

電工學習題集編

蘇聯 B. K. 伏特羅夫
Л. С. 什略賓斯基

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，是按前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提要的理論敘述，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。

电 工 学 习 题 彙 編

著 者:	苏 联	В. К. 彼 特 罗 夫	Л. С. 什 略 賓 托 赫
譯 者:	張	鶴	籌
出版者:	人 民 郵 電 出 版 社		
	北京東四區 6 條胡同 13 號		
印刷者:	人 民 郵 電 出 版 社 南 京 印 刷 廠		
	南京太平路戶部街 15 號		
發行者:	新	華	書 店

1957年5月南京第一版第二次印刷6,501—11,006册
850×1168 1/32 75頁 印張4 $\frac{2}{3}$ 印刷字數127千字 定價(10) 0.75元

★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号★

統一書号: 15045·总98·无50

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	電流的熱效應	(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)

目錄

序	引	目
第一章 靜電學..... (1)	第二章 電阻..... (12)	第三章 歐姆定律..... (31)
第四章 克希荷夫定律..... (52)	第五章 電流的功及功率..... (39)	第六章 電流的熱效應..... (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..... (121)	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。

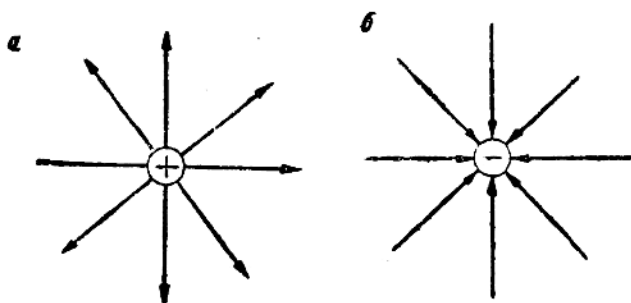


圖 1.

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，單位為庫倫；

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。

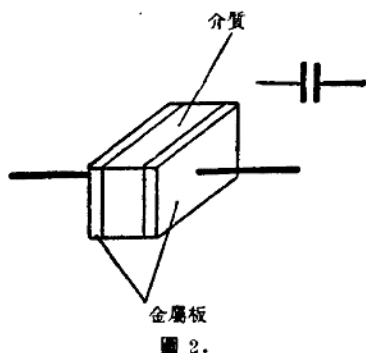


圖 2.

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)可按下列下式計算:

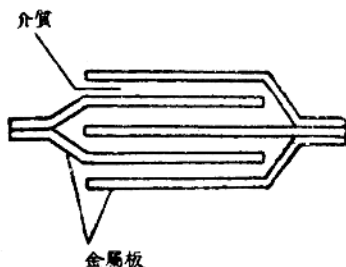


圖 3.

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

式中: n —電容器極片數目;

C —電容,單位為微微法。

無線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下式求得:

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

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。

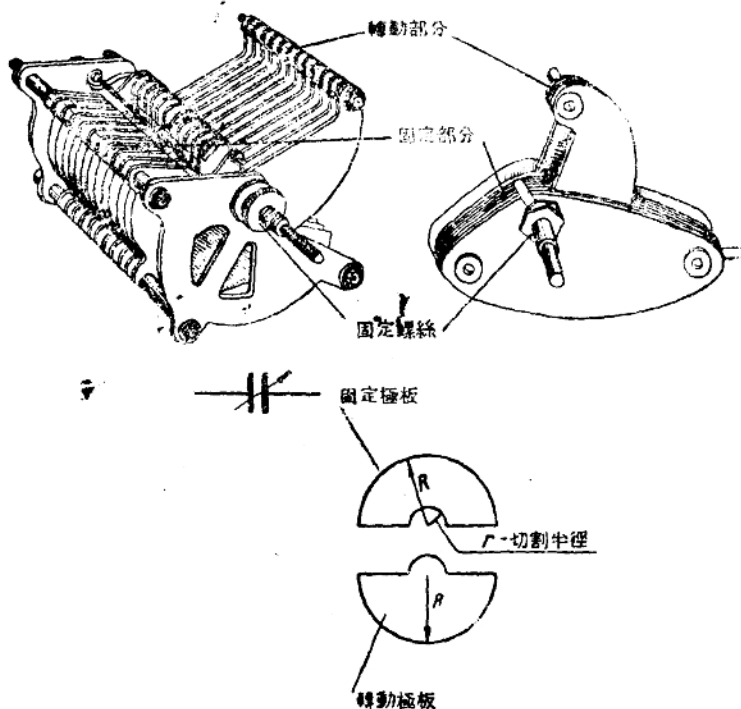


圖 4.

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。

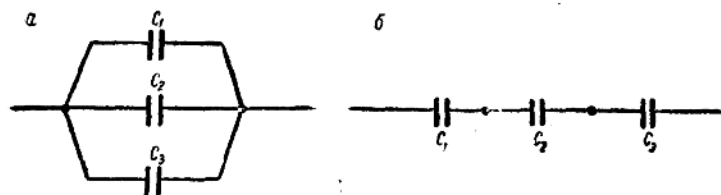


圖 5.

同軸電纜的電容可近似地按下式計算：

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

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

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

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

因爲 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爲若干？
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）設其間的介質爲空氣，試求電壓爲多大時此電容器即被擊穿？
10. 電容器極片間的電場強度爲 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 微法各等于若干法拉？
 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. 当电位为 400 伏特时，电容器極片上的电量为 8×10^{-8} 庫侖，求該电容器的电容。
 15. 电容器的电容为 4 微法，而电位为 250 伏特。問極片上的电量為多少庫侖？
 16. 电容为 2 微法的电容器上的电量等于 4×10^{-4} 庫侖。求此电容器的电位。
 17. 求由二極片構成的云母平板电容器的电容，若其極片的表面面積等于 150 平方公分，而極片間的距离等于 0.05 公分。
- 解：电容器的电容可按下式求得：

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

由表中查得云母的相对电容率 $\epsilon = 6$ ，所以

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

18. 求平板电容器之电容，若其極片数为 120。每一極片的面積为 6 平方公分。介質乃是厚 0.02 公分的塗有石蜡的紙。
19. 求电容率及电容器介質之材料，若此电容器由 61 片面積为 50 平方公分，厚 0.3 公分的極片所組成，其电容为 9000 微微法。
20. 紙質电容器 ($\epsilon = 2.2$) 的电容 $C = 1000$ 微微法。求此电容器如以云母为介質 ($\epsilon = 6$) 时的电容。
21. 如圖 4 所示，半圓形極片的可变电容器具有 6 个可轉动的和 5 个固定的極片。極片的半徑等于 6 公分，固定極片上的切割半徑为 0.3 公分，而極片間的距离 (空气隙) 等于 0.4 公分。求当可轉动的極片完全進入固定極片間的間隙时，此空气电容器的电容。

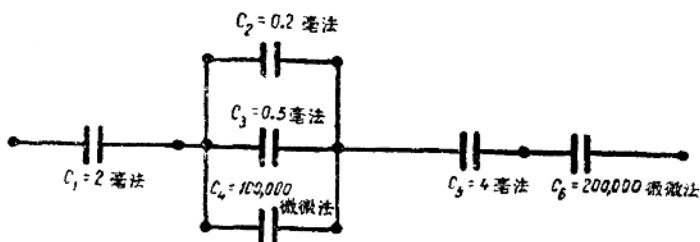


圖 6.

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. 三電容器並聯連接： $C_1 = 1000$ 微微法； $C_2 = 0.1$ 微法； $C_3 = 30,000$ 微微法。求其總電容。
24. 二電容器串聯連接，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 所示地連接起來。求其總電容。
27. 如圖 7 所示，在電容器箱內用插頭連接電容器。求被連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

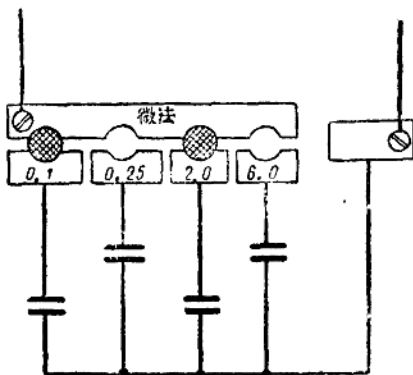


圖 7.

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138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。

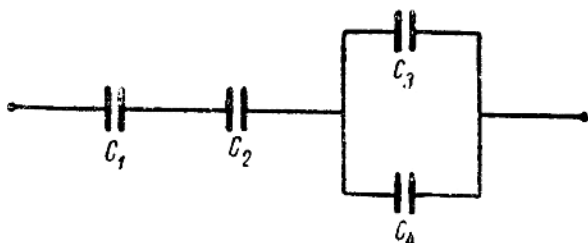


圖 8.

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

$\epsilon = 5.5$ ，而介質的厚度為0.4公厘。

38. 求空氣-紙絕緣的通信電纜線路的電容，若線路的長度為5公里，而心線的直徑等於0.5公厘。每公里電纜線路的電容為0.031 $\frac{\text{微法}}{\text{公里}}$ 。

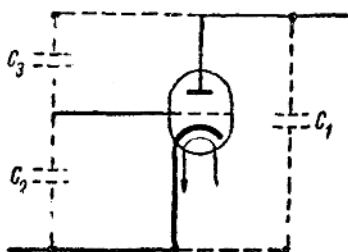


圖 9.

39. 收音機線路中需要 $C = 450$ 微微法的電容。裝配工現有300; 40; 100; 90; 50; 200 微微法的電容器。問應選擇那幾個電容器和如何聯接才能得到所需的電容?
40. 將二電容器串聯以求得到 500 微微法的電容。若其中一個電容器的電容為1500微微法。求第二個電容器的電容。
41. 求電容器極片上的電壓，若其電容 $C = 0.0001$ 法拉，而其電場能量 $A = 0.5$ 焦爾。
42. 二串聯電容器的電容等於 240 微微法。其中一個電容器的電容等於600微微法。求另一個的電容。
43. 求如圖 8 所示的電容器的總電容，若 $C_1 = 200$ 微微法; $C_2 = 150$ 微微法; $C_3 = 600$ 微微法; $C_4 = 400$ 微微法。
44. 6F5(6C4B)型真空管電極間的電容如圖9 那樣分佈。其電容各為 $C_1 = 12$ 微微法; $C_2 = 6$ 微微法; $C_3 = 2$ 微微法。求屏極和陰極間的總電容。
45. 同軸電纜的長度等於10公里。外導體的內直徑等於10公分，內導體的直徑等於 5 公厘。電纜中填以高頻塑料 ($\epsilon = 2.5$)。求其電容。

第二章

电 阻

电阻以欧姆为單位來測量。在測量大的电阻时其單位是千欧姆和兆欧姆。

1 千欧姆=1000欧姆。

1 兆欧姆=1,000千欧姆=1,000,000欧姆。

導体的电導是电阻的倒数。所以導体的电阻越小，則其电導也就越大。

电導的測量單位为 $\frac{1}{\text{欧姆}}$ ，并可按下式求得：

$$g = \frac{1}{r},$$

式中 g ——电導，單位为 $\frac{1}{\text{欧姆}}$ ；

r ——电阻，單位为欧姆。

通常利用所謂电阻系数的大小來比較各种不同物質制成的導体的电阻。这种量以字母 ρ 來代表。各种物質的电阻系数表列于本書附錄中。

横断面为 1 平方公厘，長 1 公尺的導体在 20°C 时的电阻称为該物質的电阻系数。

導綫的电阻不僅与材料有关，同时还与其長度和横断面有关。

導綫的电阻按下式來計算：

$$r = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

式中 r ——導綫的电阻，單位为欧姆；

ρ ——導体材料的电阻系数；

l ——導綫的長度，單位为公尺；

s ——導綫的橫斷面，單位為平方公厘。

當溫度改變時導綫的電阻也隨着改變。

當計算隨溫度而改變的導綫的電阻時，應考慮到該物質的溫度係數。

電阻為一歐姆的導體，當溫度變化 1°C 時其電阻所變化的數值稱為溫度係數，並以字母 α 代表。

各種物質的溫度係數表列於附錄中。

在計算溫度影響時，導綫的電阻可按下列式求得：

$$r_t = r_0 [1 + \alpha (t - t_0)]$$

式中 r_t —— $t^{\circ}\text{C}$ 時導綫的電阻，單位為歐姆；

r_0 ——導綫在最初溫度 t_0 (以度計) 時的電阻，單位為歐姆；

α ——溫度係數；

t ——導綫加熱的溫度，單位為度；

t_0 ——導綫最初的溫度，單位為度。

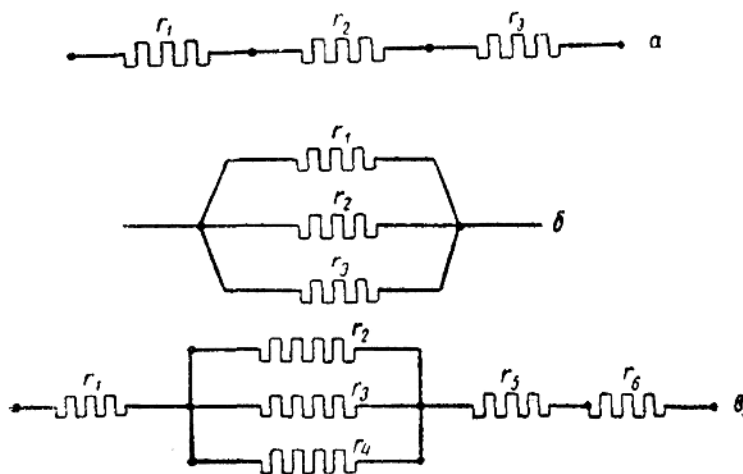


圖 10.