向且垂直于南北时， B 才与工作面垂直，选项 C 错误；改变磁感线与霍尔元件工作面的夹角， B 垂直工作面的大小发生变化， U_H 将发生变化，选项 D 正确。

备选例题

考查内容	位移传感器的分析
------	----------

【典例】 传感器可将非电学量转换为电学量，起自动控制作用，如计算机鼠标中有位移传感器，电饭煲中有温度传感器，电视机、录像机、影碟机、空调机中有光电传感器。如图是演示位移传感器的工作原理图，物体 **M** 在导轨上平移时，带动滑动变阻器的滑动触头滑动，通过电压表显示的数据来反映物体位移的大小，假设电压表是理想的，则下列说法正确的是 ()

- A. 物体 M 运动时，电源内的电流会发生变化
- B. 物体 M 运动时，电压表的示数会发生变化
- C. 物体 M 不动时，电路中没有电流
- D. 物体 M 不动时，电压表没有示数



【标准解答】选 B。由于电压表是理想的，因此滑片 P 移动时，不改变闭合电路的电阻，电源内的电流不发生变化，即电流恒定，A、C 错误；物体 M 运动时，电压表所测电压是变化的，M 不动时，电压表示数恒定，B 正确，D 错误。



易错辨析

传感器原理的辨析

本节课的重点是物理知识在传感器中的应用，而不是研究传感器的技术问题，所以理解传感器的原理是解题的关键，在理解传感器的原理时要注意以下三点：

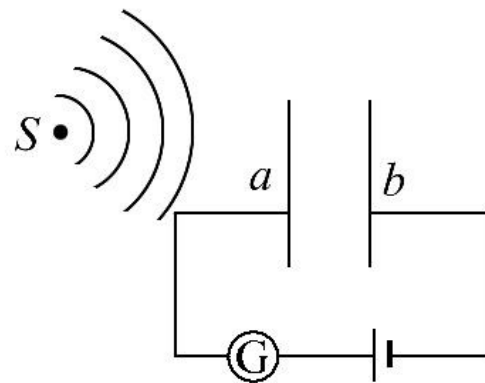
第一，明确传感器所采用的核心部分是什么。

第二，传感器的输入量是什么。

第三，传感器的输出量是什么。

【案例展示】

如图所示的电路可将声音信号转换为电信号，该电路中右侧固定不动的金属板 **b** 与能在声波驱动下沿水平方向振动的镀有金属层的振动膜 **a** 构成一个电容器，**a**、**b** 通过导线与恒定电源两极相接。若声源 **S** 做简谐运动，则()



- A. **a** 振动过程中，**a**、**b** 板间的电场强度不变
- B. **a** 振动过程中，**a**、**b** 板所带电荷量不变
- C. **a** 振动过程中，灵敏电流计中始终有方向不变的电流
- D. **a** 向右的位移最大时，**a**、**b** 板所构成的电容器的电容最大

【标准解答】 选 D。由于平行板电容器两极板与电池两极相连接，因此两极板间的电压 U 保持不变，根据场强 $E = \frac{U}{d}$ ， $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可判断 A 错、D 对。再由 $Q = CU$ 可知，B 错。由于 Q 变化，使电容器出现充电、放电现象，显然电流计中电流方向不断变化，C 错。

【易错分析】 本题易错选项及错误原因分析如下：

易错选项	错误原因
A	误认为电容器始终和电源相连，电压不变，那么电场强度就不变
B	忽略了电容器的电容受板间距离的影响，误认为电容不变，板间电压不变，从而极板上带电量不变
C	误认为振动膜 a 只是向里振动，由于 U 不变，C 变大，则 Q 变大，电容器始终处于充电状态

学业测试·速达标

1.(多选)(基础理论辨析题)关于传感器的原理,下列说法中正确的是()

A. 传感器的作用是把电学量转换为非电学量

B. 光敏电阻随着光照的增强,导电性变好

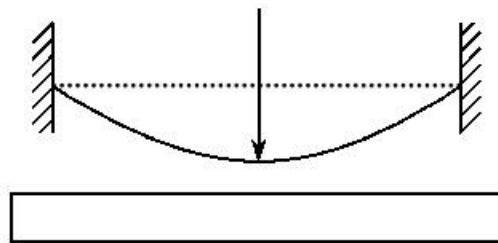
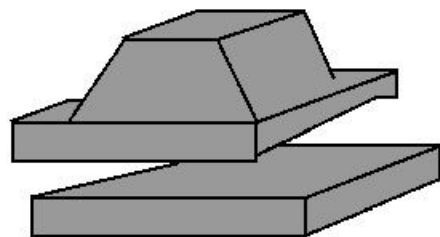
C. 热敏电阻能够把热学量转换为电学量

D. 金属热电阻和热敏电阻在温度升高时电阻值都变大

E. 霍尔元件通入恒定电流,会在和外加磁场相同的方向上形成电压

【解析】选 B、C。传感器的作用是把非电学量转换为电学量，A 错。光敏电阻随光照的增强，导电性变好，B 正确。热敏电阻能够把热学量转化为电学量，C 正确。负温度系数的热敏电阻随温度的升高电阻值变小，D 错误。霍尔元件形成的电压和磁场方向是垂直的，E 错误。

2.(2013·漳州高二检测) 传感器广泛应用在我们的生产生活中，常用的计算机键盘就是一种传感器。如图所示，键盘上每一个键的下面都连一小金属片，与该金属片隔有一定空气间隙的是另一小的固定金属片，这两金属片组成一个小电容器。当键被按下时，此小电容器的电容发生变化，与之相连的电子线路就能够检测出哪个键被按下，从而给出相应的信号。这种计算机键盘使用的是()



A. 温度传感器

B. 压力传感器

C. 磁传感器

D. 光传感器

【解析】选 B。计算机键盘被按下时，电容发生变化，故使用的是压力传感器， B 正确。

3.(2013·广州高二检测)街旁的路灯,江海里的航标都要求在夜晚亮,白天熄,实现了自动控制,这是利用半导体的()

- A. 压敏性
- B. 光敏性
- C. 热敏性
- D. 三种特性都利用

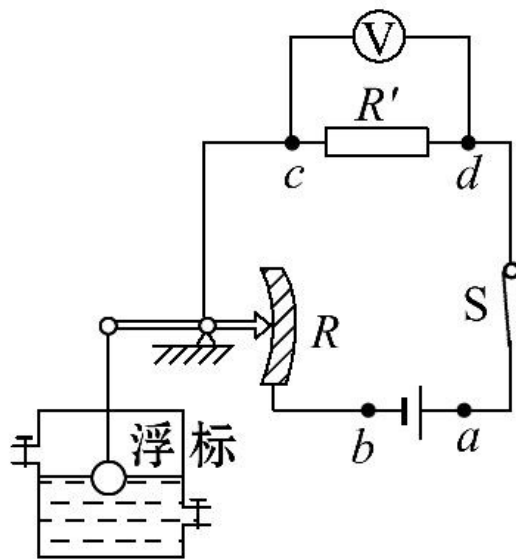
【解析】选 B。街旁的路灯和江海里的航标,都是利用了半导体的光敏性,夜晚电阻大,白天电阻小,控制了电路的通断。故选项 B 正确。

4. 关于光敏电阻，下列说法正确的是()

- A. 光敏电阻能够把光照强弱这个光学量转换为电阻的大小这个电学量
- B. 硫化镉是一种半导体材料，光照很强时，载流子极少，导电性能不好
- C. 硫化镉是一种半导体材料，无光照射时，载流子较多，导电性能较好
- D. 半导体材料的硫化镉，随着光照的增强，载流子减少，导电性能变差

【解析】选 A。光敏电阻的导电性能看载流子的多少，无光照射时，载流子极少，导电性能不好，随着光照的增强，载流子增加，导电性能变好，所以选项 A 正确，B、C、D 错。

5. 如图是一种测定油箱油量多少或变化多少的装置。其中电源电压保持不变， R 是滑动变阻器，它的金属滑片是金属杆的一端。当油箱中油量减少时，电压表的示数将如何变化？



【解析】由题图可知，当油箱内液面高度变化时，R的金属滑片将会移动，从而引起R'两端电压的变化。当油量减少时，R的数值会增大，电路中的电流会减小，c、d间的电压会减小。

答案：减小



课时提升卷



点击进入
Word版可编辑套题

