

自测

题型：选择，填空，简答，计算

拟题：jefice

一、选择

1. 化工厂检测含有固体颗粒的腐蚀性浆体的流量计，适于选用：
 - A. 节流式流量计
 - B. 转子流量计
 - C. 靶式流量计
 - D. 弯管流量计

2. 以下压力传感器，哪一款适合静态测量较大位移
 - A. 差动式变气隙式自感传感器，测量电路：变压器电桥
 - B. 涡流式电感传感器
 - C. 差动式螺管式自感传感器，测量电路：交流电桥
 - D. 圆筒形变面积式电容传感器，测量电路：谐振电路

3. 以下哪款光电器件基于外光电效应
 - A. 光敏二极管
 - B. 光敏三极管
 - C. 光敏电阻
 - D. 光电倍增管

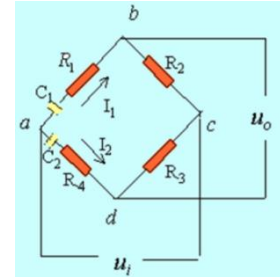
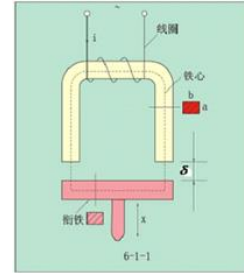
4. 化工生产中反应釜的温度控制要求很精确,测量 800°C 浆体的温度传感器可以是：
 - A. 比色温度计
 - B. 热电偶
 - C. 集成温度传感器 AD22100
 - D. 压力式温度传感器

5. 以下传感器的测量电路受分布电容影响较小的是：
 - A. 压电式压力传感器，电荷放大器
 - B. 压电式压力传感器，电压放大器
 - C. 电容式传感器，变压器电桥
 - D. 电感式传感器，交流电桥

6. 以下哪款电容式压力传感器的测量范围最小：
 - A. 极矩变化型
 - B. 平板形的面积变化型
 - C. 介电常数变化型
 - D. 圆筒形的面积变化型

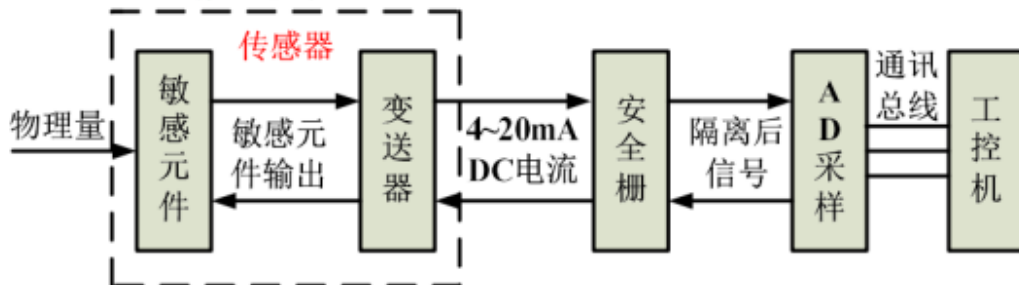
二、填空

1. NTC 为_____ (正温度系数、负温度系数、临界温度系数) 热敏电阻
2. 对右图所示的自感传感器，电感关于位移的灵敏度表达式为：_____
(W ——线圈匝数， μ_0 ——空气磁阻率， δ_0 ——初始气隙， A ——铁芯横截面积)
3. 使用交流电桥获得输出信号后，还要经过____和____，将信号放大并与噪声分离
4. 测量缓变压力时，多片压电晶片要_____ (并联、串联)
5. 用 K 型镍铬—镍硅热电偶测量炉温时，当冷端温度 $T_0=30^\circ\text{C}$ 时，测得热电势 $E(T, T_0)=39.17\text{mV}$ ，求实际炉温。(分度表见附录)
6. 如图所示交流电桥的平衡条件为_____和_____
- 7.

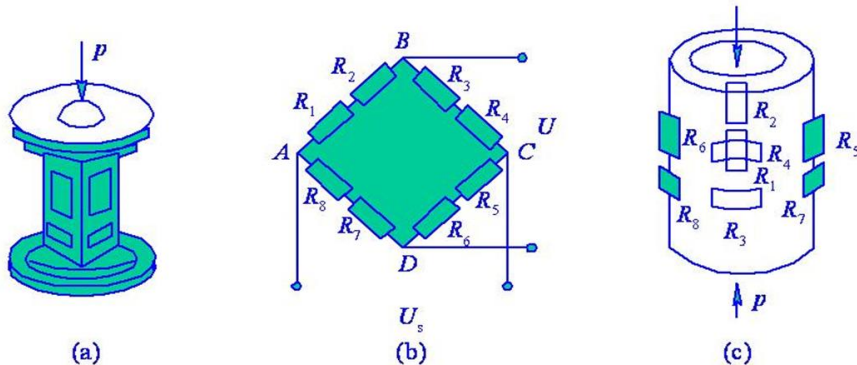


三、简答

1. 电感式压力传感器可以适用直流电桥作测量电路吗？为什么？
2. 经常的，使用变气隙式电容式压力传感器时，要控制初始极矩值在较小值，为什么？控制测量范围又是为什么？
3. 在工业生产流程中，变送器的作用是？为什么输出 4-20mA DC 的电流而不是电压？为什么不使用更小或更大的电流？



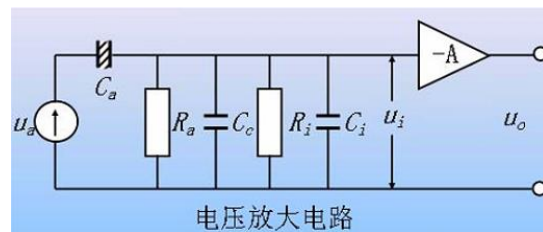
4. 证明中间温度定律 $E_{AB}(T, T_n, T_0) = E_{AB}(T, T_n) + E_{AB}(T_n, T_0)$
5. 测量角位移的传感器——编码器中，常使用格雷码盘而不是绝对编码盘 (8421 盘)，原因是？
6. 应变计的结构如下：



- (1) 图中哪几片应变片为测出压力的应变片？除此以外剩下的应变片的作用？
- (2) 比较单臂电桥、双臂电桥的灵敏度
- (3) 若受力方向相同的应变片接在双臂电桥中，会发生什么？
7. 应变片的蠕变、零漂现象是指？造成前者的原因是？应对措施？
8. 应变计的灵敏系数比敏感栅应变丝的灵敏系数小，原因是？
9. 热阻式温度传感器的测温元件常为纯金属，原因是？
10. 接触式温度传感器相对非接触式温度传感器，缺点是？
11. 为什么互感型电感传感器的高频特性较差？

四、计算

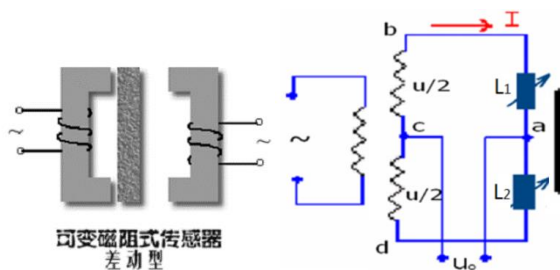
1. 下图为压电晶片的测量电路——电压放大器，压电晶片的压电常数为 d_c



施加在交变晶片上的交变力为 $F = F_0 \sin \omega t$

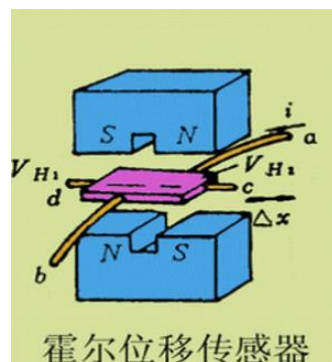
- (1) 交变晶片的等效电压 u_a 的表达式为？
- (2) 推导证明 $S_{U_o} = \frac{dU_{om}}{dF_0} = \frac{A\omega R}{\sqrt{(\omega RC)^2 + 1}} d_c$
- (3) 根据 (2) 解释说明压电晶片为何不适用于静态测量

2. 下图为差动式变气隙式自感传感器结构和其测量电路



- (1) 推导证明: $\Delta L = L_1 - L_2 \approx 2L_0 \frac{\Delta \delta}{\delta}$
- (2) 推导证明: $u_o \approx \frac{L_2 - L_1}{L_2 + L_1} \frac{u}{2} = \pm \frac{u \Delta L'}{2 L_0}$ ($\Delta L' = \frac{\Delta L}{2}$)

3. 常用霍尔传感器测位移:



设一定范围内磁场 B ，由中间向两侧的梯度 dB/dx 恒定记为 k ($k < 0$)，载流子呈正电性由 a 到 b 流速稳定为 v ，带电量为 $+e$ ，载流子浓度为 n ，设 a 、 b 对应边长为 l ， d 、 c 对应边长为 b ，霍尔片厚 d ，测出 ab 电流为 I_H

- (1) 写出霍尔电压表达式
- (2) 写出霍尔电压关于位移 x 的灵敏度

附录：分度表

K 型镍铬-镍硅（镍铬-镍铝）热电偶分度表

温度℃	热电动势 (mV) (JJG 351-84 参考端温度为0℃)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.102	-2.137	-2.173	-2.208
-40	-1.527	-1.563	-1.6	-1.636	-1.673	-1.709	-1.745	-1.781	-1.817	-1.853
-30	-1.156	-1.193	-1.231	-1.268	-1.305	-1.342	-1.379	-1.416	-1.453	-1.49
-20	-0.777	-0.816	-0.854	-0.892	-0.93	-0.968	-1.005	-1.043	-1.081	-1.118
-10	-0.392	-0.431	-0.469	-0.508	-0.547	-0.585	-0.624	-0.662	-0.701	-0.739
0	0	-0.039	-0.079	0.118	-0.157	-0.197	0.236	-0.275	-0.314	-0.353
0	0	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.96	1	1.041	1.081	1.122	1.162
30	1.203	1.244	1.285	1.325	1.366	1.407	1.448	1.489	1.529	1.57
40	1.611	1.652	1.693	1.734	1.776	1.817	1.858	1.899	1.94	1.981
50	2.022	2.064	2.105	2.146	2.188	2.229	2.27	2.312	2.353	2.394
60	2.436	2.477	2.519	2.56	2.601	2.643	2.684	2.726	2.767	2.809
900	37.325	37.365	37.405	37.443	37.484	37.524	37.564	37.604	37.644	37.684
910	37.724	37.764	37.833	37.843	37.883	37.923	37.963	38.002	38.042	38.082
920	38.122	38.162	38.201	38.241	38.281	38.32	38.36	38.4	38.439	38.479
930	38.519	38.558	38.598	38.638	38.677	38.717	38.756	38.796	38.836	38.875
940	38.915	38.954	38.994	39.033	39.073	39.112	39.152	39.191	39.231	39.27
950	39.31	39.349	39.388	39.428	39.467	39.507	39.546	39.585	39.625	39.664
960	39.703	39.743	39.782	39.821	39.861	39.9	39.939	39.979	40.018	40.057
970	40.096	40.136	40.175	40.214	40.253	40.292	40.332	40.371	40.41	40.449

答案

一. 选择

1.C

2.C 解释: A.适用微小位移 B.适用探伤, 不适用测精确位移 C.较大位移 D.较大位移, 但适用动态测量

3.D 解释: 其他选项均基于内光电效应

4.B 解释: A.比色温度计为非接触式, 测量精度较低; C.AD22100 测温范围-50~150°C; D.压力式温度计反应缓慢

5.A

6.A

二. 填空

1.负温度系数

$$2. S = \frac{dL}{dx} = -\frac{W^2 \mu_0 A}{2(\delta_0 + x)^2}$$

3.调制 解调

4.并联

5.977°C

由 $T_0 = 30$ 查分度表得 $E(30, 0) = 1.2\text{mv}$, 根据中间温度定律得:

$$E(T, 0) = E(T, 30) + E(30, 0)$$

$$= 39.17 + 1.2 = 40.37(\text{mv})$$

则查表得炉温 $T = 977^\circ\text{C}$ 。

$$6. R_1 R_3 = R_2 R_4 \quad \frac{R_3}{C_1} = \frac{R_4}{C_2}$$

三. 简答

1.否。

原因: 直流电桥测量的为变化的电阻, 变化电感(电容)需使用交流电桥

2. 获得较高灵敏度 获得良好的线性度

3.变送器的作用: 将敏感元件输出转换成电信号、电信号放大, V/I 转换, 输出 4-20mA DC 使用小电流受传输导线电阻的影响小;

不能过小: 工作电压一般在 4mA 以上, 0-4mA 可以用作故障检测区间

不能过大: 20mA 电流通断引起的火花能量不足以引燃瓦斯

4.证明:

$$\begin{aligned} E_{ABBA}(T, T_n, T_0) &= e_{AB}(T) + e_{BB}(T_n) + e_{BA}(T_0) + e_{AA}(T_n) - e_A(T_n, T) - e_B(T, T_n) - e_B(T_n, T_0) - e_A(T_0, T_n) \\ E_{ABBA}(T, T_n, T_0) &= \frac{K(T - T_n)}{e} \ln \frac{n_A}{n_B} + \frac{K(T_n - T_0)}{e} \ln \frac{n_A}{n_B} - \int_{T_n}^T (\sigma_A - \sigma_B) dt - \int_{T_0}^{T_n} (\sigma_A - \sigma_B) dt \\ &\Rightarrow E_{ABBA}(T, T_n, T_0) = E_{AB}(T, T_n) + E_{A'B'}(T_n, T_0) \end{aligned}$$

5.使用绝对编码器存在非单值性误差, 而使用格雷码盘的读数误差最多不超过'1', 有效消除非单值性误差。

6. (1) $R_1 R_2 R_5 R_6$ 其他的应变片的作用: 横向补偿

(2) 双臂电桥的灵敏度是单臂电桥的两倍

(3) 同向的两片应变片相互抵消，输出为零。

7. 蠕变：在恒温恒载条件下，指示应变值随时间单向变化

零漂：应变计初始空载时应变计的示值随时间变化

引起蠕变的原因：制作应变计时内部产生的内应力和工作中出现的剪应力，使丝栅与基底之间尤其是胶层之间产生“漂移”

措施：减薄胶层、基底，使之充分固化

8. 与敏感栅的形状结构、成型工艺，粘结剂、粘贴工艺，基底性能有关；敏感栅圆弧部分横向效应的影响

9. 温度系数 α_i 的值要大,温度系数 α_i 越大，热电阻的灵敏度就越高。而纯金属的温度系数 α_i 比合金要高。

10. 感温元件破坏被测物体的热平衡，响应速度慢

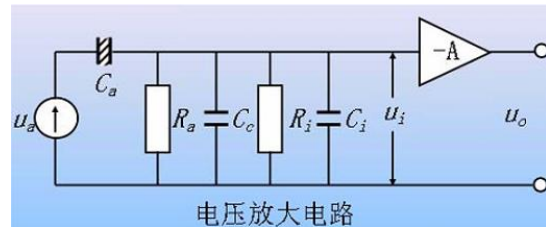
11. 包含机械结构，频率响应较低

四 . 计算

1.

$$(1) q = d_c F = d_c F_0 \sin \omega t$$

$$u_a = q/C_a = \frac{d_c F_0}{C_a} \sin \omega t$$



(2)

$$U_i(s)/U_a(s) = \frac{\frac{1}{R + s(C_c + C_i)}}{\frac{1}{sC_a} + \frac{1}{\frac{1}{R_a//R_i} + s(C_c + C_i)}} = \frac{sRC_a}{sRC + 1}$$

其中 $R = R_a//R_i$ $C = C_a + C_c + C_i$

幅值关系：

$$A(\omega) = \frac{\omega RC_a}{\sqrt{(\omega RC)^2 + 1}}$$

输入端电压幅值：

$$U_{im} = \frac{\omega R}{\sqrt{(\omega RC)^2 + 1}} d_c F_0$$

输出端电压幅值：

$$U_{om} \approx A U_{im}$$

灵敏度：

$$S_{U_o} = \frac{dU_{om}}{dF_0} = \frac{A\omega R}{\sqrt{(\omega RC)^2 + 1}} d_c$$

当作用力频率 ω 与时间常数 RC 足够大时 $\omega RC \gg 1$

$$U_{om} \approx A U_{im} \approx A \frac{d_c}{C} F_0 = \frac{A d_c}{C_a + C_c + C_i} F_0$$

$$S_{U_o} \approx \frac{A d_c}{C_a + C_c + C_i}$$

(3) 由 (2) 知, $U_{im} = \frac{\omega R}{\sqrt{(\omega RC)^2 + 1}} d_c F_0$ $S_{U_o} = \frac{dU_{om}}{dF_0} = \frac{A\omega R}{\sqrt{(\omega RC)^2 + 1}} d_c$, 当作用静态力为

恒力时, $\omega = 0$, U_{om} 和 S_{U_o} 均为 0。故压电传感器不能测量静态力

2.

(1)

$$L_1 = \frac{W^2 \mu_0 A}{2(\delta - \Delta\delta)} = L \left(1 - \frac{\Delta\delta}{\delta}\right)^{-1}$$

$$L_2 = \frac{W^2 \mu_0 A}{2(\delta + \Delta\delta)} = L \left(1 + \frac{\Delta\delta}{\delta}\right)^{-1}$$

在零点作泰勒展开, 保留一次项

$$L_1 = L \left(1 + \frac{\Delta\delta}{\delta} + \dots + \left(\frac{\Delta\delta}{\delta}\right)^n + \dots\right)$$

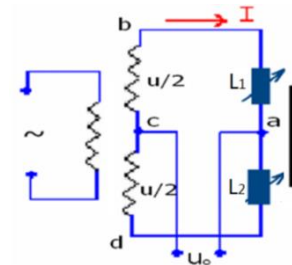
$$L_2 = L \left(1 - \frac{\Delta\delta}{\delta} + \dots + \left(-\frac{\Delta\delta}{\delta}\right)^n + \dots\right)$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 \approx 2L \frac{\Delta\delta}{\delta}$$

(2)

$$U_o = U_{ac} = \frac{j\omega L_2}{j\omega L_1 + j\omega L_2} U - \frac{U}{2} = \frac{L_2 - L_1}{L_2 + L_1} \frac{U}{2}$$

$$\Rightarrow u_o = \frac{L_2 - L_1}{L_2 + L_1} \frac{u}{2} = \pm \frac{u \Delta L}{2 L_0}$$



3.

(1)

霍尔电压: $V_H = vBb$

载流子电流: $I_H = vdbne$

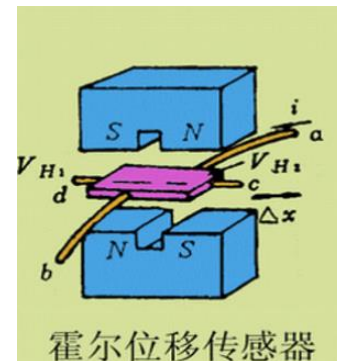
联立:

$$V_H = \frac{1}{ne} \frac{I_H B}{d}$$

由题意, 记 $B = B_0 + kx$

于是

$$V_H = \frac{1}{ne} \frac{I_H (B_0 + kx)}{d}$$



霍尔位移传感器

(2)

$$S = \frac{dV_H}{dx} = \frac{1}{ne} \frac{I_H k}{d}$$