

儀器分析問題詳解

D · A · 斯庫克 著
D · M · 韦斯特



曉園出版社
世界圖書出版公司

内 容 简 介

本书为D.A.斯库克和D.M.韦斯特所著《仪器分析》第2版(Principles of Instrumental Analysis and ed.)一书的习题解答,书中详细介绍了教科书中每道题的解法,可供读者开拓解题思路、检验解题能力之用。

仪器分析问题详解

D.A.斯库克 D.M.韦斯特 原著

沈 贤 译著

晓 园 出 版 社 出 版

世界图书出版公司北京分公司重印

(北京朝阳门内大街137号)

北 京 中 西 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992年5月 重印 开本 850×1168 1/32

1992年5月第一次印刷 印张 7

印数: 0,001—1,500

ISBN: 7-5062-1177-7/O·35

定价: 6.20元

世界图书出版公司通过中华版权代理公司

购得重印权 限国内发行

前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

儀器分析問題詳解

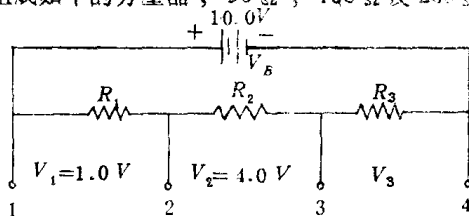
(目 錄)

第二章	電流及電路	1
第三章	基本電子學	19
第四章	電磁輻射及其與物質之作用	30
第五章	光譜儀器的組件	35
第六章	吸收光譜簡介	39
第七章	紫外光及可見光吸收測量的應用	48
第八章	紅外線吸收光譜分析法	63
第九章	拉曼光譜分析法	74
第十章	螢光光譜分析	83
第十一章	原子吸收光譜	90
第十二章	放射光譜	97
第十三章	其他光學分析法	100
第十四章	核磁共振光譜	105
第十五章	X射線法	119
第十六章	放射化學法	126
第十七章	質譜分析法	133
第十八章	電分析化學簡介	137
第十九章	電位分析法	151
第二十章	電解重量分析及電量分析	167
第二十一章	伏特安培分析法與極譜分析法	179

第廿二章	電導分析法.....	184
第廿三章	熱分析法.....	192
第廿四章	色層分析法簡介.....	195
第廿五章	液相色層分析法.....	202
第廿六章	氣相－液相色層分析法.....	208

第二章 電流及電路

2-1 想組成如下的分壓器， $50\ \Omega$ ， $100\ \Omega$ 及 $200\ \Omega$ 中有兩種可得到。



(a) 描述一種適當的電阻組合以得到要求的電壓。

(b) R_3 上的 IR 壓降為多少。

(c) 電池流出多少電流。

(d) 此電路的功率散逸為多少。

解 (a) $V_3 + V_2 + V_1 = 10\text{ V}$ (KCV定理)

$$\text{所以 } V_3 = 10 - 1 - 4 = 5.0\text{ V}$$

$$\text{因而 } R_1 + R_2 = R_3$$

$$\text{由於 } V_2/V_1 = R_2/R_1$$

$$\text{所以 } R_2 = 4R_1$$

$$\text{因此 } R_3 = R_1 + R_2 = 5R_1$$

R_1 選用 $50\ \Omega$ ， R_2 選用 $200\ \Omega$ ，

R_3 則用一 $50\ \Omega$ 及一 $200\ \Omega$ 串聯以得到 $250\ \Omega$

(b) 由(a)知 R_3 的 IR 壓降為

$$\begin{aligned} V_3 &= 10\text{ V} - 1.0\text{ V} - 4.0\text{ V} \\ &= 5.0\text{ V} \end{aligned}$$

(c) $R_1 = 50\ \Omega$ ， $R_2 = 200\ \Omega$ ， $R_3 = 250\ \Omega$

$$\text{所以 } I = \frac{10\text{ V}}{50 + 200 + 250}$$

$$I = \frac{10}{500} = 20\text{ mA}$$

(d) $P = I^2 R = IV$

$$= 20\text{ mA} \times 10\text{ V} = 200\text{ mW}$$

2-2 假設一綫路如同習題 1 所示, $R_1 = 200\Omega$, $R_2 = 500\Omega$, $R_3 = 1000\Omega$, 且 $V_B = 15V$ 。

(a) 計算 V_2 (b) 電阻 R_2 的功率損耗為多少 (c) R_2 損耗的功率為整個綫路的幾分之幾。

$$\text{解 (a)} V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} V_B = \frac{500}{1700} \times 15V$$

$$V_2 = 4.41V$$

$$(b) P_2 = \frac{V_2^2}{R_2} = \frac{(4.41)^2}{500} = 38.9 \text{ mW}$$

$$(c) P_T = \frac{V_B^2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{(15)^2}{1700} = 132.4 \text{ mW}$$

$$\frac{P_2}{P_T} = \frac{38.9}{132.4} = 29.4\%$$

2-3 如同習題 1 的綫路, $R_1 = 1.00\text{k}\Omega$, $R_2 = 2.50\text{k}\Omega$, $R_3 = 4.00\text{k}\Omega$ 且 $V_B = 12.0V$ 。一電位計置於接點 2 和 4 之間, 假使這電位計內阻為 (a) 5000Ω (b) $50\text{k}\Omega$ 及 (c) $500\text{k}\Omega$ 時, 計算電壓讀數的相對誤差。

$$\begin{aligned} \text{解 } \therefore I &= \frac{V_B}{R_1 + R_2 + R_3} \\ &= \frac{V_{2,4}}{R_2 + R_3} \\ \therefore V_{2,4} &= \frac{(R_2 + R_3)}{(R_1 + R_2 + R_3)} \cdot V_B \\ &= \frac{6.5}{7.5} \cdot 12 = 10.4V \end{aligned}$$

當一電位計置於接點 2 和 4 之間:

$$\frac{1}{R'_{2,4}} = \frac{1}{R_2 + R_3} + \frac{1}{R_i} = \frac{R_i + 6.5}{6.5R_i}$$

$$\Rightarrow R'_{2,4} = 6.5R_i / (R_i + 6.5) \quad \text{單位: k}\Omega$$

$$\therefore (a) R'_{2,4} = 6.5 \times 5 / (5 + 6.5) = 2.83 \text{ k}\Omega$$

$$\therefore V'_{2,4} = \frac{R'_{2,4} V_B}{R_1 + R'_{2,4}} = \frac{2.83 \times 10^3 \times 12}{(1 + 2.83) \times 10^3} = 8.9V$$

$$\therefore \text{電壓相對誤差 } E\% : \frac{V'_{2,4} - V_{2,4}}{V_{2,4}} \times 100\% = \frac{(8.9 - 10.4)}{10.4} \times 100$$

$$= -14.4\%$$

(b) 同理, $R'_{2,4} = 6.5 \times 50 / (50 + 6.5) = 5.8 \text{ k}\Omega$

$$V'_{2,4} = \frac{5.8 \times 10^3 \times 12}{(1 + 5.8) \times 10^3}$$

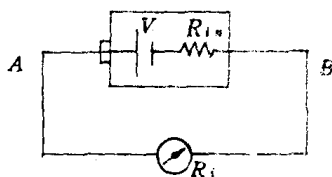
$$= 10.2 \text{ V}$$

$$\therefore E\% = \frac{10.2 - 10.4}{10.4} \times 100\%$$

$$= -1.6\%$$

(c) 同理: $\Rightarrow E\% = -0.2\%$

2-4 一電位計被用來量測一內阻為 750Ω 的電池。假使欲使相對誤差小於(a) - 1.0 % (b) - 0.10 % 那麼電位計的內電阻該為多少?



$$\text{解 (a)} \quad 1.0\% \geq \frac{V - V_{AB}}{V} = \frac{V - V \frac{R_i}{R_i + R_{in}}}{V}$$

$$= \frac{R_{in}}{R_i + R_{in}}$$

所以 $0.01 R_i = 0.99 (750 \Omega)$

因此 $R_i \approx 75 \text{ K}\Omega$

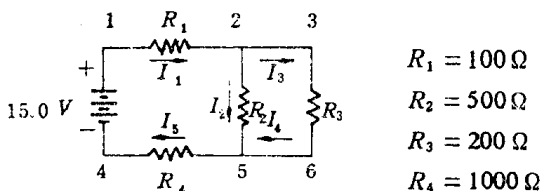
$$\text{(b)} \quad 0.1\% \geq \frac{V - V_{AB}}{V} = \frac{V - V \frac{R_i}{R_i + R_{in}}}{V}$$

$$= \frac{R_{in}}{R_i + R_{in}}$$

因此 $0.001 R_i = 0.999 \text{ K}\Omega$

所以 $R_i \approx 750 \text{ K}\Omega$

2-5 對於下面這綫路



計算(a)每個電阻上的壓降

(b)各個電流的大小

(c) R_3 的功率損耗

(d)3 至 4 的壓降

解 (a) $I_1 = I_5 = \frac{15.0 V}{R_1 + R_4 + R_2 // R_3} = \frac{15.0 V}{1243 \Omega} = 12.1 \text{ mA}$

$$V_{R1} : I_1 R_1 = 12.1 \text{ mA} \times 100 \Omega = 1.21 V$$

$$V_{R4} : I_5 R_4 = 12.1 \text{ mA} \times 1000 \Omega = 12.1 V$$

$$V_{R2} = V_{R3} : 15.0 V - 12.1 V - 1.21 V = 1.69 V$$

(b) $I_1 = I_5 = 12.1 \text{ mA}$

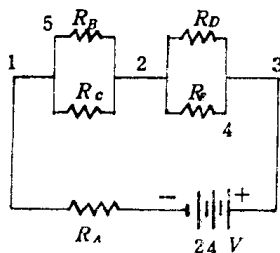
$$I_2 : \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{1.69 V}{500 \Omega} = 3.38 \text{ mA}$$

$$I_3 = I_4 : \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{1.69 V}{200 \Omega} = 8.45 \text{ mA}$$

(c) $P_{R3} = \frac{(V_{R3})^2}{R_3} = \frac{(1.69 V)^2}{200 \Omega} = 14.3 \text{ mW}$

(d) $V_{3-4} = 15.0 V - V_{R1}$
 $= 15.0 V - 1.21 V$
 $= 13.79 V$

2-6 對於下面這綫路



$$R_A = 1.0 K \Omega$$

$$R_B = 2.0 K \Omega$$

$$R_C = 4.0 K \Omega$$

$$R_D = 2.0 K \Omega$$

$$R_E = 1.0 K \Omega$$

計算(a)點 1 和點 2 間的功率損耗

(b)電池流出的電流

(c) R_A 上的壓降

(d) R_D 上的壓降

(e)點 5 和點 4 間的壓降

解 (a) $R_B // R_C = 4/3 K\Omega$ $R_D // R_E = 2/3 K\Omega$

$$V_{21} = \frac{24V \times (4/3 K)}{2/3 K + 4/3 K + 1K} = 32/3 V$$

$$P_{21} = \frac{(32/3)^2}{(4/3 K\Omega)} = 85.3 \text{ mW}$$

$$(b) I = \frac{24 V}{2/3 K + 4/3 K + 1K} = 8 \text{ mA}$$

$$(c) V_{RA} = IR_A = 8V$$

$$(d) V_{RD} = 24V - IR_A - 32/3 V = 24V - 8V - 32/3 V$$

$$V_{RD} = 5.3 V$$

$$(e) V_{5,4} = 24V - IR_A = 24V - 8V$$

$$V_{5,4} = 16V$$

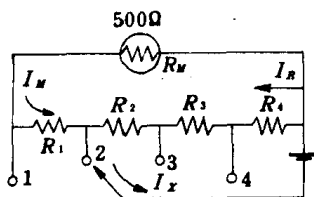
- 2-7 假設圖 2-23 (34 頁) 中, 介於 A 和 B 之間的電阻是個線性可滑動全長 1.00 m 的電綫。將 Weston cell 標準電池 (1.018 V) 放在綫路中, 則在距 A 點 84.3 cm 處達到平衡。一未知電壓則在 44.3 cm 處達到平衡。計算這未知電壓。

解 設這未知電壓為 V_i

$$V_i = \frac{44.3}{84.3} \times 1.018 V = 0.535 V$$

- 2-8 1 內阻為 5000 Ω , 滿額電流 0.100 mA 的檢流計, 設計一並聯電流計, 使其範圍為 0 至 10.0, 25.0, 50.0 及 100 mA

解



$$\frac{I_X}{I_M} = \frac{R_M + R_L + R_R}{R_R} = \frac{R_M + R_T}{R_R} \dots \dots (1)$$

在點 1, $R_L = 0$ 且 $R_R = R_T$

$I_M = 0.100 \text{ mA}$ 且 $I_X = 10 \text{ mA}$

代入式(1)可得:

$$\frac{10}{0.100} = \frac{5000 + 0 + R_R}{R_R}$$

6 儀器分析問題詳解

$$R_R = R_T = 5000 / (100 - 1) = 50.5 \Omega$$

代入式(1)可得

$$I_X = \frac{(5000 + 50.5) I_M}{R_R} = \frac{5050.5 \times 0.100}{R_R}$$

$$R_R = 505.0 / I_X$$

代不同之 I_X 可得

點	I_X	
1	10 mA	$50.50 \Omega = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
2	25	$20.20 = R_2 + R_3 + R_4$
3	50	$10.1 = R_3 + R_4$
4	100	$5.05 = R_4$

$$R_4 = 5.05 \Omega$$

$$R_3 = 10.1 - 5.05 = 5.05 \Omega$$

$$R_2 = 20.20 - 10.1 = 10.1 \Omega$$

$$R_1 = 50.50 - 20.20 = 30.3 \Omega$$

2-9 假設在圖 2-24 中 Wheatstone 電橋的可滑電阻阻值為 500Ω 而且開關撥到

3。(a)當在電綫全長的 62.6% 處達成平衡，未知電阻 R_x 的阻值多少？

(b)假使電源 S 是 $15 V$ ，零點檢測器電阻為 100Ω ，當 C 點在全長的 62.7% 處時，電流為多少？

(c)開關由 3 撥到 2， R_x 不動，則 C 點在何處可達到平衡。

解 (a) $\frac{R_x}{R} = \frac{62.6\%}{37.4\%} \Rightarrow R_x = 1.67 \times R$

$R = 1 K\Omega$ ，所以 $R_x = 1.67 K\Omega$

(b)我們忽略零點檢測器上的極小壓降

則 $V_{ND} = \left(\frac{62.7\%}{37.3\%} - \frac{62.6\%}{37.4\%} \right) V$

$$I = \frac{V_{ND}}{R} = (0.007) \frac{15V}{100 \Omega}$$

$$= 1.05 \times 10^{-3} A = 1.05 mA$$

(c) $\frac{100 \Omega}{1.67 K\Omega} = \frac{1-x}{x}$

$$\Rightarrow 1.67 K\Omega = (1.67 K\Omega + 0.1 K\Omega) X$$

$$\Rightarrow x = 94.4\%$$

全長的 94.4% 處

2-10 一线路中的電流是經由測量串聯在线路上一精密電阻上的壓降而求出。

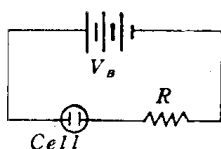
(a) 假使 1.00 V 是對應於 $50\text{ }\mu\text{A}$ ，則這電阻阻值為多少。

(b) 這電壓計的內阻為多少才能使其相對誤差小於 1.0% 。

解 (a) $R = \frac{1.00\text{ V}}{50\text{ }\mu\text{A}} = 2 \times 10^4\text{ }\Omega$

(b) $\frac{R}{R_i} = \frac{1}{100} \Rightarrow R_i = 2 \times 10^6\text{ }\Omega$

2-11 一幾乎等電流的電解可由下列安排得到



$$V_B = 90\text{ V}$$

$$R = 5.0\text{ K}\Omega$$

90 V 電源由乾電池組成，它在短時間內可視為等電壓。在電解時，電池 (Cell) 的電阻阻值由 $20\text{ }\Omega$ 升到 $40\text{ }\Omega$ 。計算電流的改變百分率。假設乾電池內阻為 0 。

解 $I_{20\text{ }\Omega} = \frac{90\text{ V}}{5.0\text{ K}\Omega + 20\text{ }\Omega} = 17.93\text{ mA}$

$$I_{40\text{ }\Omega} = \frac{90\text{ V}}{5.0\text{ K}\Omega + 40\text{ }\Omega} = 17.86\text{ mA}$$

$$\Delta I \% = \frac{17.86 - 17.93}{17.93\text{ mA}} = -0.39\%$$

2-12 假設 $V_B = 9.0\text{ V}$ ， $R = 0.50\text{ K}\Omega$ 重複習題 11 的計算

解 $I_{20\text{ }\Omega} = \frac{9.0\text{ V}}{0.50\text{ K}\Omega + 20\text{ }\Omega} = 17.31\text{ mA}$

$$I_{40\text{ }\Omega} = \frac{9.0\text{ V}}{0.50\text{ K}\Omega + 40\text{ }\Omega} = 16.67\text{ mA}$$

$$\Delta I \% = \frac{16.67 - 17.31}{17.31\text{ mA}} = -3.7\%$$

2-13 一 24 V DC 電壓加於電阻和電容串聯线路，計算 0.00 ， 0.01 ， 0.1 ， 1.0 和 10 sec 後的電流，假設電阻為 $10\text{ M}\Omega$ ，電容為 $0.20\text{ }\mu\text{F}$ 。

解 由 2-27 式知 $i = I_{\text{inst}} e^{-t/RC}$

$$RC = 10 \times 10^6 \times 0.2 \times 10^{-6} = 2.00$$

$$I_{\text{inst}} = 24 / 10 \times 10^6 = 2.4 \mu\text{A}$$

$$i = 2.4 \mu\text{A} e^{-t/2}$$

$$t = 0.00 \text{ sec} \quad i = 2.4 \mu\text{A}$$

$$t = 0.01 \text{ sec} \quad i = 2.4 \mu\text{A} e^{-0.01/2} \\ = 2.388 \mu\text{A}$$

$$t = 0.1 \text{ sec} \quad i = 2.4 \mu\text{A} e^{-0.1/2} \\ = 2.283 \mu\text{A}$$

$$t = 1.0 \text{ sec} \quad i = 2.4 \mu\text{A} e^{-1.0/2} \\ = 1.456 \mu\text{A}$$

$$t = 10.0 \text{ sec} \quad i = 2.4 \mu\text{A} e^{-10/2} \\ = 0.016 \mu\text{A}$$

2-14 — $0.015 \mu\text{F}$ 電容放電至其全滿的 1 % 的電荷經由 (a) $10 \text{ M}\Omega$ (b) $1 \text{ M}\Omega$ (c) $1 \text{ K}\Omega$ 的電阻需時多久?

解 由 $Q = Q_0 e^{-t/RC}$

$$0.01 = e^{-t/RC} \Rightarrow \frac{t}{RC} = 4.605$$

$$\text{知 } t = 4.605 \times 0.015 \mu \times R$$

$$= 6.91 \times 10^{-8} R \text{ sec}$$

$$(a) R = 10 \text{ M}\Omega$$

$$t = 0.691 \text{ sec}$$

$$(b) R = 1 \text{ M}\Omega$$

$$t = 6.91 \times 10^{-8} \times 10^{+6} \text{ sec}$$

$$= 0.0691 \text{ sec}$$

$$(c) R = 1 \text{ K}\Omega$$

$$t = 6.91 \times 10^{-8} \times 10^{+3} \text{ sec}$$

$$= 6.91 \times 10^{-5} \text{ sec}$$

2-15 計算習題 14 中各個的時間常數。

解 (a) $T = RC = 10^7 \times 0.015 \times 10^{-6} \text{ sec}$

$$= 0.15 \text{ sec}$$

$$(b) T = RC = 10^6 \times 0.015 \times 10^{-6} \text{ sec} = 0.015 \text{ sec}$$

$$(c) T = RC = 10^3 \times 0.015 \times 10^{-6} \text{ sec} = 1.5 \times 10^{-5} \text{ sec}$$

2-16 一串聯 RC 線路具有一 $25V$ DC 電源, 一 $50K\Omega$ 電阻, 及一 $0.035 \mu F$ 電容。

(a) 計算這線路的時間常數。

(b) 計算電容及電阻上的電壓和電流, 在經由 $0, 1, 2, 3, 4, 5$ 及 $10ms$ 充電後

(c) 計算(b)而在放電時期

解 (a) $T = RC = 50 \times 10^3 \times 0.035 \times 10^{-6} = 1.75 \times 10^{-3} \text{ sec}$

$$(b) V_R = V e^{-t/RC}, \quad I_R = I_C = \frac{V}{R} e^{-t/RC}$$

$$V_C = (1 - e^{-t/RC}) V$$

$$t = 0 \text{ ms} : V_R = V = 25 \text{ V}$$

$$I_R = I_C = 0.5 \text{ mA}$$

$$V_C = 0 \text{ V}$$

$$t = 1 \text{ ms} : V_R = 25 V \times e^{-1/1.75} = 14.1 \text{ V}$$

$$I_R = I_C = 0.5 \text{ mA} \times e^{-1/1.75} = 0.28 \text{ mA}$$

$$V_C = (1 - e^{-1/1.75}) \times 25 \text{ V} = 10.9 \text{ V}$$

$$t = 2 \text{ ms} : V_R = 25 V \times e^{-2/1.75} = 7.97 \text{ V}$$

$$I_R = I_C = 0.5 \text{ mA} \times e^{-2/1.75} = 0.159 \text{ mA}$$

$$V_C = (1 - e^{-2/1.75}) \times 25 \text{ V} = 17.03 \text{ V}$$

$$t = 3 \text{ ms} : V_R = 25 V \times e^{-3/1.75} = 4.5 \text{ V}$$

$$I_R = I_C = 0.5 \text{ mA} \times e^{-3/1.75} = 0.09 \text{ mA}$$

$$V_C = (1 - e^{-3/1.75}) \times 25 \text{ V} = 20.5 \text{ V}$$

$$t = 4 \text{ ms} : V_R = 25 V \times e^{-4/1.75} = 2.54 \text{ V}$$

$$I_R = I_C = 0.5 \text{ mA} \times e^{-4/1.75} = 51 \mu A$$

$$V_C = (1 - e^{-4/1.75}) \times 25 \text{ V} = 22.46 \text{ V}$$

$$t = 5 \text{ ms} : V_R = 25 V \times e^{-5/1.75} = 1.44 \text{ V}$$

$$I_R = I_C = 0.5 \text{ mA} \times e^{-5/1.75} = 28.7 \mu A$$

$$V_C = (1 - e^{-5/1.75}) \times 25 \text{ V} = 23.56 \text{ V}$$

$$t = 10 \text{ ms} : V_R = 25 V \times e^{-10/1.75} = 83 \text{ mV}$$

$$I_R = I_C = 0.5 \text{ mA} \times e^{-10/1.75} = 1.65 \mu A$$

$$V_C = (1 - e^{-10/1.75}) \times 25 \text{ V} = 24.917 \text{ V}$$

$$(c) i = \frac{-V_c}{R} e^{-t/1.75} = \frac{-24.92}{50 \times 10^3} \times 10^6 e^{-0/1.75} = -498$$

$$V_R = -498 \times 50 \times 10^3 = -24.9 \quad V_c = -V_R = 24.9$$

t, ms	$i = -498 e^{-t/1.75}$	$V_R = 50 \times 10^3 \times i$	$V_c = -V_R$
0	$-498 \mu\text{A}$	-24.9V	24.9V
1	-281	-14.1	14.1
2	-159	-7.9	7.9
3	-90	-4.5	4.5
4	-51	-2.5	2.5
5	-29	-1.4	1.4
10	-1.6	-0.08	0.08

2-17 重複16題，假設電位為15V，電阻 $20\text{M}\Omega$ ，電容為 $0.05 \mu\text{F}$ 。

解 (a) $T = RC = 20 \times 10^6 \times 0.05 \times 10^{-6} = 1 \text{ sec}$

(b) $I_{\text{起始}} = \frac{V}{R} e^{-t/RC} = \frac{15}{20 \times 10^6} = 0.75 \times 10^{-6} \text{ A} = 0.75 \mu\text{A}$

t, ms	$i = 0.75 e^{-t/1.0}$	$V_R = 20 \times i$	$V_c = 15 - V_R$
0	$0.75 \mu\text{A}$	15 V	0 V
1	0.749	14.9	0.1
2	0.7485	14.97	0.029
3	0.7478	14.96	0.045
4	0.747	14.94	0.059
5	0.746	14.93	0.075
10	0.743	14.85	0.15

(c)

t, ms	$i = -0.75 e^{-t/1.0}$	$V_R = -20 \times i$	$V_c = -V_R$
0	$-0.75 \mu\text{A}$	-15 V	15 V
1	-0.749	-14.9	14.9
2	-0.7485	-14.97	14.97
3	-0.7478	-14.96	14.96
4	-0.747	-14.94	14.94
5	-0.746	-14.93	14.93
10	-0.743	-14.85	14.85

2-18 一串聯RL 線路由一12V電源，一 1000Ω 電阻，及一2H 電感組成。

(a) 計算這線路的時間常數

(b) 計算在電流起始 0, 1, 2, 4, 8, 10 ms 後電阻及電感上的壓降和電流。

解 (a) $T = L/R = \frac{2\text{H}}{1000\ \Omega} = 2 \times 10^{-3}\text{ s} = 2\text{ ms}$

(b) $V_R = V_i (1 - e^{-tR/L})$ (2-33) 式

$V_L = V_i e^{-tR/L}$ (2-34) 式

$I_R = I_L = \frac{V_i}{R} (1 - e^{-tR/L})$

$t = 0\text{ ms} : V_R = 0\text{ V} \quad V_L = 12\text{ V}$

$I_R = I_L = 0\text{ A}$

$t = 1\text{ ms} : V_R = 4.72\text{ V} \quad V_L = 7.28\text{ V}$

$I_R = I_L = 4.72\text{ mA}$

$t = 2\text{ ms} : V_R = 7.59\text{ V} \quad V_L = 4.41\text{ V}$

$I_R = I_L = 7.59\text{ mA}$

$t = 4\text{ ms} : V_R = 10.38\text{ V} \quad V_L = 1.62\text{ V}$

$I_R = I_L = 10.38\text{ mA}$

$t = 8\text{ ms} : V_R = 11.78\text{ V} \quad V_L = 0.22\text{ V}$

$I_R = I_L = 11.78\text{ mA}$

$t = 10\text{ ms} : V_R = 11.92\text{ V} \quad V_L = 0.081\text{ V}$

$I_R = I_L = 11.92\text{ mA}$

2-19 計算下列串聯電路的容抗，阻抗以及相角 ϕ 。

	頻率, Hz	R, Ω	$C, \mu F$
(a)	1	20,000	0.033
(b)	10^3	20,000	0.033
(c)	10^6	20,000	0.033
(d)	1	200	0.033
(e)	10^3	200	0.033
(f)	10^6	200	0.033
(g)	1	2,000	0.33
(h)	10^3	2,000	0.33
(i)	10^6	2,000	0.33

$$\text{例} \quad X_c = \frac{1}{2\pi f c}, \quad Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

$$\phi = -\tan^{-1} \frac{1}{\omega RC}$$

(a) $X_c = 4.8 M\Omega$	$Z = 4.8 M\Omega$	$\phi = -89.76^\circ$
(b) $X_c = 4.8 K\Omega$	$Z = 20.57 K\Omega$	$\phi = -13.50^\circ$
(c) $X_c = 4.8 \Omega$	$Z = 20 K\Omega$	$\phi = -0.014^\circ$
(d) $X_c = 4.8 M\Omega$	$Z = 4.8 M\Omega$	$\phi = -89.9976^\circ$
(e) $X_c = 4.8 K\Omega$	$Z = 4.8 K\Omega$	$\phi = -87.61^\circ$
(f) $X_c = 4.8 \Omega$	$Z = 200.1 \Omega$	$\phi = -1.375^\circ$
(g) $X_c = 480 K\Omega$	$Z = 480 K\Omega$	$\phi = -89.76^\circ$
(h) $X_c = 480 \Omega$	$Z = 2.06 K\Omega$	$\phi = -13.50^\circ$
(i) $X_c = 0.48 \Omega$	$Z = 2 K\Omega$	$\phi = -0.0138^\circ$

2-20 計算下列串聯電路的感抗，阻抗及相角 ϕ 。

	頻率, Hz	R, Ω	L, mH
(a)	10^3	2000	50
(b)	10^4	2000	50
(c)	10^5	2000	50
(d)	10^3	200	50
(e)	10^4	200	50
(f)	10^5	200	50
(g)	10^3	200	5
(h)	10^4	200	5
(i)	10^5	200	5

$$\text{解} \quad X_L = 2\pi f L, \quad Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R}$$

(a) $X_L = 314 \Omega$	$Z = 2.024 K\Omega$	$\phi = 8.92^\circ$
(b) $X_L = 3.14 K\Omega$	$Z = 3.72 K\Omega$	$\phi = 57.5^\circ$
(c) $X_L = 31.4 K\Omega$	$Z = 31.46 K\Omega$	$\phi = 86.36^\circ$
(d) $X_L = 314 \Omega$	$Z = 372 \Omega$	$\phi = 57.5^\circ$
(e) $X_L = 3.14 K\Omega$	$Z = 3.15 K\Omega$	$\phi = 86.36^\circ$
(f) $X_L = 31.4 K\Omega$	$Z = 31.4 K\Omega$	$\phi = 89.64^\circ$