

6157/1107

7·1

7-1 pH与氢离子浓度 $[H^+]$ 的换算

说明：利用本表可将 pH 数值与氢离子浓度互相换算。

例 1. $pH = 4.35$, 求 $[H^+]$?

此时 $n = 4$, 从表中 $n.35$ 行查得: $[H^+] = 4.47 \times 10^{-(n+1)} = 4.47 \times 10^{-5}$ 。

例 2. $[H^+] = 1.38 \times 10^{-3}$, 求 pH ?

此时 $n = 2$, 从表中 $1.38 \times 10^{-(n+1)}$ 行查得: $pH = 2.86$ 。

pH	$[H^+]$ (摩尔/升)	pH	$[H^+]$ (摩尔/升)	pH	$[H^+]$ (摩尔/升)
n.00	1.00×10^{-n}	n.34	$4.57 \times 10^{-(n+1)}$	n.68	$2.09 \times 10^{-(n+1)}$
n.01	$9.77 \times 10^{-(n+1)}$	n.35	$4.47 \times 10^{-(n+1)}$	n.69	$2.04 \times 10^{-(n+1)}$
n.02	$9.55 \times 10^{-(n+1)}$	n.36	$4.37 \times 10^{-(n+1)}$	n.70	$2.00 \times 10^{-(n+1)}$
n.03	$9.33 \times 10^{-(n+1)}$	n.37	$4.27 \times 10^{-(n+1)}$	n.71	$1.95 \times 10^{-(n+1)}$
n.04	$9.12 \times 10^{-(n+1)}$	n.38	$4.17 \times 10^{-(n+1)}$	n.72	$1.91 \times 10^{-(n+1)}$
n.05	$8.91 \times 10^{-(n+1)}$	n.39	$4.07 \times 10^{-(n+1)}$	n.73	$1.86 \times 10^{-(n+1)}$
n.06	$8.71 \times 10^{-(n+1)}$	n.40	$3.98 \times 10^{-(n+1)}$	n.74	$1.82 \times 10^{-(n+1)}$
n.07	$8.51 \times 10^{-(n+1)}$	n.41	$3.89 \times 10^{-(n+1)}$	n.75	$1.78 \times 10^{-(n+1)}$
n.08	$8.32 \times 10^{-(n+1)}$	n.42	$3.80 \times 10^{-(n+1)}$	n.76	$1.74 \times 10^{-(n+1)}$
n.09	$8.13 \times 10^{-(n+1)}$	n.43	$3.72 \times 10^{-(n+1)}$	n.77	$1.70 \times 10^{-(n+1)}$
n.10	$7.94 \times 10^{-(n+1)}$	n.44	$3.63 \times 10^{-(n+1)}$	n.78	$1.66 \times 10^{-(n+1)}$
n.11	$7.76 \times 10^{-(n+1)}$	n.45	$3.55 \times 10^{-(n+1)}$	n.79	$1.62 \times 10^{-(n+1)}$
n.12	$7.58 \times 10^{-(n+1)}$	n.46	$3.47 \times 10^{-(n+1)}$	n.80	$1.59 \times 10^{-(n+1)}$
n.13	$7.41 \times 10^{-(n+1)}$	n.47	$3.39 \times 10^{-(n+1)}$	n.81	$1.55 \times 10^{-(n+1)}$
n.14	$7.25 \times 10^{-(n+1)}$	n.48	$3.31 \times 10^{-(n+1)}$	n.82	$1.51 \times 10^{-(n+1)}$
n.15	$7.08 \times 10^{-(n+1)}$	n.49	$3.24 \times 10^{-(n+1)}$	n.83	$1.48 \times 10^{-(n+1)}$
n.16	$6.92 \times 10^{-(n+1)}$	n.50	$3.16 \times 10^{-(n+1)}$	n.84	$1.45 \times 10^{-(n+1)}$
n.17	$6.76 \times 10^{-(n+1)}$	n.51	$3.09 \times 10^{-(n+1)}$	n.85	$1.41 \times 10^{-(n+1)}$
n.18	$6.61 \times 10^{-(n+1)}$	n.52	$3.02 \times 10^{-(n+1)}$	n.86	$1.38 \times 10^{-(n+1)}$
n.19	$6.46 \times 10^{-(n+1)}$	n.53	$2.95 \times 10^{-(n+1)}$	n.87	$1.35 \times 10^{-(n+1)}$
n.20	$6.31 \times 10^{-(n+1)}$	n.54	$2.88 \times 10^{-(n+1)}$	n.88	$1.32 \times 10^{-(n+1)}$
n.21	$6.17 \times 10^{-(n+1)}$	n.55	$2.82 \times 10^{-(n+1)}$	n.89	$1.29 \times 10^{-(n+1)}$
n.22	$6.03 \times 10^{-(n+1)}$	n.56	$2.76 \times 10^{-(n+1)}$	n.90	$1.26 \times 10^{-(n+1)}$
n.23	$5.89 \times 10^{-(n+1)}$	n.57	$2.69 \times 10^{-(n+1)}$	n.91	$1.23 \times 10^{-(n+1)}$
n.24	$5.76 \times 10^{-(n+1)}$	n.58	$2.63 \times 10^{-(n+1)}$	n.92	$1.20 \times 10^{-(n+1)}$
n.25	$5.62 \times 10^{-(n+1)}$	n.59	$2.57 \times 10^{-(n+1)}$	n.93	$1.18 \times 10^{-(n+1)}$
n.26	$5.50 \times 10^{-(n+1)}$	n.60	$2.51 \times 10^{-(n+1)}$	n.94	$1.15 \times 10^{-(n+1)}$
n.27	$5.37 \times 10^{-(n+1)}$	n.61	$2.46 \times 10^{-(n+1)}$	n.95	$1.12 \times 10^{-(n+1)}$
n.28	$5.25 \times 10^{-(n+1)}$	n.62	$2.40 \times 10^{-(n+1)}$	n.96	$1.10 \times 10^{-(n+1)}$
n.29	$5.13 \times 10^{-(n+1)}$	n.63	$2.35 \times 10^{-(n+1)}$	n.97	$1.07 \times 10^{-(n+1)}$
n.30	$5.01 \times 10^{-(n+1)}$	n.64	$2.29 \times 10^{-(n+1)}$	n.98	$1.05 \times 10^{-(n+1)}$
n.31	$4.90 \times 10^{-(n+1)}$	n.65	$2.24 \times 10^{-(n+1)}$	n.99	$1.02 \times 10^{-(n+1)}$
n.32	$4.79 \times 10^{-(n+1)}$	n.66	$2.19 \times 10^{-(n+1)}$	(n+1).00	$1.00 \times 10^{-(n+1)}$
n.33	$4.68 \times 10^{-(n+1)}$	n.67	$2.14 \times 10^{-(n+1)}$		

7-2 电位法测定 pH 和离子选择性电极

(1) 0~100℃ 时的 $2.3026RT/F$ 值

电位法测定溶液的 pH_x 值可由贝茨—古根海姆公式给出：

$$\text{pH}_x = \text{pH}_s + \frac{E_x - E_s}{2.3026RT/F}$$

式中， R ——气体常数， T ——绝对温度， F ——法拉第常数， pH_s ——标准溶液的 pH 值， E_x, E_s ——分别为 pH 指示电极和参比电极插入未知溶液与标准溶液的电动势。

$2.3026RT/F$ 值以毫伏数 (mV) 表示时可由下表查得：

$t, ^\circ\text{C}$	mV	$t, ^\circ\text{C}$	mV	$t, ^\circ\text{C}$	mV
0	54.199	35	61.143	70	68.088
5	55.191	38	61.738	75	69.080
10	56.183	40	62.135	80	70.072
15	57.175	45	63.127	85	71.064
18	57.770	50	64.119	90	72.056
20	58.167	55	65.112	95	73.048
25	59.159	60	66.104	100	74.040
30	60.151	65	67.096		

(2) 参比电极的电位

(包括液体接界电位)

(单位: 伏特)

温度 °C	0.1M KCl Hg/Hg ₂ Cl ₂	1.0M KCl Hg/Hg ₂ Cl ₂	3.5M KCl Hg/Hg ₂ Cl ₂	饱和 KCl Hg/Hg ₂ Cl ₂	1.0M KCl Ag/AgCl	1.0M KBr Ag/AgBr	1.0M KI Ag/AgI
0	0.3367	0.2883		0.25918	0.23655	0.08128	-0.14637
5					0.23413	0.07961	-0.14710
10	0.3362	0.2868	0.2556	0.25387	0.23142	0.07773	-0.14822
15	0.3361			0.2511	0.22857	0.07572	-0.14942
20	0.3358	0.2844	0.2520	0.24775	0.22557	0.07349	-0.15081
25	0.3356	0.2830	0.2501	0.24453	0.22234	0.07106	-0.15244
30	0.3354	0.2815	0.2481	0.24118	0.21904	0.06856	-0.15405
35	0.3351			0.2376	0.21565	0.06585	-0.15590
38	0.3350		0.2448	0.2355			
40	0.3345	0.2782	0.2439	0.23449	0.21208	0.06310	-0.15783
45					0.20835	0.06012	-0.15998
50	0.3315	0.2745		0.22737	0.20449	0.05704	-0.16219
55					0.20056		
60	0.3248	0.2702		0.2235	0.19649		
70					0.18782		
80				0.2083	0.1787		
90					0.1695	0.0251	

(3) 离子选择性电极

离子选择性电极是一种根据膜电位原理直接、间接利用电位的测量来检测离子活度的指示电极。它具有选择性好，结构简单，测量范围宽，速度快，不要求复杂仪器，操作简易，适用性较广并能进行连续自动分析等优点。对于那些测定方法烦琐的离子(如 F^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 ClO_4^- 等)和工业生产的流程控制更有它的独到之处。

离子选择性电极在分析上的应用有许多种方法，但基本上可归纳成两类：(一) 直接电位法；(二) 电位滴定法。直接电位法又可分为：纯溶液法、恒定离子背景法、离子强度调节剂法及标准添加法、分析物添加法、已知减量法等。直接电位法的定量基础是 Nernst 方程式。电位滴定法则是利用离子选择性电极作为指示电极来确定滴定终点，它与普通滴定相似，但由于电极取代了指示剂，因而有许多优点，能分析普通滴定难以胜任的项目，并且适用于自动化。一般来说，电位滴定法的准确度和精密度均较直接电位法高，但费时较多。

离子选择性电极测量的准确度受电极的响应特性、参比电极、温度和溶液组成变化的影响。直接电位法电位测量的总误差 ΔE 与浓度测定结果的相对误差 σ 的关系由下式决定：

$$\sigma = \frac{2.303}{59.2} \cdot n \cdot \Delta E \quad (25^\circ\text{C})$$

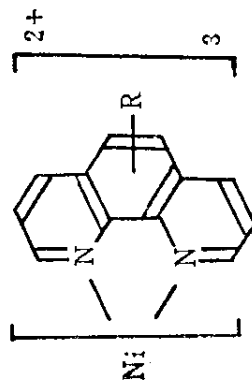
对一价离子而言($n=1$)，当 $\Delta E = \pm 0.5\text{mV}$ ，相对误差 $\sigma = \pm 2\%$ 。然而， σ 与被测离子的浓度无关，即在各种浓度下有相同的准确度。因此，用于测定低浓度的样品特别有利。离子选择性电极多数还不是专属性的，各种离子会对它产生不同程度的干扰，但很多干扰都可以用化学方法消除。目前，它无论在品种、性能和扩大应用范围等方面，都正处在蓬勃发展之中。

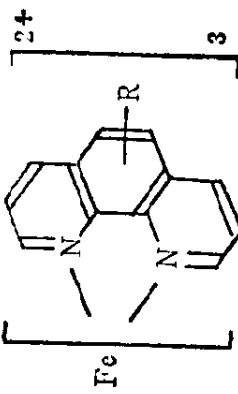
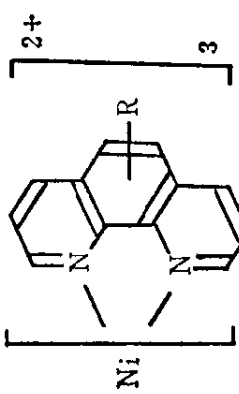
7-2(3) 续

待测离子	膜材料、骨架或交换定域体	类型	测量范围 (M)	pH范围	主要干扰离子
H ⁺	H ⁺ 敏感玻璃	玻璃膜	1~10 ⁻¹⁴		
Li ⁺	Li ⁺ 敏感玻璃 中性载体与磷酸三(2-乙己) 酯和聚四氟乙烯液膜	玻璃膜 液态膜	1~10 ⁻⁵		20倍Na ⁺ , 140倍K ⁺ 开始干扰
Na ⁺	Na ⁺ 敏感玻璃	玻璃膜	饱和~10 ⁻⁷ (下限达2.3ppb)	3~12	H ⁺ , K ⁺ , Ag ⁺ , Li ⁺
K ⁺	K ⁺ 敏感玻璃	玻璃膜	1~10 ⁻⁵	7~13	H ⁺ , Ag ⁺ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , Li ⁺
NH ₄ ⁺	NH ₄ ⁺ 敏感玻璃	玻璃膜	1~10 ⁻⁶		K ⁺ , Na ⁺ , Li ⁺
Ag ⁺	Ag ⁺ 敏感玻璃 Ag ₂ S	玻璃膜 固态膜	1~10 ⁻⁵ 饱和~10 ⁻⁶	4~8 0~14	H ⁺ , K ⁺ Hg ²⁺
Ca ²⁺	(RO) ₂ -PO ₂ ⁻	液态膜	1~10 ⁻⁵	5.5~11	Zn ²⁺ , Fe ²⁺ , Pb ²⁺ , Cu ²⁺ , Ni ²⁺ , Mg ²⁺ , Ba ²⁺
Cu ²⁺	R-S-CH ₂ -COO ⁻ CuS/Ag ₂ S	液态膜 固态膜	10 ⁻¹ ~10 ⁻⁵ 1~10 ⁻⁷		Fe ²⁺ , 100倍的Zn ²⁺ 与Ni ²⁺ Hg ²⁺ , Ag ⁺ , Fe ³⁺
Pb ²⁺	R-S-CH ₂ -COO ⁻ PbS/Ag ₂ S PbS硅橡胶	液态膜 固态膜 橡胶	1~10 ⁻⁶ 1~10 ⁻⁷ 1~10 ⁻⁷	3.5~7.5 2~14 2~14	Cu ²⁺ , Fe ²⁺ , Zn ²⁺ , Ba ²⁺ Hg ²⁺ , Ag ⁺ , Cu ²⁺ Hg ²⁺ , Ag ⁺ , Cu ²⁺
Zn ²⁺	烟绿四硫氰酸锌盐硅橡胶	液态膜	10 ⁻¹ ~10 ⁻⁴		Ag ⁺ , Cu ²⁺ , Hg ²⁺
Cd ²⁺	CdS/Ag ₂ S	固态膜	1~10 ⁻⁷	1~14	Hg ²⁺ , Ag ⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺

7-2(3) 续

待测离子	膜材料、骨架或交换定域体	类型	测量范围(M)	pH范围	主要干扰离子
Mg^{2+}	五硫氰氧钼双四乙基胺溶于硝基苯、邻二氯苯(2:3)	液态膜	$10^{-2} \sim 5 \times 10^{-8}$		不 详
氧化还原电位	惰性金属电极(如Pt)	金属	不 等	0~14	所有氧化还原体系
$\text{F}^-(\text{La}^{3+})$	LaF_3	固态晶体	$1 \sim 10^{-6}$	0~8.5	OH^-
Cl^-	NR_4	液态膜	$1 \sim 10^{-5}$	2~10	ClO_4^- , Br^- , I^- , OH^- , Ac^- , NO_3^-
	$\text{AgCl}/\text{Ag}_2\text{S}$	固态膜	$1 \sim 10^{-5}$	2~12	Br^- , I^- , CN^- , SCN^- , S^{2-} , NH_3
	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{HgS}$	固态膜	$1 \sim 10^{-6}$	2~12	Br^- , I^- , CN^- , S^{2-} , SO_3^{2-} , HCO_3^-
Br^-	$\text{AgBr}/\text{Ag}_2\text{S}$, 或 AgBr	固态膜	$1 \sim 10^{-6}$	0~14	CN^- , S^{2-}
I^-	$\text{AgI}/\text{Ag}_2\text{S}$, 或 AgI	固态膜	$1 \sim 5 \times 10^{-8}$	0~14	CN^- , S^{2-}
CN^-	$\text{AgI}/\text{Ag}_2\text{S}$, 或 AgI	固态膜	$10^{-2} \sim 10^{-7}$	>11	S^{2-} , I^-
SCN^-	$\text{AgSCN}/\text{Ag}_2\text{S}$	固态膜	$1 \sim 5 \times 10^{-6}$	0~14	S^{2-} , Br^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, NH_3
BF_4^-		液态膜	$1 \sim 10^{-5}$	2~12	Ac^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , I^-



ClO_4^-		液态膜	$1 \sim 10^{-6}$	$4 \sim 10$	OH^-, I^-
	N^+ -乙基苯并三唑-2,2'氮杂 吡啉高氯酸盐的邻二氯苯溶液	液态膜	$1 \sim 3 \times 10^{-7}$		$\text{ClO}_3^-, \text{NO}_3^-$ 等
NO_3^-		液态膜	$10^{-1} \sim 10^{-5}$	$2 \sim 12$	$\text{ClO}_4^-, \text{I}^-, \text{ClO}_3^-,$ $\text{Br}^-, \text{S}^{2-}, \text{NO}_2^-, \text{Cl}^-$
CO_3^{2-}	5%三辛酰甲基铵的三氯乙 酰对丁苯溶液	液态膜	$10^{-2} \sim 10^{-7}$	内充液为 $0.1M \text{NaCl}$ $+ 0.1M \text{NaHCO}_3$	$\text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{PO}_4^{3-}$ 浓度过大有干扰
S^{2-}	Ag_2S	固态膜	$1 \sim 10^{-7}$	$0 \sim 14$	无干抗
扁桃苷	酶电极 氰根固态膜 + β 葡萄糖酶	酶电极	最低检出量: $100\mu\text{l}$ 中 $10\mu\text{g}$		

7-2(3) 续

待测离子	膜材料、骨架或交换定域体	类 型	测定范围 (M)	pH 范 围	主 要 干 扰 离 子
脲 素	脲素酶固定在铵离子电极表面	酶电极			
葡 萄 糖	铂电极表面安放一层葡萄糖氧化酶		$10^{-1} \sim 5 \times 10^{-6}$		
氨 基 酸	瓊脂玢固定氨基酸氧化酶于铂丝上	酶电极	$10^{-1} \sim 5 \times 10^{-4}$	合适 pH = 7.8	
SO ₂	气敏电极 选择性过滤膜安放在 pH 玻璃电极上	玻璃膜	$10^{-2} \sim 5 \times 10^{-6}$		
CO ₂	选择性过滤膜安放在 pH 玻璃电极上	玻璃膜	20~60 P _{CO₂} m.mHg 柱		
NH ₃	选择性过滤膜安放在 pH 玻璃电极上	玻璃膜	$1 \sim 10^{-6}$		
HCN	选择性过滤膜安放在 pH 玻璃电极上	玻璃膜	$10^{-2} \sim 10^{-6}$		

7-3 常用的熔化剂

说明：符号“+”表示可用以进行熔融；“-”表示为了避免坩埚的损坏，不宜用该熔化剂进行熔融。

熔 化 剂	所用熔化剂 的重量〔注〕	所 用 坩 埚						熔 化 剂 性 质 和 用 途
		铂	铁	镍	磁	石 英	银	
无水碳酸钠	6~8倍	+	+	+	-	-	-	碱性熔化剂，用于分析不溶性（酸性）矿渣、粘土、耐火材料、不溶于酸的残渣、难溶硫酸盐等
6份无水碳酸钠 0.5份硝酸钾	8~10倍	+	+	+	-	-	-	碱性氧化熔化剂，用于测定矿石中的“总”硫、砷、铬、钒及分离钒、铬等物中的钛
3份无水碳酸钠 2份硼酸钠（熔融，研细）	10~12倍	+	-	-	+	+	-	碱性氧化熔化剂，用于分析铬铁矿、钛铁矿等
2份无水碳酸钠 1份氧化镁	10~14倍	+	+	+	+	+	-	碱性氧化熔化剂，用来分解铁合金、铬铁矿等
1份无水碳酸钠 2份氧化镁	4~10倍	+	+	+	+	+	-	碱性氧化熔化剂，用来测定煤中的硫和用来分解铁合金
2份无水碳酸钠 1份氧化锌	8~10倍	-	-	-	+	+	-	碱性氧化熔化剂，用来测定矿石中的硫（主要是硫化物中的硫）
4份碳酸钾钠 1份酒石酸钾	8~10倍	+	-	-	+	-	-	碱性还原熔化剂，用来将铬（ Cr_2O_3 ）与钒（ V_2O_5 ）分离

熔 化 剂	所用熔化剂 的重量〔注〕	所 用 坩 埚						熔 化 剂 性 质 和 用 途
		铂	铁	镍	磁	石 英	银	
过氧化钠	6~8 倍	-	+	+	-	-	+	碱性氧化熔化剂, 用于测定矿石和铁合金中的硫、铬、钒、锰、硅、磷, 辉钼矿中的钼等
氢氧化钠(钾)	8~10倍	-	+	+	-	-	+	碱性熔化剂, 用来测定锡石中的锡, 有铁存在时, 将钛与铝分离等
氰 化 钾	3~4 倍	-	-	-	+	+	-	碱性还原熔化剂, 用来自锡(SnO_2)和锑(Sb_2O_5)中分离铜(CuO) 磷(P_2O_5)和铁(Fe_2O_3)
硫酸氢钾(钠)	12~14倍	+	-	-	+	+	-	酸性熔化剂, 用来分解硅酸盐(测定 SiO_2)、钨矿石(分离钨和二氧化硅); 熔融钛、铝、铁、铜等的氧化物
1 份无水碳酸钠 1 份研细的结晶硫黄	8~12倍	-	-	-	+	+	-	碱性硫化熔化剂, 用来自铅、铜、银等分离钼、铋、砷、锡; 分解有色矿石焙烧后的产品(粗炼金属, 硬渣等); 分离钛和钒等
硫代硫酸钠, 212°C烘干	8~10倍	-	-	-	+	+	-	碱性硫化熔化剂, 用来自铅、铜、银等分离钼、铋、砷、锡; 分解有色矿石焙烧后的产品(粗炼金属, 硬渣等); 分离钛和钒等
硼酸酐(熔融, 研细)	5~8 倍	+	-	-	-	-	-	主要用于分解硅酸盐(当测定其中的碱金属时)
1 份氯化氢钾 10 份焦硫酸钾	8~10倍	+	-	-	-	-	-	用于分解锆矿石

〔注〕 为熔融物质的重量的倍数。

7-4 指 示 剂

(1) 酸碱滴定指示剂的配制方法

指 示 剂	变 色 范 围, pH	配 制 方 法
甲 基 紫	黄 0.1~1.5 蓝	0.25 克溶于 100 毫升水
间甲酚紫	红 0.5~2.5 黄	0.10 克溶于 13.6 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
对二甲苯酚蓝	红 1.2~2.8 黄	0.10 克溶于 250 毫升乙醇
百里酚蓝 (麝香草酚蓝) (第一次变色)	红 1.2~2.8 黄	0.10 克溶于 10.75 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升; 0.1 克溶于 100 毫升 20% 酒精
二苯胺橙	红 1.3~3.0 黄	0.10 克溶于 100 毫升水
苯 紫 4B	蓝紫 1.3~4.0 红	0.10 克溶于 100 毫升水
茜素黄 R	红 1.9~3.3 黄	0.10 克溶于 100 毫升温水
2,6-二硝基酚(β)	无色 2.4~4.0 黄	0.10 克溶于几毫升乙醇中, 再用水稀释至 100 毫升
2,4-二硝基酚(α)	无色 2.6~4.0 黄	0.10 克溶于几毫升乙醇中, 再用水稀释至 100 毫升
对二甲氨基偶氮苯	红 2.9~4.0 黄	0.10 克溶于 200 毫升乙醇
溴 酚 蓝	黄 3.0~4.6 蓝	0.10 克溶于 7.45 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠, 用水稀释至 250 毫升
刚 果 红	蓝 3.0~5.2 红	0.10 克溶于 100 毫升水
甲 基 橙	红 3.0~4.4 黄	0.10 克溶于 100 毫升水
溴氯酚蓝	黄 3.2~4.8 蓝	0.10 克溶于 8.6 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
茜素磺酸钠	黄 3.7~5.2 紫	1.0 克溶于 100 毫升水
2,5-二硝基酚(γ)	无色 4.0~5.8 黄	0.10 克溶于 20 毫升乙醇中, 用水稀释至 100 毫升
溴甲酚绿	黄 3.8~5.4 蓝	0.10 克溶于 7.15 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
甲 基 红	红 4.2~6.2 黄	0.10 克溶于 18.60 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
氯 酚 红	黄 5.0~6.6 红	0.10 克溶于 11.8 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
对硝基酚	无色 5.0~7.6 黄	0.25 克溶于 100 毫升水

指 示 剂	变 色 范 围, pH	配 制 方 法
溴甲酚紫	黄 5.2~6.8 紫	0.10 克溶于 9.25 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
溴 酚 红	黄 5.2~7.0 红	0.10 克溶于 9.75 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
溴百里酚蓝 (溴麝香草酚蓝)	黄 6.0~7.6 蓝	0.10 克溶于 8.0 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
姜 黄	黄 6.0~8.0 棕红	饱和水溶液
酚 红	黄 6.8~8.4 红	0.10 克溶于 14.20 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
中 性 红	红 6.8~8.0 黄	0.10 克溶于 70 毫升乙醇中, 用水稀释至 100 毫升
树脂质酸	黄 6.8~8.2 红	1.0 克溶于 100 毫升 50% 乙醇
喹 啉 蓝	无色 7.0~8.0 紫蓝	1.0 克溶于 100 毫升乙醇
甲 酚 红	黄 7.2~8.8 红	0.10 克溶于 13.1 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
1-萘酚酞	玫瑰色 7.3~8.7 绿	0.10 克溶于 100 毫升 50% 乙醇
间甲酚紫	黄 7.4~9.0 紫	0.10 克溶于 13.1 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升
百里酚蓝 (麝香草酚蓝) (第二次变色)	黄 8.0~9.6 蓝	0.1 克溶于 10.75 毫升 0.02 <i>N</i> 氢氧化钠中, 用水稀释至 250 毫升; 0.1 克溶于 100 毫升 20% 酒精
酚 酞	无色 7.4~10.0 红	1.0 克溶于 60 毫升乙醇中, 用水稀释至 100 毫升
邻甲酚酞	无色 8.2~10.4 红	0.10 克溶于 250 毫升乙醇
1-萘酚苯	黄 8.5~9.8 绿	1.0 克溶于 100 毫升乙醇
百里酚酞 (麝香草酚酞)	无色 9.3~10.5 蓝	0.10 克溶于 100 毫升乙醇
茜素黄 G G	黄 10.0~12.0 紫	0.10 克溶于 100 毫升 50% 乙醇
泡依蓝 C 4 B	蓝 11.0~13.0 红	0.20 克溶于 100 毫升水
橘 黄 I	黄 11.0~13.0 橙	0.10 克溶于 100 毫升水
硝 胺	黄 11.0~13.0 橙棕	0.10 克溶于 100 毫升 70% 乙醇
1,3,5-三硝基苯	无色 11.5~14.0 橙	0.10 克溶于 100 毫升乙醇
靛蓝二磺酸钠 (靛红)	蓝 11.6~14.0 黄	0.25 克溶于 100 毫升 50% 乙醇

(2) 酸碱滴定最常用指示剂的使用方法

指 示 剂	狭窄变色范围〔注〕 pH	转变(颜)色	100 毫升 滴 定 液 中 所 加 0.1% 指示剂溶液毫升数
百里酚蓝	红 2~3 黄	红中带黄	1
二甲基黄	红 3~4 黄	橙 黄	0.2~0.5
甲 基 橙	红 3~4 黄	橙 黄	0.2~0.5
对乙氧基碱性菊橙	红 4~5 黄	橙 红	数 滴
喹 星 蓝	橙 4~5 蓝	带绿色的	数 滴
溴甲酚绿	黄 4~5 蓝	带绿色的	0.5~1
甲 基 红	红 5~6 黄	橙 黄	0.2~0.5
苯酰金胺 G	紫 5~5.6 黄	灰 色	数 滴
溴甲酚紫	黄 5~7 紫	紫中带黄	0.5~1
溴百里酚蓝	黄 6~7 蓝	绿	0.5~1
中 性 红	红 7~8 黄	橙-红	0.2~0.8
酚 红	黄 7~8 红	红中带粉红	0.5~1
甲 酚 红	黄 7~8 紫	红	0.5~1
乙基-双-2,4-二硝基 苯乙酸酯	无色 8~9 蓝	淡 蓝	数 滴
酚 酞	无色 8.2 紫	淡粉红色	0.8~1.0
	无色 9 紫	紫	0.3~0.4
百里酚蓝	黄 8~9 蓝	带绿色的	0.5~1
百里酚酞	无色 9~10 蓝	淡 蓝	0.5~1

〔注〕 狭窄变色范围是指该指示剂变色范围中人眼视觉较为敏感的部分。而表(1)中的变色范围是理论计算值。

(3) 混 合 指 示 剂

表中凡标有“*”记号的,是必须保存于深色瓶子里的指示剂;凡标有“**”记号的,是指示性能极好的指示剂。

指 示 剂 溶 液 的 组 成	变 色 pH 值〔注〕	附 注
1 体积 0.1% 甲基黄的乙醇溶液*	蓝紫 3.25 绿	pH 3.4 仍绿色, 3.2 蓝紫色**
1 体积 0.1% 亚甲蓝的乙醇溶液		
1 体积 0.1% 六甲氧基三苯基卡必醇的乙醇溶液*	紫 4.0 绿	pH 4.0 颜色为蓝紫
1 体积 0.1% 甲基绿的乙醇溶液		
1 体积 0.1% 甲基橙水溶液*	紫 4.1 绿	好的指示剂, 尤其在非自然光中
1 体积 0.25% 靛蓝胭脂红水溶液		
1 体积 0.1% 甲基橙水溶液	紫 4.3 绿	
1 体积 0.1% 苯胺蓝水溶液		
1 体积 0.1% 溴甲酚绿钠盐水溶液	橙 4.3 蓝绿	pH 3.5 黄色, 4.0 黄中带绿, 4.3 淡绿色
1 体积 0.02% 甲基橙水溶液		
3 体积 0.1% 溴甲酚绿的乙醇溶液	酒红 5.1 绿	非常敏锐的颜色变化**
1 体积 0.2% 甲基红的乙醇溶液		
1 体积 0.2% 甲基红的乙醇溶液*	红紫 5.4 绿	pH 5.2 颜色为红紫, 5.4 为不鲜明蓝色, 5.6 为不鲜明绿色
1 体积 0.1% 亚甲蓝的乙醇溶液		
1 体积 0.1% 氯酚红钠盐水溶液	绿 5.8 紫	pH 5.8 淡紫
1 体积 0.1% 苯胺蓝水溶液		
1 体积 0.1% 溴甲酚绿钠盐水溶液	黄绿 6.1 蓝紫	pH 5.4 蓝绿, 5.8 蓝, 6.0 蓝带点紫, 6.2 蓝紫
1 体积 0.1% 氯酚红钠盐水溶液		
1 体积 0.1% 溴甲酚紫钠盐水溶液	黄 6.7 紫蓝	pH 6.2 黄紫, 6.6 紫, 6.8 蓝紫
1 体积 0.1% 溴百里酚蓝钠盐水溶液		
2 体积 0.1% 溴百里酚蓝钠盐水溶液	紫 6.9 蓝	
1 体积 0.1% 石蕊精水溶液		

〔注〕 左边系酸型色, 右边系碱型色。

7-4(3) 续

指示剂溶液的组成	变色 pH 值〔注〕	附 注
1 体积 0.1% 中性红的乙醇溶液*	紫蓝 7.0 绿	pH 7.0 紫蓝**
1 体积 0.1% 亚甲蓝的乙醇溶液		
1 体积 0.1% 中性红的乙醇溶液	玫瑰 7.2 绿	pH 7.4 不鲜明绿色, 7.2 淡玫瑰色, 7.0 鲜明玫瑰色
1 体积 0.1% 溴百里酚蓝的乙醇溶液		
2 体积 0.1% 花青(染料)的 50% 乙醇溶液	黄 7.3 紫	pH 7.2 橙, 7.4 美丽的紫色, 放置后褪色
1 体积 0.1% 酚红的 50% 乙醇溶液		
1 体积 0.1% 溴百里酚蓝钠盐水溶液	黄 7.5 紫	pH 7.2 不鲜明绿色, 7.4 淡紫色, 7.6 强紫色**
1 体积 0.1% 酚红钠盐水溶液		
1 体积 0.1% 甲酚红钠盐的水溶液	黄 8.3 紫	pH 8.2 玫瑰色, 8.4 鲜明的紫色**
3 体积 0.1% 百里酚蓝钠盐水溶液		
2 体积 0.1% α -萘酚酞的乙醇溶液	淡玫瑰 8.3 紫	pH 8.2 淡紫色, 8.4 强紫色
1 体积 0.1% 甲酚红的乙醇溶液		
1 体积 0.1% α -萘酚酞的乙醇溶液	淡玫瑰 8.9 紫	pH 8.6 淡绿色, 9.0 紫色
3 体积 0.1% 酚酞的乙醇溶液		
1 体积 0.1% 酚酞的乙醇溶液*	绿 8.9 紫	pH 8.8 淡蓝色, 9.0 紫色
2 体积 0.1% 甲基绿的乙醇溶液		
1 体积 0.1% 百里酚蓝的 50% 乙醇溶液	黄 9.0 紫	由黄经绿至紫**
3 体积 0.1% 酚酞的 50% 乙醇溶液		
1 体积 0.1% 酚酞的乙醇溶液	无色 9.9 紫	pH 9.6 玫瑰, 10 紫; 敏锐的颜色变化
1 体积 0.1% 百里酚酞的乙醇溶液		
1 体积 0.1% 酚酞的乙醇溶液	蓝 10.0 红	pH 10 紫色**
2 体积 0.2% 尼尔蓝(Nile blue)的乙醇溶液		
2 体积 0.1% 百里酚酞的乙醇溶液	黄 10.2 紫	敏锐的颜色变化
1 体积 0.1% 茜素黄的乙醇溶液		
2 体积 0.2% 尼尔蓝(Nile blue)的水溶液	绿 10.8 红棕	
1 体积 0.1% 茜素黄的乙醇溶液		

(4) 酸碱滴定中的荧光指示剂

指 示 剂	变 色 范 围, pH	指 示 剂 溶 液
苯并黄素	黄 0.3~1.7 绿	1%乙醇溶液
3,6-二羟基酞酰胺	蓝 0~2.4 绿 绿 6.0~8.0 黄绿	1%乙醇溶液
曙 红	无荧光 6~3.0 绿	1%钠盐水溶液
4-乙基吡啶酮	绿 1.2~3.2 蓝	1%乙醇溶液
3,6-四甲基二氨基咕吨酮	绿 1.2~3.4 蓝	1%乙醇溶液
氨 茜 酸	无荧光1.5~3.0 亮蓝 亮蓝 4.5~6.0 暗蓝 暗蓝12.5~14 无荧光	0.1%指示剂的50%乙醇溶液
3-氨基-1-萘甲酸	无荧光1.5~3.0 绿 绿 4.0~6.0 蓝 蓝 11.6~13.0无荧光	0.1%硫酸盐的50%乙醇溶液
1-氨基-6-氨基酞萘	无荧光1.9~3.9 绿 绿 9.6~13.0无荧光	0.05%指示剂的90%乙醇溶液
1-氨基-7-氨基酞萘	无荧光1.9~3.9 绿 绿 9.6~13.0无荧光	0.05%指示剂的90%乙醇溶液
2-氨基-6-氨基酞萘	无荧光1.9~3.9 暗蓝 暗蓝 9.6~13.0无荧光	0.05%指示剂的90%乙醇溶液
2-氨基-8-氨基酞萘	无荧光1.9~3.9 亮蓝 亮蓝 9.6~13.0无荧光	0.05%指示剂的90%乙醇溶液
1-氨基-5-氨基酞萘	无荧光2.0~4.0 黄橙 黄橙 9.5~13.0无荧光	0.05%指示剂的90%乙醇溶液
1-萘甲酸	无荧光2.5~3.5 蓝色	钠盐的水溶液
水 杨 酸	无荧光2.5~4.0 暗蓝	0.5%钠盐的水溶液
四氯四溴荧光素	无荧光2.5~4.0 暗蓝	0.1%乙醇溶液
四碘荧光素	无荧光2.5~4.0 亮绿	0.2%钠盐的水溶液

7-4(4) 续

指 示 剂	变 色 范 围, pH	指 示 剂 溶 液
2-萘 胺	无荧光2.8~4.4 紫	0.5%乙醇溶液
对氨基苯磺酰胺	无荧光3.0~4.0 亮蓝	0.05%指示剂的90%乙醇溶液
2-羟基-3-萘甲酸	蓝 3.0~6.8 绿	0.1%钠盐水溶液
铬 变 酸	无荧光3.1~4.4 亮蓝	5%水溶液
4-氨基萘磺酸-[1]	无荧光 3~4 蓝 蓝 10~12 黄绿	0.2%钠盐水溶液
1-萘 胺	无荧光3.4~4.8 蓝	0.5%乙醇溶液
5-氨基水杨酸	无荧光3.1~4.4 亮绿	新鲜配制的0.2%乙醇溶液
奎 宁	蓝 3.0~5.0 弱紫 弱紫 9.5~10.0 无荧光	0.1%乙醇溶液
邻甲氧基苯甲醛	无荧光3.1~4.4 绿	0.2%水溶液
邻苯二胺	绿 3.1~4.4 无荧光	0.2%指示剂的70%乙醇溶液
对苯二胺	无荧光3.1~4.4 橙黄	0.2%指示剂的70%乙醇溶液
桑 色 素	无荧光3.1~4.4 绿 绿 8~9.8 黄绿	0.2%水溶液
硫代黄素 S	暗蓝 3.1~4.4 亮蓝	0.2%水溶液
萤 光 素	粉红绿4.0~6.0 绿	1%钠盐水溶液
二氯萤光素	蓝绿 4.0~6.6 绿	1%乙醇溶液
β -甲基七叶亭	无荧光4.0~6.2 蓝 蓝 9.0~10.0 亮绿	1%乙醇溶液
金鸡纳酸	黄 4.0~5.0 蓝	饱和水溶液
β -萘啉	蓝 4.4~6.3 无荧光	0.05%指示剂的50%乙醇溶液
吡 啶	绿 5.2~6.6 紫	0.1%乙醇溶液
3,6-二羟基吡吨酮	无荧光5.4~7.6 蓝紫	1%乙醇溶液
3,6-二羟基酞酸二腈	蓝 5.8~8.2 绿	1%乙醇溶液
1,4-二羟基苯二磺酸	无荧光 6~7 亮蓝	0.1%钾盐水溶液