

★ 郵 電 叢 書 ★

編彙習題學工電

人 民 郵 電 出 版 社

電工學習題彙編

蘇聯 *B. K.* 彼特羅夫 著
Л. С. 什略賓托赫

人民郵電出版社

В. К. ПЕТРОВ и Л. С. ШЛЯПИНТОХ
ЗАДАЧНИК
ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ
ДЛЯ РЕМЕСЛЕННЫХ УЧИЛИЩ СВЯЗИ
ТРУДРЕЗЕРВИЗДАТ 1953

內 容 提 要

本書彙集電工學習題四百多個，是按照蘇聯通信技術學校電工學的教學大綱的課目編寫的。每一類習題之前都有扼要的理論敘述，可以幫助讀者能夠對這一類的電工學習題先有一個清楚的概念，便於讀者自習演算，書末並附有答案，供讀者參攷。本書是供初級電信技術人員學習用的。大多數習題都能結合實用的。

電 工 學 習 題 彙 編

著 者:	蘇 聯	В. К. 彼 特 羅 夫 Л. С. 什 略 賓 托 赫
譯 者:	張	鶴 齋
出版者:	人 民 郵 電 出 版 社	北 京 西 長 安 街 三 號
印刷者:	郵 電 部 南 京 印 刷 廠	南 京 太 平 路 戶 部 街 十 五 號
發行者:	新	華 書 店

書號: 49 1954年10月南京第一版第一次印刷1—6,500册
850×1143 1/32 75頁 字數: 127,000字 定價: 7,500元

★北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號★

序

供通信技術學校用的電工習題彙編尚是第一次出版，它適於具有七年制學校文化程度的同志在學習作下列各業務的維護人員時應用：電報局，長途電話局及增音站，電報電話通信綫路，電纜綫路及通信設備，市內電話局及無線電有綫廣播等維護人員；以及無線電操縱員，無線電裝置員，無線電機調節員和精密儀器生產裝配工等。這本習題彙編按照通信技術學校電工學教學大綱的全部課目來編。許多習題都具有實用意義，同時也反映了各種通信業務的特點。在每一章中都由淺入深地將各種習題列出，以使學者對電工學能深入瞭解。

在每一段前面都有簡要的理論基礎的敘述。

很多習題都附有詳細的解答以便學者自學。

誠然，本書所列習題並不是全部實用的，其中一大部分習題是對一些很有意義的一般性問題加以詳細闡述，如在有綫通信和無線電工程方面的問題，以及能表示通信業務的特點的一些問題。

作者衷心感謝地接受一切有助於本書改進的指正、意見和指教並將在以後的工作中加以考慮。

作者對技術科學博士E.B.基泰也夫教授及技術科學碩士B.A.烏沙關夫在本書內容上的修改和所提的寶貴意見表示十分感謝。

由「靜電學」到「電磁感應」各章由Л.С.什略賓托赫所寫。而由「單相電流」到「電氣測量」各章由B.K.彼得羅夫所寫。

引 言

蘇聯共產黨第十九次代表大會通過了1951—1955年發展蘇聯國民經濟的巨大計劃。

這一計劃中除我國的工業、農業、科學和文化等部門外，還確定了電話—電報通信、無線電通信以及無線電廣播的今後發展。

要增加無線電廣播電台的發射電力。

將推廣使用超短波廣播和接力無線電通信。市內電話局的電力要增加30—35%。由於我國在電工方面的巨大發明，我們的領袖烏·伊·列寧和約·維·斯大林在蘇維埃國家成立之初就對蘇聯的電氣化非常重視，所以我國動力方面的和電氣通信設備上的發展便成為可能。列寧所說的「共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化」這句話現在正在實現中。

在黨的第十九次代表大會上，關於第五個五年計劃指出：「保證通信設備的繼續發展……。大大增加無線電廣播電台的發射電力，推廣使用超短波廣播和接力無線電通信」。

俄國科學家的名字給電工學發展史帶來了光彩。其中有祖國科學的奠基者，偉大的科學家M·B·羅蒙諾索夫，他在靜電學方面作了一系列的發明；科學院院士Д·Х·楞次，他在電流的熱效應和電磁現象的研究方面作了很大的貢獻；科學院院士B·C·亞可比—電動機和印字電報機的發明者；莫斯科大學教授托列托夫—十九世紀最偉大的物理學家，物質磁性的研究者；電弧的發明者彼得羅夫；電燭的發明者П·H·亞勃羅契闊夫；白熾電燈的發明者A·H·羅賓根；工程師M·O·道里伏—道勃羅伏列斯基—三相交流電的發明者；H·Φ·烏沙根—變壓器的發明者；A·C·波波夫—我們科學的光榮—無線電及無線電探測的發明者，俄國第一個X光裝置的創製者。

卓越的蘇聯科學家 $M \cdot A$ 勃奇·勃魯也維奇, $C \cdot H$ ·瓦維洛夫, $B \cdot H$ ·伏洛格金, $A \cdot H$ ·列別金斯基, $I \cdot H$ ·曼德里西塔姆, $A \cdot H$ ·別爾格, $B \cdot A$ ·維金斯基, $H \cdot A$ ·巴巴列克西等在電工學發展上都有很大的貢獻。蘇聯的工程師, 技師和發明工作者正發展着近代的電工學和電氣通信, 並完成斯大林對科學家、工程技術人員所提出的任務——繼續發展技術和生產過程的自動化。

必須引起注意, 在許多供通信技術學校用的電工學教本內, 以及一些參考書中, 直到現在為止尚採用絕對電磁單位制和靜電單位制, 而現在已改用 $MKSM$ 絕對實用單位制, 現在我們列出 $CGSE$, $CGSM$ 和 $MKSM$ 三種基本測量單位間的關係。

絕對電磁制測量單位 [$MKSM$] (實用)、靜電用單位 [$CGSE$] 和電磁制單位 [$CGSM$] 間的關係

名 稱	各 制 單 位		
	$M K S M$	$C G S E$	$C G S M$
電量	1 庫 倫 (K)	$3 \cdot 10^9$	10^{-1}
電量的表面密度	1 $\frac{\text{庫 倫}}{(\text{公尺})^2} \left(\frac{K}{M^2} \right)$	$3 \cdot 10^5$	—
電場強度	1 $\frac{\text{伏 特}}{\text{公 尺}} \left(\frac{V}{M} \right)$	$3 \cdot 10^4$	—
電位移	1 $\frac{\text{庫 倫}}{(\text{公尺})^2} \left(\frac{K}{M^2} \right)$	$3 \cdot 10^5$	—
電容率	1 $\frac{\text{庫 倫}}{\text{伏特} \cdot \text{公尺}} \left(\frac{K}{V \cdot M} \right)$	$4\pi \cdot 9 \cdot 10^9$	—
電容量	1 法 拉 (ϕ)	$9 \cdot 10^{11}$	—
磁場強度	1 $\frac{\text{安 培}}{\text{公 尺}} \left(\frac{A}{M} \right)$	—	$4\pi \cdot 10^{-3}$ 奧斯特 (σ)
磁通密度	1 $\frac{\text{韋 伯}}{(\text{公尺})^2} \left(\frac{Wb}{M^2} \right)$	—	10^4 高斯 (gc)
磁通量	1 韋 伯 (Wb)	—	10^8 馬克斯威爾 (Mx)
磁動勢	1 安培匝 (an)	—	$4\pi \cdot 10^{-1}$ 吉柏 (zB)
電感	1 亨 利 (en)	—	10^9
互感	1 亨 利 (en)	—	10^9
力	1 牛 頓 (n)	10^5 達 因 (dn)	10^5 達 因 (dn)
功	1 焦 爾 (Jc)	10^7 爾 格 (epz)	10^7 爾 格 (epz)

目 錄

序

引 言

第一章	靜電學	(1)
第二章	電阻	(12)
第三章	歐姆定律	(21)
第四章	克希荷夫定律	(32)
第五章	電流的功及功率	(39)
第六章	電流的热效應	(44)
第七章	電流的化學效應	(47)
第八章	磁學與電磁學	(56)
第九章	電磁感應	(67)
第十章	單相交流	(74)
第十一章	三相電流	(107)
第十二章	變壓器	(114)
第十三章	感應電動機	(121)
第十四章	直流電機	(124)
第十五章	固體整流器	(131)
第十六章	電子管	(132)
第十七章	電氣測量	(134)
附 錄		(138)
答 案		(142)

第一章 靜電學

電荷間的相互作用

電荷之間是相互作用着的。

同性電荷相互排斥，異性電荷相互吸引。

電荷在空氣中或在真空中相互作用的力在CGSE制中由下式求得：

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

式中 F —電荷間相互作用的力，單位為達因；
 q_1 —其中一個電荷的電量，採用CGSE單位；
 q_2 —另一電荷的電量，採用CGSE單位；
 r —電荷間的距離，單位為公分。

電場強度

在一空間中，發現有一個電荷對另一電荷的作用力，此空間就稱為電場，它如圖1所示。

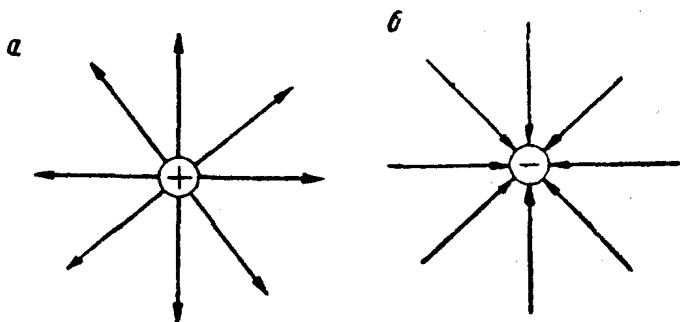


圖 1.

爲了比較各個電荷的電場作用起見，通常採用所謂電場強度。

產生電場的電荷所作用於電場內某一點上的單位正電荷的力稱爲該點的電場強度。

如上所述，在空氣中或在真空中，二電荷間相互作用的力由下式求得：

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

若相互作用的電荷中的一個，其所帶電量爲 $q=1$ ，則此式將成爲下面的形式：

$$F = \frac{q \cdot 1}{r^2}$$

所以，放在空氣中或真空中的電荷 q 所作用於該電場中單位正電荷的力，可由下式求得：

$$F = \frac{q}{r^2}$$

F 爲與電荷 q 相距 r 的某點的電場強度。

電場強度以字母 E 代表，因此

$$E = \frac{q}{r^2}$$

式中 q —電荷量，用 CGSE 單位；

r —電荷與電場已知點之間的距離，以公分爲單位；

E —已知點的電場強度。

介質的絕緣強度

當任一電荷由電場中一點移至另一點時即作電場功。

此功稱爲電壓，以字母 U 表示，其單位爲伏特。

電場的功可以電場強度 E (力) 和距離 l 的乘積來決定。

所以； $U = E \cdot l$

由此式可得到電場強度 $E = \frac{U}{l}$ ，其測量單位爲 $\frac{\text{伏特}}{\text{公尺}}$ 。

若二極板間的介質內，電場強度超過極限值時，則介質即被擊穿。

此極限值稱為介質的絕緣強度。

某些介質的絕緣強度分列在附錄中。

電 容

物體充電的電量越多，其電位也就越高。

設使物體的電位升到 U 時所需要的充電電量為 Q ，則 Q 與 U 之比稱為該物體的電容，以字母 C 表示之，其單位為法拉。

$$C = \frac{Q}{U}$$

式中 C —電容，單位為法拉；

Q —電量，單位為庫侖；

U —電位，單位為伏特。

中間置有介質的二金屬板稱為電容器（圖 2）。電容器在尺寸很小時就具有相當大的電容。

一法拉的電容量很大，它等於半徑為 9×10^{11} 公分的球的電容。

實際上所用的電容器，其電容的度量單位為一法拉的百萬分之一，這種單位稱為微法。

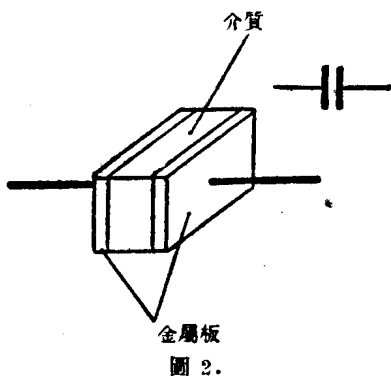
1 法拉等於 1,000,000 微法。

在無綫電中也使用電容器，其單位是微法的百萬分之一，這種單位稱為微微法。

1 微法 = 1,000,000 微微法。

1 法拉 = 1×10^6 微法。

1 法拉 = 1×10^{12} 微微法。



電容器有固定電容的和可變電容的兩種。

固定電容的平板電容器的電容與極片的面積，極片間的距離以及極片間的介質有關(或更確切些說，即與此介質的電容率有關)。

當電容器極片間為某介質時，其電容比此電容器極片間以空氣為介質時所增大的倍數，稱為該介質的相對電容率。各種介質的電容率有表列入附錄。

空氣(真空)的相對電容率被定為一。

具有一對極片的平板電容器的電容可由下式確定：

$$C = \frac{\varepsilon \cdot S}{d} \times 0.09$$

式中：C—電容，單位為微微法；

ε —介質的相對電容率；

S—極片的面積，單位為平方公分。

d—極片間的距離，單位為公分。

由許多極片構成的固定平板電容器的電容(圖3)可按下列式計算：

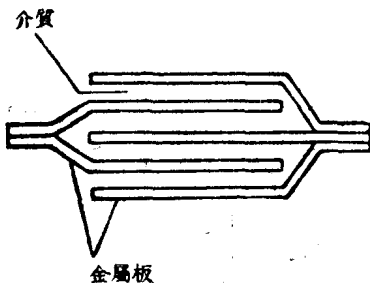


圖 3.

$$C = \frac{\varepsilon \cdot S(n-1)}{d} \times 0.09$$

式中：n—電容器極片數目；

C—電容，單位為微微法。

無綫電器械上所普遍使用的可變電容器底構造如圖4所示。

這種帶有半圓形極片的電容器，其最大電容可按下列式求得：

$$C = \frac{\varepsilon(n-1)(R^2 - r^2)}{8d} \times 1.11$$

式中：C—電容，單位為微微法；

ε —電容率；

n—可轉動的和固定的極片數(總和)。

R—極片的半徑，單位為公分；

r —固定極片的切割半徑，單位為公分；

d —極片間的距離(間隙)，單位為公分。

電容器可互相並聯和串聯起來(圖5)。

當並聯時，並聯電容器的總電容即增加，同時等於所有各電容器電容的和。

當這樣聯接時，

$$C_{\text{總}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

在電容器串聯時，其總電容比其中最小的電容器的電容還要小。

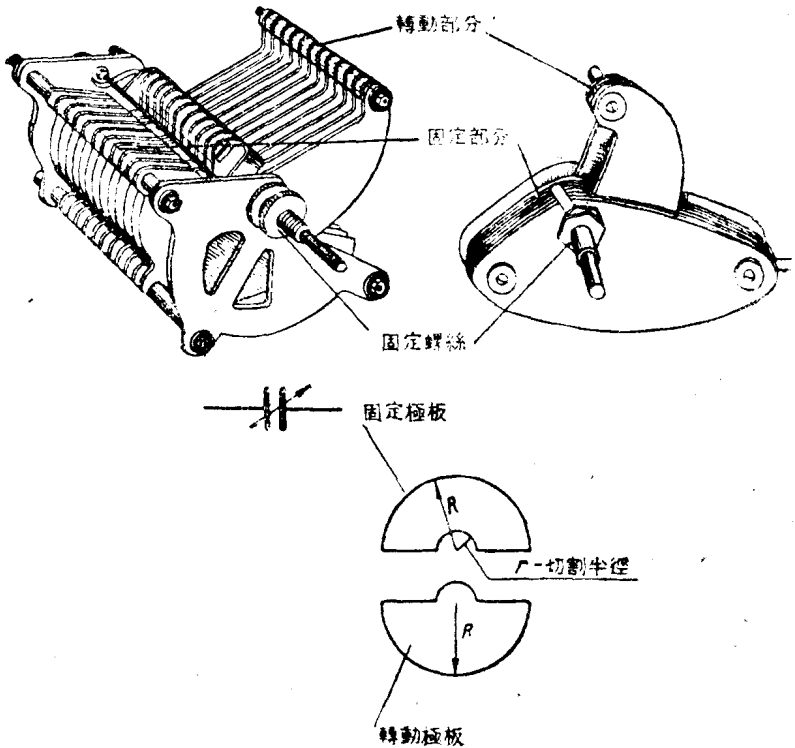


圖 4.

總電容按下式計算

$$\frac{1}{C_{\text{總}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

當兩個電容器被這樣聯接時，其總電容可按下式求得：

$$C_{\text{總}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}。$$

電容器的電場能量可用下式來確定：

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

式中 W —能量，單位為焦爾；

C —電容，單位為法拉；

U —電壓，單位為伏特。

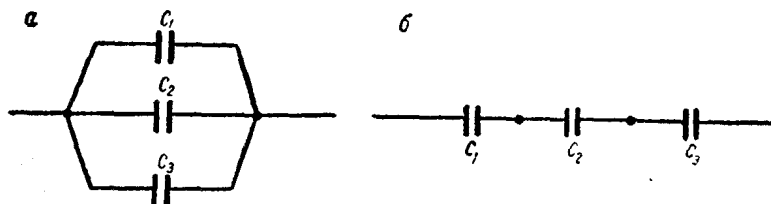


圖 5.

同軸電纜的電容可近似地按下式計算：

$$C = \frac{24.2 \varepsilon}{\lg \frac{D}{d}} \quad \frac{\text{微微法}}{\text{公尺}},$$

式中 d —內導體的外徑；

D —外導體的內徑；

ε —電纜中介質的電容率。

以上均採用同一系統的單位。

習 題

1. 在空氣中，於相距 6 公分處放置二帶電小球，其中一個小球的電荷為 $q_1 = 180 \text{ CGSE}$ 單位，而另一小球的電荷為 $q_2 = 90 \text{ CGSE}$

單位。求它們之間的相互作用力。

解：將已知數值代入公式

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$\text{則得 } F = \frac{180 \times 90}{6 \times 6} = 450 \text{ 達因。}$$

因為 1 克等於 981 達因，故 $F \approx 0.458$ 克或 458 毫克。

2. 求在真空中相距 0.05 公尺的二電荷間的作用力，若電荷 $q_1 = 250$ CGSE 單位，而 $q_2 = 196.2$ CGSE 單位。
3. 求二電荷在空氣中的距離，若其中一個 $q_1 = 64$ CGSE 單位，而另一個 $q_2 = 28.1$ CGSE 單位，而它們之間的作用力 $F = 8$ 達因。
4. 在空氣中，相距 0.05 公尺的二電荷的相互作用力等於 60 達因。求其中一個電荷的量，若另一個等於 30 CGSE 單位。
5. 單位正電荷放在由電荷 $q = 90$ CGSE 單位於真空中建立的電場內，其間的距離為 3.6 公分。求在此點及在相距電荷 1.8 公分處的電場強度。
6. 在真空中，某點的電場強度等於 9 達因，而產生該電場的電荷 $q = 2943$ CGSE 單位，求該點與電荷間的距離。
7. 在真空中，相距電荷 0.25 公尺處的電場強度等於 8 達因，求造成此電場強度的電荷的電量為若干？
8. 求平板電容器極片間的電場強度，若電容器上所加的電壓 $U = 450$ 伏特，而其間的距離等於 0.0015 公尺。
9. 在上題中（第 8 題）設其間的介質為空氣，試求電壓為多大時此電容器即被擊穿？
10. 電容器極片間的電場強度為 1,500,000 伏特/公尺，而其上的電壓等於 5000 伏特。求極片間的距離。
11. 試求 1 微法；0.2 微法；0.5 微法；0.9 微法；0.35 微法；0.65 微法各等於若干微微法？

12. 試求 3 微法；7 微法；4 微法；30,000 微微法；0.6 微法等
於若干法拉？
 13. 將下列各值化為微法；20,000 微微法；16,000 微微法；8000 微
微法；700 微微法；100,000 微微法；36 微微法；9 微微法。
 14. 當電位為 400 伏特時，電容器極片上的電量為 8×10^{-9} 庫侖，
求該電容器的電容。
 15. 電容器的電容為 4 微法，而電位為 250 伏特。問極片上的電量
為多少庫侖？
 16. 電容為 2 微法的電容器上的電量等於 4×10^{-4} 庫侖。求此電容
器的電位。
 17. 求由二極片構成的雲母平板電容器的電容，若其極片的表面而
積等於 150 平方公分，而極片間的距離等於 0.05 公分。
- 解：電容器的電容可按下式求得：

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d} \times 0.09$$

由表中查得雲母的相對電容率 $\epsilon = 6$ ，所以

$$C = \frac{6 \times 150}{0.05} \times 0.09 \approx 1620 \text{ 微微法。}$$

18. 求平板電容器之電容，若其極片數為 120。每一極片的面積為
6 平方公分。介質乃是厚 0.02 公分的塗有石蠟的紙。
19. 求電容率及電容器介質之材料，若此電容器由 61 片面積為 50 平
方公分，厚 0.3 公分的極片所組成，其電容為 900 微微法。
20. 紙質電容器 ($\epsilon = 2.2$) 的電容 $C = 1000$ 微微法。求此電容器如
以雲母為介質 ($\epsilon = 6$) 時的電容。
21. 如圖 4 所示，半圓形極片的可變電容器具有 6 個可轉動和 5 個
固定的極片。極片的半徑等於 6 公分，固定極片上的切割半徑
為 0.8 公分，而極片間的距離（空氣隙）等於 0.4 公分。求當可
轉動的極片完全進入固定極片間的間隙時，此空氣電容器的電
容。

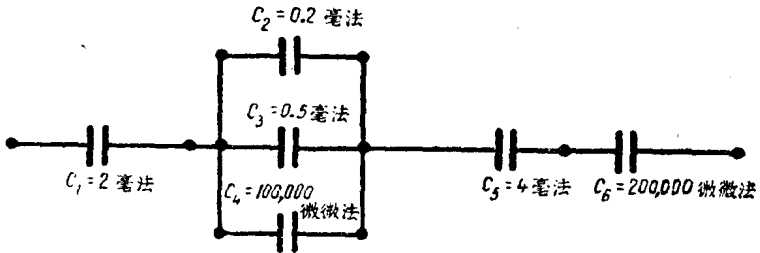


圖 6.

22. 若上題的電容器極片間的空氣換為硬橡皮，則該電容器的電容將增加多少倍？（見21題中的條件）
23. 三電容器並聯聯接： $C_1 = 1000$ 微微法； $C_2 = 0.1$ 微法； $C_3 = 30,000$ 微微法。求其總電容。
24. 二電容器串聯聯接，第一個電容器的電容等於0.6 微法，而第二個電容器的電容等於1.8微法。求其總電容。
25. 求四個電容器在串聯時及並聯時的電容，若每個電容器的電容等於500微微法。
26. 電容器如圖 6 所示地聯接起來。求其總電容。
27. 如圖 7 所示，在電容器箱內用插頭聯接電容器。求被聯接的電容器的總電容。
28. 求長 200 公里的鋼質二綫電話回路的電容，若導綫間每公里的電容等於 $0.0063 \frac{\text{微法}}{\text{公里}}$ 。
29. 二並聯電容器的總電容等於 200 微微法。求其中一個電容器的電容，若另一個的電容等於30 微微法。
30. 五個容量為20,000微微

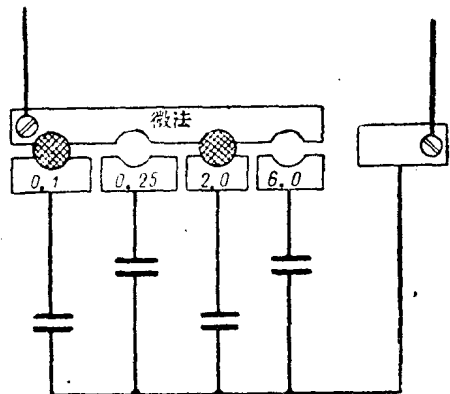


圖 7.

法的電容器相互串聯，求其總電容。

31. 求上題中電容器並聯時的總電容。(條件見30題)
32. 電容器二極片間的距離等於0.5公分。加於極片的電壓為250伏特。求極片間的電場強度。
33. 求電容器的電容，設該電容器由500伏特的電壓充電，同時其電荷等於0.005庫侖。
34. 電容為10微微法的電容器由400伏特的電壓充電。求其電場的能量。
35. 求電容為60微微法的電容器極片間的雲母的厚度，設此電容器由二極片所構成。極片的面積為10平方公分。

解：平板電容器的電容按下式計算：

$$C = \frac{\varepsilon \cdot S}{d} \times 0.09$$

由此可得介質的厚度：

$$d = \frac{\varepsilon \cdot S}{C} \times 0.09$$

由125頁表中知道雲母的電容率 $\varepsilon = 6$ ，

$$\text{所以 } d = \frac{\varepsilon \cdot S}{C} \times 0.09 = \frac{6 \times 10}{60} \times 0.09 = 0.09 \text{ 公分或 } 0.9 \text{ 公厘。}$$

36. 電容為30微微法的紙質電容器具有面積各為90平方公分的兩極片。求極片間用作介質的紙的厚度。

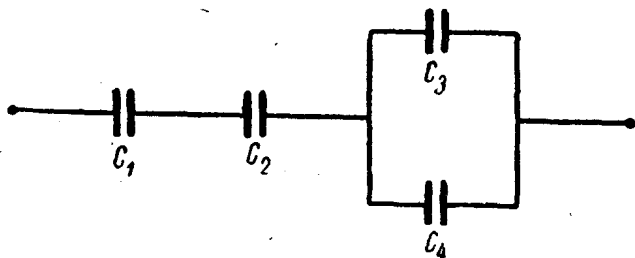


圖 8.

37. 求電容 $C \approx 0.00124$ 微微法的電容器極片的面積，若介質的電容率