

**Vilānu 41. arodvidusskola**

**Andris Stafeckis**

**Darba burtnīca  
elektromateriālmācībā**

**Vilāni  
2007**



EIROPAS SOCIĀLAIS FONDS

Izdots ESF projekta "Profesionālās izglītības programmas **"Elektromontāža un elektromehānika" uzlabošana un mācību kvalitātes uzlabošana sākotnējā profesionālajā izglītībā valsts ekonomikai svarīgā nozarē"**

VPD1/ESF/PIAA/04/APK/3.2.1/0012/0020 ietvaros

Līguma Nr. 2005/0264/VPD1/ESF/PIAA/04/APK/3.2.1/0012/0020

Darba burtnīca aptver piecas svarīgākās tēmas mācību priekšmetā "elektrotehniskie un konstrukciju materiāli": vadītāji materiāli, dielektriķi, magnētiskie materiāli, pusvadītāji, vadu un kabeļu izstrādājumi. Tajā ietverti dažādu veidu uzdevumi, kas ļauj nostiprināt teorētiskās zināšanas, attīsta prasmi strādāt ar informācijas materiāliem, analizēt un izdarīt secinājumus. Burtnīca ir izmantojama ar elektrotehniku saistītu specialitāšu audzēkņiem gan darbam stundās, gan patsstāvīgajam darbam.

## Saturs

1. Vadītāji materiāli .....	1
1.1. Vadītāju materiālu raksturlielumi .....	1
1.1.1. Īpatnējā elektriskā pretestība .....	1
1.1.2. Īpatnējās pretyestības temperatūras koeficients .	1
1.1.3. Vadītāju materiālu stiprība stiepē.....	1
1.1.4. vadītāju materiālu lineārā izplešanās.....	1
1.2. Vadītāji materiāli ar mazu īpatnējo pretestību.....	1
1.3. vadītāji materiāli ar lielu īpatnējo pretestību .....	1
1.4. Karstumizturīgie vadītāji materiāli .....	1
1.5. Kontaktu materiāli .....	1
1.5.1. Pārtaucējkontaktu materiāli.....	1
1.5.2. Slīdkontaktu materiāli .....	1
1.6. Kopsavilkums .....	1
2. Dielektriskie materiāli .....	1
2.1. Dielektriķu polarizācija.....	1
2.2.. Dielektriķu elektriskā stiprība.....	1
2.3. Dielektriķu caursīšana.....	
2.4. Dielektriķu termiskās īpašības .....	
2.5. Gāzveida dielektriķi .....	
2.6. Šķidrie dielektriķi .....	
2.7. Cietie organiskie dielektriķi.....	
2.8. Cietie polimerizācijas dielektriķi .....	
2.9. Cietie polikondensācijas dielektriķi.....	
2.10. Plastmasas .....	
2.11. Slāņainie plasti .....	
2.12. Dielektriskās gumijas.....	
2.13. Lakas, emaljas, kompaundi.....	
2.14. Papīri, kartoni.....	
2.15. Vizlas materiāli .....	
2.16. Elektrokeramiskie materiāli .....	
2.17. Stikli .....	
2.18 Kopsavilkums .....	
3. Vadu un kabeļu izstrādājumi .....	
4. Magnētiskie materiāli .....	
4.1. Magnētisko materiālu raksturlielumi .....	
4.2. Magnētiski mīkstie materiāli .....	
4.3. Magnētiski cietie materiāli.....	
4.4. Kopsavikums.....	
5. Pusvadītāju materiāli .....	
6. Kopsavilkums par elektrotehniskajiem materiāliem .....	

# 1. Vadītāji materiāli

## 1.1. Vadītāju materiālu raksturlielumi

Izmanto grāmatu: N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 1., 2., 3. nodaļa, 4.-7.lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 2.2. nodaļa, 10.-12.. lpp

### 1.1.1. Īpatnējā elektriskā pretestība

1. Vadītāja īpatnējo elektrisko pretestību aprēķina pēc formulas  $\rho = R \frac{S}{l}$ . Uzrakstiet, kādi lielumi tiek apzīmēti ar šiem burtiem un kāda ir to mērvienība?
  - a.  $\rho$  - ....., mērvienība - .....
  - b.  $R$  - ....., mērvienība - .....
  - c.  $S$  - ....., mērvienība - .....
  - d.  $l$  - ....., mērvienība - .....
2. No iepriekšējā uzdevumā dotās īpatnējās elektriskās pretestības formulas izsakiet lielumus:  
 $R =$   
 $S =$   
 $l =$
3. Tehniskajā literatūrā īpatnējā elektriskā pretestība bieži vien tiek dota ļoti dažādās mērvienību sistēmās:  $\Omega\text{m}$ ,  $\mu\Omega \cdot m$ ,  $\Omega \frac{mm^2}{m}$ . Nosakiet, kāda sakarība pastāv starp šīm mērvienībām, pēdējās divas izsakot SI mērvienību sistēmā „ $\Omega \cdot m$ ”:
  - a.  $\mu\Omega \cdot m =$
  - b.  $\Omega \frac{mm^2}{m} =$
4. Izsakiet doto vadītāju materiālu īpatnējās elektriskās pretestības mērvienībā  $\Omega \cdot m$ :
  - a. alumīnijam  $\rho = 0,028 \mu\Omega \cdot m =$
  - b. tēraudam  $\rho = 0,13 \mu\Omega \cdot m =$
  - c. manganīnam  $\rho = 0,42 \Omega \frac{mm^2}{m} =$
  - d. nihromam  $\rho = 1,06 \Omega \frac{mm^2}{m} =$
5. Izsakiet dotās īpatnējās elektriskās pretestības mērvienībā  $\Omega \frac{mm^2}{m}$ :
  - a. Varam  $\rho = 0,017 \mu\Omega \cdot m =$
  - b. konstantānam  $\rho = 0,052 \mu\Omega \cdot m =$
  - c. sudrabam  $\rho = 1,65 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m =$
  - d. elektrotehniskajai oglei  $\rho$  ir robežas  $8-400 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m =$
6. Kādās robežās ir vadītāju materiālu īpatnējā pretestība?  
.....

## 1.1.2. Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients

1. Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients  $\alpha_\rho$  ir raksturlielums, ar kuru var novērtēt materiāla īpatnējās elektriskās pretestības izmaiņas, mainoties temperatūrai. To var aprēķināt pēc formulas  $\alpha_\rho = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1(t_2 - t_1)}$ . Uzrakstiet, ko raksturo katrs formulā ietilpstojais burts:

- a.  $\alpha_\rho$  - .....
- b.  $t_1$  - .....
- c.  $t_2$  - .....
- d.  $\rho_1$  - .....
- e.  $\rho_2$  - .....

2. No iepriekšējā uzdevuma formulas var izteikt  $\rho_2 = \rho_1 + \rho_1 \alpha_\rho (t_2 - t_1)$

Īpatnējo pretestību  $\rho$  šeit var aizstāt ar pretestību R. Uzrakstiet šo formulu:

$$R_2 =$$

3. Vara temperatūras koeficients 0,0043. Aprēķiniet kāda ir tā īpatnējā pretestība 100°C temperatūrā, ja 20°C temperatūrā tā ir 0,0172.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Vara vada pretestība 20°C temperatūrā tā ir  $10\Omega$ . Aprēķināt šī vada pretestību 100°C temperatūrā.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Aizpildiet tabulu.

Nr. p.k.	Materiāls	Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients	Īpatnējā elektriskā pretestība 20°C temperatūrā $\mu\Omega \cdot m$	Īpatnējā elektriskā pretestība 100°C temperatūrā $\mu\Omega \cdot m$
1.	Varš Cu			
2.	Alumīnijs Al			
3.	Dzelzs Fe			
4.	Volframs W			
5.	Sudrabs Ag			

6. Pēc tabulas nosakiet:

- Kuram materiālam ir lielākais temperatūras koeficients?.....
- Kuram materiālam visstraujāk pieaug īpatnējā pretestība temperatūrai palielinoties?  
.....

### 1.1.3. Vadītāju materiālu stiprība stiepē

- Materiāla stiprību stiepē aprēķina pēc formulas  $\delta = \frac{P_{stiepē}}{S} \left[ \frac{N}{m^2} \right]$  vai  $\left[ \frac{kg}{mm^2} \right]$ . Uzrakstiet, ko raksturo katrs formulā ietilpstojas burts, un kādas ir to mērvienības:
  - $\delta$  - .....
  - $P_{stiepē}$  - .....
  - $S$  - .....
- No pirmā uzdevuma formulas izsakiet graujošās deformācijas spēku, materiālu stiepjot:

$$P_{stiepē} =$$

- Vara vada stiprība stiepē ir  $25 \left[ \frac{kg}{mm^2} \right]$ . Aprēķināt, cik lielu slodzi, materiālu stiepjot, spēj izturēt vara vads, kura šķērsgriezums  $50mm^2$ ? .....

.....

.....

.....

4. Aizpildiet tabulu.

Nr. p.k.	Materiāls	Stiprība stiepē $\left[ \frac{kg}{mm^2} \right]$	Grajošās deformācijas spēks $4mm^2$ šķērsgrizezuma vadam
1.	Varš Cu		
2.	Alumīnijs Al		
3.	Dzelzs Fe		
4.	Volframs W		
5.	Sudrabs Ag		

5. Aprēķiniet, cik lielu slodzi spēj izturēt vara vads, kura diametrs  $3,6mm$ ?

.....  
.....  
.....

#### 1.1.4. Vadītāju materiālu lineārā izplešanās

- Lineārās izplešanās temperatūras koeficients  $\alpha_l$  ir raksturlielums, ar kuru var novērtēt materiāla lineārās izplešanās izmaiņas, mainoties temperatūrai. To var aprēķināt pēc formulas  $\alpha_l = \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)}$ . Uzrakstiet, ko raksturo katrs formulā ietilpstojais burts:
  - $\alpha_l$  - .....
  - $t_1$  - .....
  - $t_2$  - .....
  - $l_1$  - .....
  - $l_2$  - .....
- No iepriekšējā uzdevuma formulas var izteikt  $l_2 = l_1 + l_1 \alpha_l (t_2 - t_1)$ . Aprēķināt vara vada garumu, ja tā garums ir  $100m$ . Vara lineārās izplešanās temperatūras koeficients  $\alpha_l = 17.10 \frac{1}{K}$

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- Aprēķiniet iepriekšējā uzdevuma vada pagarinājumu  $\Delta l = l_2 - l_1$

.....  
.....

4. Aizpildiet tabulu.

Nr. p.k.	Materiāls	Lineārās izplešanās temperatūras koeficients $\alpha_l \left( \frac{1}{K} \right)$	100m gara vada pagarinājums $\Delta l$ temperatūrai paaugstinoties $20^{\circ}\text{C}$ līdz $100^{\circ}\text{C}$ , (m)
1.	Varš Cu		
2.	Alumīnijs Al		
3.	Dzelzs Fe		
4.	Volframs W		
5.	Sudrabs Ag		

5. Pēc tabulas nosakiet:

- Kuram materiālam ir lielākais lineārās izplešanās temperatūras koeficients?.....
- Kuram materiālam visstraujāk pieaug pagarinājums temperatūrai palielinoties?  
.....

## 1.2. Vadītāji materiāli ar mazu īpatnējo pretestību.

**Izmanto grāmatu:** N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība” 30. nodaļa, 85.-89.lpp  
M. Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 2.3. nodaļa, 12.-14. lpp

1. Raksturojiet **varu Cu**:

a. krāsa -

.....

b. īpatnējā pretestība  $\rho_R =$  .....

c. kušanas temperatūra  $t =$  .....

d. blīvums  $\rho_V =$  .....

e. izturība stiepē  $\delta =$  .....

f. izmantošanas piemēri - .....

.....  
g. Paskaidrojiet, kādas vara īpašības nosaka tā izmantošanu Jūsu nosauktajās jomās? .....

.....

.....

.....

2. Raksturojiet **alumīniju Al**:

a. krāsa - .....

b. īpatnējā pretestība  $\rho_R =$  .....

- c. kušanas temperatūra  $t=$ .....  
d. blīvums  $\rho_v=$ .....  
e. izturība stiepē  $\delta=$ .....  
f. izmantošanas piemēri - .....  
g. Paskaidrojet, kādas alumīnija īpašības nosaka tā izmantošanu Jūsu nosauktajās jomās?.....  
.....  
.....  
.....

**3. Raksturojiet sudrabu Ag:**

- a. krāsa - .....  
b. īpatnējā pretestība  $\rho_R=$  .....  
c. kušanas temperatūra  $t=$ .....  
d. blīvums  $\rho_v=$ .....  
e. izturība stiepē  $\delta=$ .....  
f. izmantošanas piemēri - .....  
.....  
g. Paskaidrojet, kādas sudraba īpašības nosaka tā izmantošanu Jūsu nosauktajās jomās?.....  
.....  
.....  
.....

**4. Raksturojiet volframu W:**

- a. krāsa - .....  
b. īpatnējā pretestība  $\rho_R=$  .....  
c. kušanas temperatūra  $t=$ .....  
d. blīvums  $\rho_v=$ .....  
e. izturība stiepē  $\delta=$ .....  
f. izmantošanas piemēri - .....  
.....  
g. Paskaidrojet, kādas volframa īpašības nosaka tā izmantošanu Jūsu nosauktajās jomās?.....  
.....  
.....

**5. Raksturojiet dzelzi Fe:**

- a. krāsa - .....  
b. īpatnējā pretestība  $\rho_R=$  .....  
c. kušanas temperatūra  $t=$ .....  
d. blīvums  $\rho_v=$ .....  
e. izturība stiepē  $\delta=$ .....  
f. izmantošanas piemēri - .....

.....  
g. Paskaidrojiet, kādas dzelzs īpašības nosaka tā izmantošanu Jūsu nosauktajās jomās?.....  
.....  
.....

6. Raksturojiet **bronzu**:

- a. krāsa - .....
- b. īpatnējā pretestība  $\rho_R$  = .....
- c. kušanas temperatūra  $t$ =.....
- d. blīvums  $\rho_V$ =.....
- e. izturība stiepē  $\delta$ =.....
- f. izmantošanas piemēri - .....
  
.....  
g. Paskaidrojiet, kādas bronzas īpašības nosaka tā izmantošanu Jūsu nosauktajās jomās?.....  
.....  
.....  
.....

7. Raksturojiet **misiņu**:

- a. krāsa - .....
- b. īpatnējā pretestība  $\rho_R$  = .....
- c. kušanas temperatūra  $t$ =.....
- d. blīvums  
 $\rho_V$ =.....
- e. izturība stiepē  $\delta$ =.....
- f. izmantošanas piemēri - .....
  
.....  
g. Paskaidrojiet, kādas misiņa īpašības nosaka tā izmantošanu Jūsu nosauktajās jomās?.....  
.....  
.....

8. Aizpildiet tabulu, tukšajās ailītēs ierakstot, kurā vietā (no 1. līdz 7.), vērtējot pēc attiecīgā raksturlieluma, atrodas konkrētais materiāls. Kārtas numuru „1.” piešķiriet, ja konkrētajam raksturlielumam ir vislielākā vērtība.

Nr. p.k.	Materiāls	Īpatnējā pretestība	Kušanas temperatūra	Blīvums	Izturība stiepē
1.	Varš Cu				
2.	Alumīnijs Al				
3.	Sudrabs Ag				
4.	Volframs W				
5.	Dzelzs Fe				
6.	Bronza				
7.	Misiņš				

9. Varš un alumīnijs ir divi populārākie vadītāji materiāli, no kuriem izgatavo vadu un kabeļu strāvu vadošās dzīslas. Salīdziniet, kuru no šiem materiāliem izmantot būtu ekonomiski izdevīgāk, ņemot vērā īpatnējo pretestību, blīvumu, cenu (pieņemt, ka vara cena pasaules tirgū ir aptuveni 1,5 reizes lielāka)
- .....  
 .....  
 .....

### 1.3. Vadītāji materiāli ar lielu īpatnējo pretestību.

**Izmanto grāmatu:** N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība” 31. nodaļa, 89.-91.lpp  
 M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 2.5. nodaļa, 16.-17. lpp

1. Salīdziniet **manganīna** un **konstantāna** raksturlielumus

Raksturlielumi	Manganīns	Konstantāns
Ķīmiskais sastāvs		
Krāsa		
Īpatnējā pretestība $\rho_R$		
Kušanas temperatūra t		
Darba temperatūra t		
Blīvums $\rho_V$		
Izturība stiepē $\delta$		
Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients		
Izmantošanas piemēri		

2. Kuri raksturlielumi ir praktiski vienādi?  
.....
3. Kuri no raksturlielumiem abiem sakausējumiem atšķiras visbūtiskāk?  
.....
4. Salīdziniet raksturlielumus vadītājiem ar mazu īpatnējo pretestību un vadītājiem ar lielu īpatnējo pretestību, piemēram, manganīnam un varam:
  - a. Cik reizes pretestība manganīnam ir lielāka nekā varam? .....
  - b. Cik reizes pretestības izmaiņa temperatūras iespaidā manganīnam būs mazāka nekā varam? .....
5. Kopsavilkums - manganīna un konstantāna svarīgākās īpašības ir:
  - a. .....
  - b. .....

## 1.4. Karstumizturīgie vadītāji materiāli

**Izmanto grāmatu:** N. Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība” 32. nodaļa, 91.lpp  
 M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 2.5. nodaļa, 16.-17. lpp

1. Salīdziniet triju karstumizturīgo vadītāju materiālu nihroma, fehrala un hromala raksturlielumus.

Nr. p.k.	Raksturlielums	Nihroms	Fehrals	Hromals
	Ķīmiskais sastāvs			
	Krāsa			
	Īpatnējā pretestība $\rho_R$			
	Darba temperatūra $t_{darba}$			
	Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients			
	Izmantošanas piemēri			

2. Vai ir raksturlielumi, kas šiem trijiem sakausējumiem būtiski atšķiras?  
.....
3. Salīdziniet vadītāju materiālu ar lielu īpatnējo pretestību un karstumizturīgo vadītāju materiālu raksturlielumus (cik reizes lielāka, mazāka):
  - a īpatnējo pretestību - .....
  - b darba temperatūru - .....
  - c īpatnējās pretestības temperatūras koeficientu - .....

4. Karstumizturīgie vadītāji materiāli spēj ilgstoši strādāt temperatūrā pat virs  $1000^{\circ}\text{C}$ . Tajā pat laikā, volframs, kura kušanas temperatūra ir visaugstākā starp metāliem,  $3380^{\circ}\text{C}$ , nespēj ilgstoši strādāt temperatūrā augstākā par  $400^{\circ}\text{C}$ . Kāds tam ir iemesls?
- .....

## 1.5. Kontaktu materiāli

**Izmanto grāmatu:** N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība” 33., 34. nodaļa, 92.-95.lpp

M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 2.6. nodaļa, 17.-19. lpp

### 1.5.1. Pārtraucējkontaktu materiāli

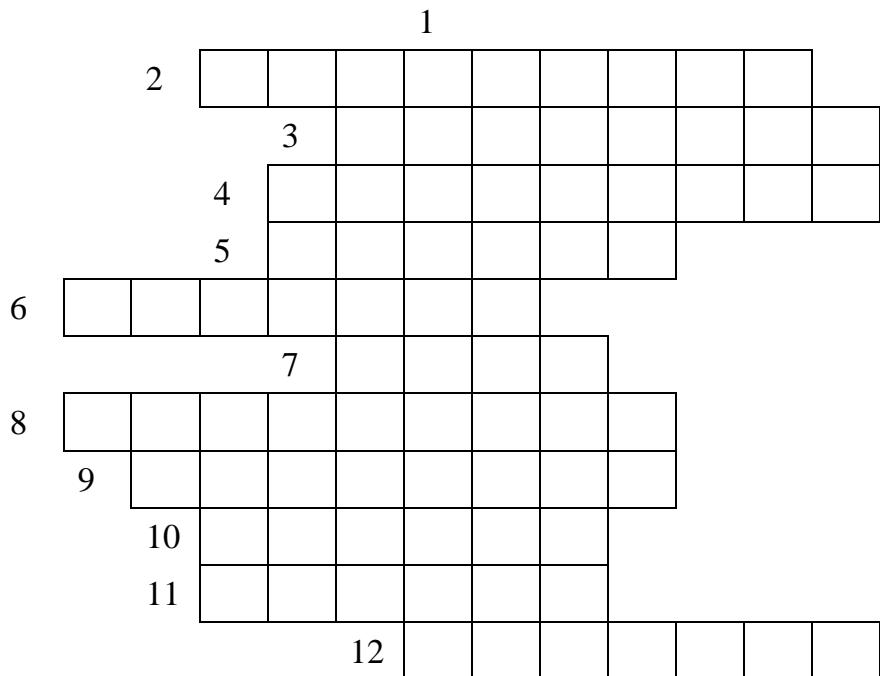
1. Kāpēc vājstrāvas kontaktiem pārsvarā tiek izmantoti cēlmetāli (platīnu, zeltu, sudrabu)  
.....
2. Stiprstrāvas kontaktiem izmanto cieto varu. Kā zināms, vara oksīda plēvītei piemīt liela elektriskā pretestība, kas pasliktina kontaktsavienojumus. Kā stiprstrāvas kontaktos tiek novērsts šis trūkums?  
.....
3. Metālkeramiskos kontaktu materiālus iegūst saķepinot sudraba, vara, volframa un citu metālu vai to oksīdu pulverus. Kāda ir šādu kontaktu priekšrocība salīdzinot ar tīru metālu kontaktiem?  
.....

### 1.5.2. Slīdkontaktu materiāli

1. Kādas ir galvenās prasības slīdkontaktiem?  
.....
2. Viskvalitatīvākais slīdkontakts veidojas, ja no vienas puses ir elektrotehniskā ogle, bet no otras puses .....  
.....
3. Elektrotehnisko ogli izmanto elektromašīnu suku izgatavošanai, kuras pēc sastāva iedala grafīta, ogles-grafīta un metālgrafīta sukās. Kādas ir to atšķirīgās īpašības?  
.....

## 1.6. Kopsavilkums

### Atrisini krustvārdu mīklu



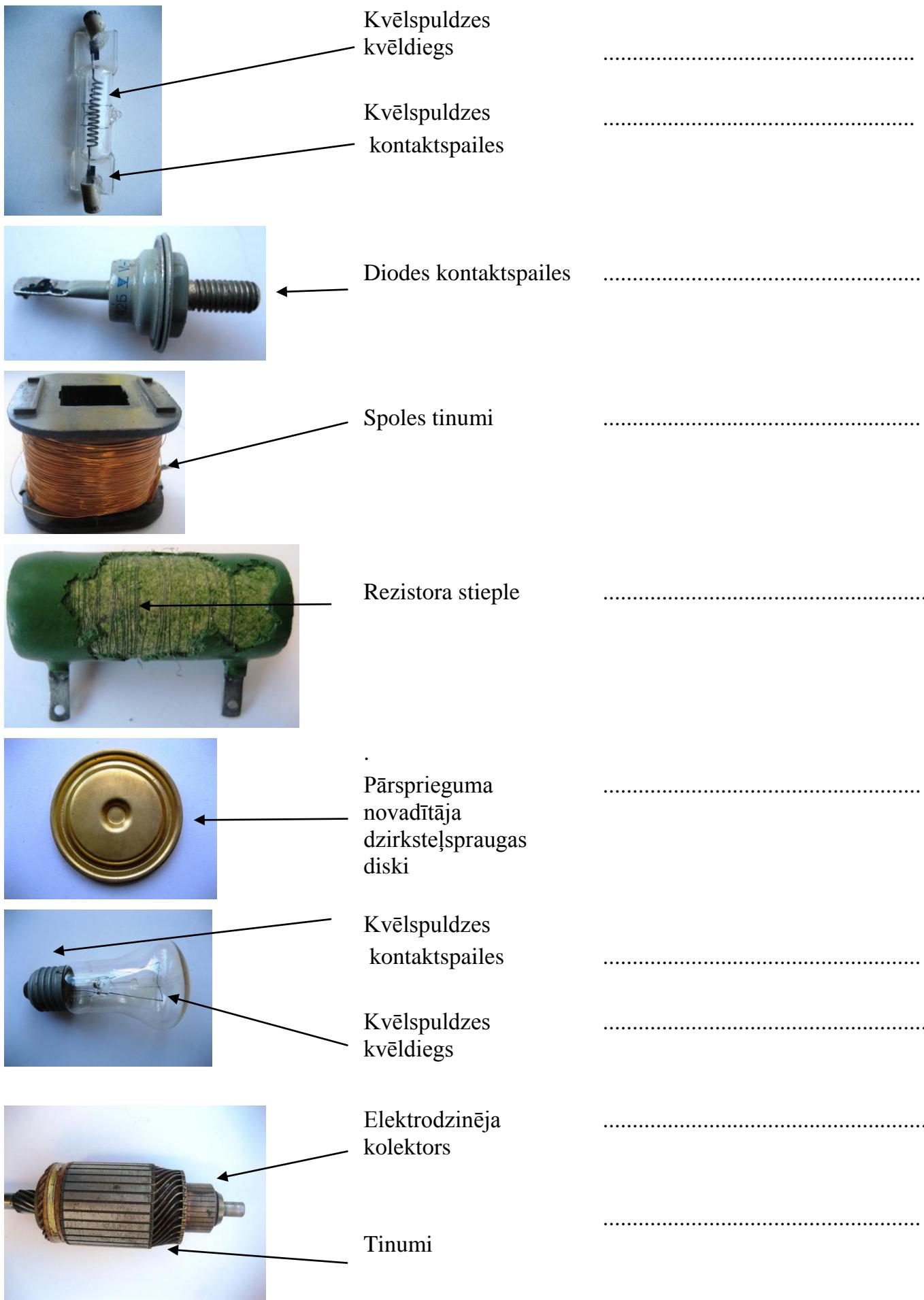
#### Vertikāli

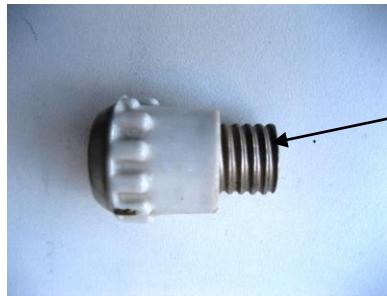
1. Sakausējums, kuram salīdzinot ar citiem vadītājiem materiāliem ir salīdzinoši mazs īpatnējās pretestības temperatūras koeficients.

#### Horizontāli

2. Atoma daļiņas, kuras veido strāvu metālos.
3. Metāls, kuram kušanas temperatūra sasniedz  $3380^{\circ}\text{C}$ .
4. Sakausējums, kuram salīdzinot ar citiem vadītājiem materiāliem ir salīdzinoši mazs īpatnējās pretestības temperatūras koeficients (mainoties temperatūrai pretestība izmainās salīdzinoši maz).
5. Sakausējums uz vara bāzes, kuru var presēt aukstu.
6. Vadītājs materiāls, kuru izmanto elektrodzinēju suku izgatavošanai.
7. Viens no biežāk lietotajiem vadītājiem materiāliem kabeļu strāvu vadošo dzīslu izgatavošanai.
8. Vadītājs materiāls, no kura izgatavo elektropārvades līniju vadus.
9. Elektrotehnisko materiālu pamatgrupas ir dielektriķi, magnētiskie materiāli, pusvadītāji un .....
10. Ķīmisko elementu grupa Mendeļejeva tabulā, kuriem visiem piemīt spēja pārvadīt strāvu.
11. Sakausējums uz vara bāzes, kuram salīdzinot ar varu ir nedaudz lielāka īpatnējā pretestība, taču ir daudz labākas mehāniskās īpašības (cietība, izturība stiepē). Vadītājs materiāls ar vismazāko īpatnējo pretestību.

## No kāda vadītāja materiāla varētu būt izgatavota ar bultiņu atzīmētā elektroierīces daļa?

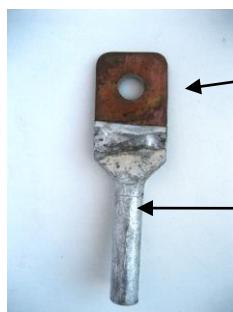




Drošinātāja vītne .....



Drošinātāja kontaktspailis .....



Pievienojuma spailes kontaktvirsma .....

Pamatne .....



Kontaktspailis .....



Savienotājs pailis .....

Skrūve ar uzgriezni .....

## **Atbildi uz jautājumiem**

1. Kāds vadītājs materiāls (materiāli) atbilst sekojošam raksturojumam:
  - a Vismazākā īpatnējā pretestība, istabas temperatūrā gaisā neoksidējas .....
  - b Mainoties vadītāja temperatūrai pretestības izmaiņas ir salīdzinoši nelielas - .....
  - c Spēj ilgstoši strādāt skābekļa klātbūtnē (gaisā) temperatūrās pat virs  $1000^{\circ}\text{C}$  - .....
  - d Viens no vieglākajiem vadītājiem ( $2700\text{kg/m}^3$ ) un ļoti mazu īpatnējo pretestību - .....
  - e Visaugstākā kušanas temperatūra ( $3380^{\circ}\text{C}$ ) un blīvums ( $19300 \text{ kg/m}^3$ ) - .....
  - f Pietiekoši liela stipriņa stiepē, ciets, taču korozijneizturīgs - .....
  - g Pēc vadītspējas ieņem otro vietu pēc sudraba, oranži-brūna krāsa- .....
  - h Augsta slīdamība, lokizturība un nodilumizturība - .....
  - i Sakausējums, kuru iespējams presēt aukstu - .....
  - j Sakausējums, kura īpatnējā pretestība maz atšķiras no vara, taču ir daudz cietāks par to - .....
2. Uzrakstiet vadītāju materiālu vai vairākus vadītājus materiālus, kurus izmanto sekojošu elektroierīču izgatavošanai:
  - a Elektrodzinēju tinumi - .....
  - b Līdzstrāvas elektrodzinēju kolektors - .....
  - c Līdzstrāvas elektrodzinēju sukas - .....
  - d Gaisvadu līniju vadi - .....
  - e Kabeļu līniju vadi - .....
  - f Rezistoru stieples - .....
  - g Elektrosildītāja stieple - .....
  - h Stiprstrāvas kontaktoru kontakti - .....
  - i Releju kontakti - .....
  - j Zemējumu kontūri - .....
  - k Spuldžu kvēldiegi - .....
  - l Vadu savienošanas spailes - .....
  - m Pārsprieguma novadītāju dzirksteļspraugu diskī - .....
  - n Kontaktsavienojumu skrūves un uzgriežņi - .....

## 2. Dielektriskie materiāli

### 2.1. Dielektriķu polarizācija

Izmanto grāmatu: N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 1. nodaļa, 4.-14. lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 3.1. nodaļa, 20.-24. lpp

1. Kādus materiālus sauc par dielektriķiem?

.....

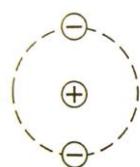
2. Kāda atšķirība ir starp jēdzieniem „dielektriskais materiāls” un „elektroizolācijas materiāls”?

.....

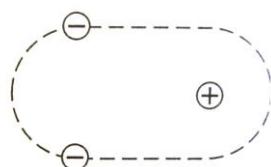
.....

3. Par **dielektriķa polarizāciju** sauc .....orbītas nobīdi attiecībā pret atoma ..... elektriskā lauka iespaidā.

4. Kurš no attēlotajiem dielektriķa atomiem ir polarizēts?



1. zīmējums

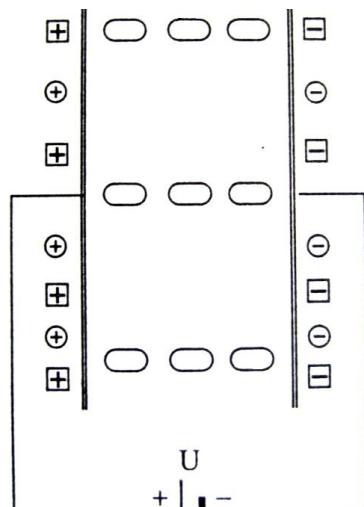


2. zīmējums

5. Polarizētie dielektriķa atomi veido savu elektrisko lauku. Kā vērsts šis elektriskais lauks attiecībā pret pamatlauku?

.....

6. Zīmējumā attēlotais dielektriķis ievietots elektriskajā laukā, ko veido pie līdzstrāvas pieslēgtas vadītāja materiāla plates, kā rezultātā dielektriķa atomi ir polarizējušies.



3. zīmējums

7. Dielektriķa spēju polarizēties raksturo relatīvā dielektriskā caurlaidība  $\epsilon_r$ . Cik liela šī vērtība ir:

- a. gaisam – .....
- b. kabeļēlai – .....
- c. dimantam – .....
- d. organiskajam stiklam - .....
- e. segneta sālim – .....
- f. sārma stiklam – .....

8. Izgatavojot kādas elektriskās ierīces ir svarīgi, lai tajās izmantotā dielektriķa dielektriskā caurlaidība  $\epsilon_r$  būtu pēc iespējas lielāka?

.....

## 2.2. Dielektriķu elektriskā stiprība

Izmanto grāmatu: N.Žukulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 1. nodaļa, 4.-14. lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 3.4. nodaļa, 31.-32. lpp

1. Ko raksturo dielektriķu elektriskā stiprība  $E_{caur}$ ?

.....

2. Literatūrā atrodiet, cik liela elektriskā stiprība ir:

- a. gaisam – .....
- b. nepiesūcinātam papīram – .....
- c. piesūcinātam papīram – .....
- d. stiklam – .....
- e. vizlai – .....
- f. kokam – .....
- g. plastmasai – .....

3. Kāpēc gaisam, salīdzinoši ar citiem dielektriķiem, ir tik maza elektriskā stiprība?

.....

4. Kāpēc ar ēļu piesūcinātam papīram elektriskā stiprība ir lielāka nekā nepiesūcinātam papīram?

.....

5. Pārveidojiet mērvienības:

- |            |       |       |
|------------|-------|-------|
| a. 20MV/m= | kV/m= | kV/mm |
| b. 7kV/mm= | kV/m= | MV/m  |

6. Aprēķiniet, cik liela elektriskā stiprība ir 0,5mm biezam dielektriķim, ja to spēja caursist 10kV liels spriegums?

.....

.....

7. Aprēķiniet, cik liels spriegums ir nepieciešams, lai caursistu 5mm lielu gaisa spraugu?

.....

.....

8. Aprēķiniet, cik liels spriegums ir nepieciešams, lai caursistu 5mm biezū piesūcinātu papīru?

.....  
.....

## 2.3. Dielektriķu caursišana

Izmanto grāmatu: N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 1. nodaļa, 4.-14. lpp

M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 3.4.1.-3.4.4. nodaļa, 32.-38. lpp

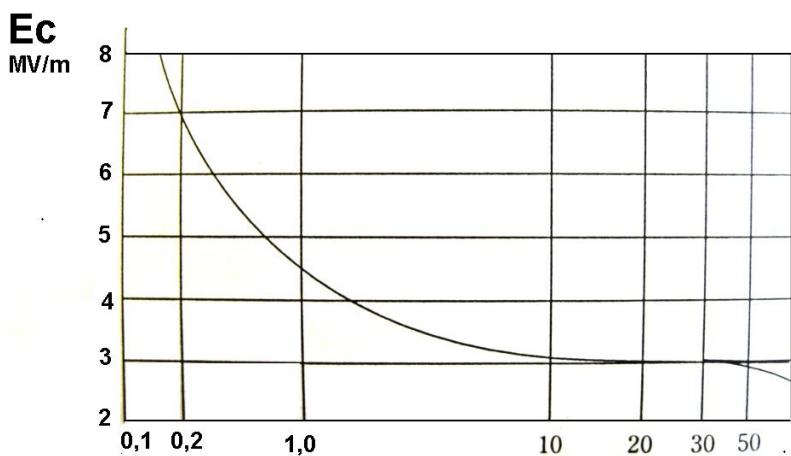
1. Īsi paskaidrojet, kā notiek gāzveida dielektriķu caursišanas process?

.....  
.....

2. Kāpēc pieaugot gāzu spiedienam, vienlaicīgi pieaug arī gāzes elektriskā stiprība?

.....  
.....

3. Zīmējumā attēlots grafiks, kas raksturo gaisa elektriskās stiprības atkarību no attāluma starp elektrodiem.



4. zīmējums

a. Cik liela ir elektriskā stiprība, ja attālums starp elektrodiem ir 30mm? .....

b. Cik liela ir elektriskā stiprība, ja attālums starp elektrodiem ir 0,2mm? .....

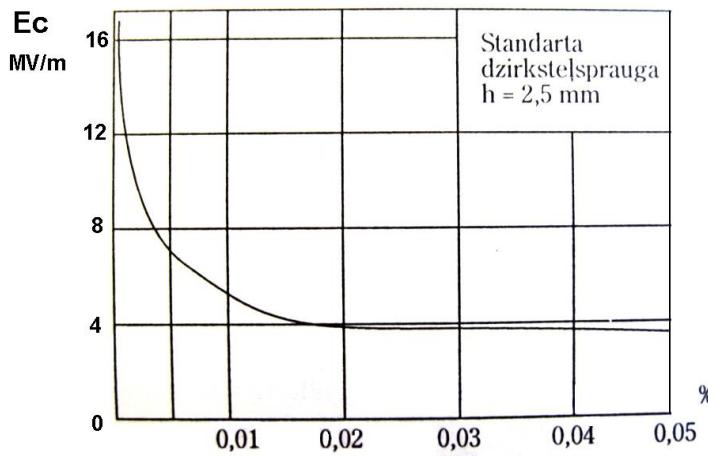
c. Paskaidrojet, kāpēc elektriskā stiprība kļūst lielāka, ja attālumu starp elektrodiem samazina?

.....  
d. Nosakiet, kādam attālumu diapazonam starp elektrodiem ir patiesa literatūrā minētā elektriskā stiprība gaisam 3,2MV/m?

.....  
4. Kāpēc šķidrajiem dielektriķiem salīdzinot ar gāzveida dielektriķiem elektriskā stiprība ir ievērojami augstāka?

.....  
5. Kā šķidro dielektriķu caursišanu iespaido to tīrība?

6. Grafiks rāda, kā mainīs transformatoru eļļas elektriskā stiprība atkarībā no ūdens saturā tajā. ]



4. zīmējums

- a. Kā izmainīs elektriskā stiprība pieaugot ūdens daudzumam eļļā?

.....

- b. Cik liela elektriskā stiprība ir, ja ūdens saturs eļļā 0,01%?

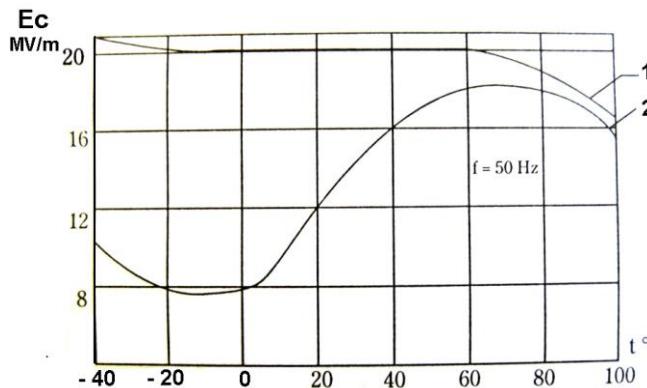
.....

- c. Aprēķiniet, cik daudz ūdens ir 100kg eļļas, ja tā saturs 0,01%?

.....

.....

7. Grafikā attēlota izžāvētas eļļas un ekspluatācijā esošas (nedaudz ūdeni saturošas) eļļas elektriskās stiprības atkarība no temperatūras.



5. zīmējums

1 - izžāvēta eļļa      2 – ekspluatācijā esoša eļļa (satur ūdeni)

- a. Kādai eļļai elektriskā stiprība ir lielāka? .....

- b. Cik liela elektriskā stiprība ir izžāvētai eļļai:

0 °C temperatūrā .....

70 °C temperatūrā - .....

- c. Cik liela elektriskā stiprība ir ekspluatācijā esošai eļļai

0 °C temperatūrā .....

70 °C temperatūrā - .....

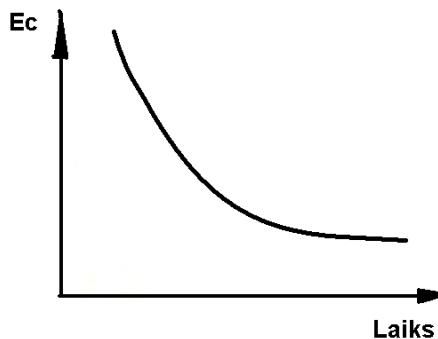
- d. Kādu temperatūru diapazonā izžāvētas eļļas elektriskā stiprība praktiski ir nemainīga?

- e. Pie kādas temperatūras izžāvētās eļļas elektriskā stiprība sāk strauji samazināties?

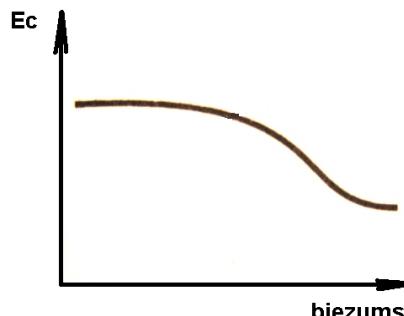
8. Ko saprot ar jēdzienu „cieto dielektriķu elektriskā novecošanās”?

9. Tālāk dotie graffki attēlo elektriskās stiprības atkarību cietajiem dielektriķiem no:

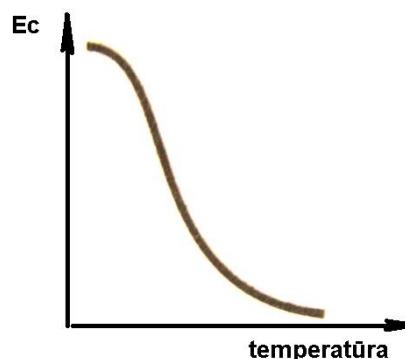
paraugam pieliktā spieguma iedarbības ilguma



parauga biezuma;



parauga temperatūras.



Nosakiet:

- a. Kā elektrisko stiprību iespaido sprieguma iedarbības ilgums?

- b. Kā elektrisko stiprību iespaido parauga biezums?

- c. Kā elektrisko stiprību iespaido parauga temperatūra?

## 2.4. Dielektriķu termiskās īpašības

Izmanto grāmatu: N. Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 1. nodaļa, 4.-14. lpp  
 M. Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 3.5.2. nodaļa, 40-42. lpp

- Brīvajās ailītēs ieraksti, kurš no raksturlielumiem raksturo sekojošas dielektriķa īpašības?

Īpašības	raksturlielums	Raksturlielumu piemēri
Materiāla spēja izturēt zemas temperatūras iedarbību		Siltumietilpība Siltumvadīts pēja
Materiāla noturība pret koroziju, skābes, sārmu, sāļu, eļļu iedarbību.		Mīksttapšanas temperatūra Kušanas temperatūra
Materiāla spēja ilgstoši izturēt paaugstinātu temperatūru, nepieļaujami paslīktinoties tā īpašībām		Termoizturība Aukstumizturība Ķīmiskā izturība
Šķidro dielektriķu iekšējās berzes koeficients, pārvietojoties tā daļiņām.		Viskozitāte Skābes skaitlis
Elektroizolācijas materiālu spēja pretoties augstai temperatūrai, krasām diennakts temperatūras maiņām, lielam gaisa relatīvajam mitrumam.		Tropiskā izturība Ūdensabsorbējamība
Materiāla spēja uzsūkt mitrumu		

- Tabulā ierakstiet, pie kādas termoizturības klases pieder dotais dielektriķis un kāda ir tā maksimāli pieļaujamā darba temperatūra.

Materiāls	Getinaks s	Fluoroplasts-4	Piesūcināti papīri	Polivinil -hlorīds	Papīri	Elektro- keramik a	Vizla
Klases apzīmējums							
Maks. pieļaujamā temperatūra, °C							

- Kādas izmaiņas notiek ar materiālu, ja tas ilgstoši tiek ekspluatēts temperatūrās, kas ir lielākas par tā termoizturības klasi?

.....

- Kādas izmaiņas notiek ar materiālu, ja tas ilgstoši tiek ekspluatēts temperatūrās, kas ir zemākas par tā aukstumizturību?

.....

5. Atzīmējiet ar krustiņu, kurš no apgalvojumiem ir pareizs.

	jā	nē
Polivinilhlorīds, kura termoizturība $70^{\circ}\text{C}$ tiek ekspluatēts $75^{\circ}\text{C}$ temperatūrā:		
tas ir normāli, nekas ļauns nevar atgadīties;		
ar laiku kļūs trausls;		
kalpošanas ilgums samazināsies		
iespējams, ka izkusīs;		
kļūs mīkstāks		

6. Kādas izmaiņas notiek ar materiālu, ja tas tiek ekspluatēts ķīmiski agresīvā vidē (eļļās, skābēs)?

.....

7. Pasvītrojiet, kurš skaidrojums ir pareizs jēdzienam „liela viskozitāte” –

- a. šķidrums ir biezs, tā daļīnas mazkustīgas;
- b. šķidrums nav biezs, tā daļīnas kustīgas.

8. Ar kādas viskozitātes eļļu iespējams vieglāk piesūcināt šķiedrainos izolācijas materiālus (mazas viskozitātes vai lielas viskozitātes)?

.....

## 2.5. Gāzveida dielektriķi

**Izmanto grāmatu:** N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 6. nodaļa, 15-20. lpp  
 ..... M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.1. nodaļa, 44. lpp

1. Vispieejamākais gāzveida dielektriķis ir gaiss. Nosauciet, kādas gāzes ietilpst tā sastāvā?

.....

2. Kāda ir galvenā gāzveida dielektriķu priekšrocība salīdzinot ar citiem dielektriķiem?

.....

3. Dota gāzveida dielektriķa raksturlīkne, kas sadalīta trīs posmos I, II, III.

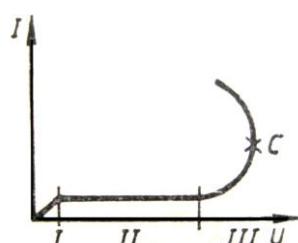
Pēc grafika nosakiet:

Kurš posms attēlo gāzes triecienjonizāciju (caursišanu)?

.....

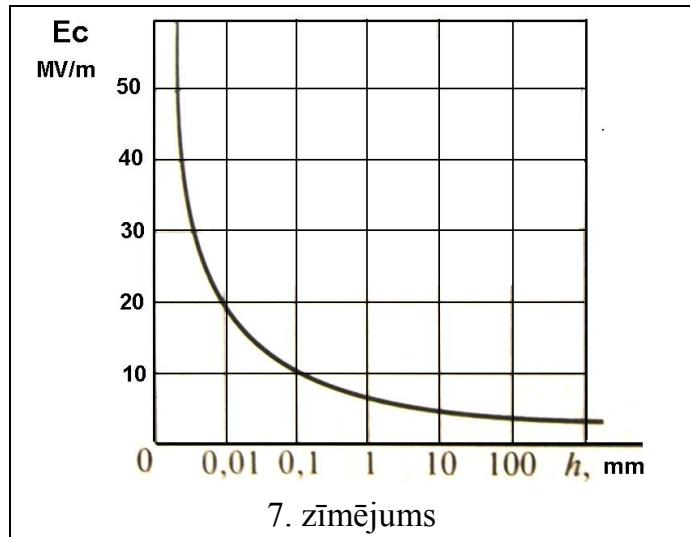
Kurā posmā strāva gāzē pieaug proporcionāli spriegumam?.....

Kurā posmā strāva nav atkarīga no pieliktā sprieguma?.....



6. zīmējums

4. Grafikā dota gaisa elektriskās stiprības  $E_c$  atkarība no attāluma  $h$  starp elektrodiem.



- a. Kā izmainās gaisa elektriskā stiprība palielinoties attālumam starp elektrodiem?  
.....
- b. Aptuveni nosakiet, kādam attālumam starp elektrodiem atbilst literatūrā minētā gaisa elektriskā stiprība 3,0MV/m?  
.....
- c. Paskaidrojiet, kāpēc samazinoties attālumam starp elektrodiem elektriskā stiprība strauji pieaug?  
.....  
.....
- d. Nosakiet Elektriskās stiprības  $E_c$  vērtību, ja attālums starp elektrodiem ir 0,1mm?  
.....
- e. Nosakiet, cik liels spriegums var caursist šo gaisa spraugu?  
.....
5. Miniet piemērus, kur elektroietaisēs gaiss tiek izmantots kā dielektriks?  
.....
6. Arvien plašāk tiek izmantoti augstsprieguma slēdži, kuros gaiss ir aizvietots ar elegāzi. Kāda ir elegāzes būtiskākā priekšrocība salīdzinot ar gaisu?  
.....
7. Atzīmējiet ar krustīju, kurš no apgalvojumiem ir pareizs.

	jā	nē
Gaisa elektroizolācijas spējas pasliktinās (samazinās elektriskā stiprība):		
palielinoties ūdens tvaiku daudzumam gaisā		
vējainā laikā		
palielinoties gaisa spiedienam		
lietus laikā		

sausā, saulainā laikā		
samazinoties attālumam starp elektrodiem		
palielinoties apgaismojuma intensitātei		

## 2.6. Šķidrie dielektriķi

**Izmanto grāmatu:** N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 9.-12 nodaļa, 21-28. lpp  
.... M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.2. nodaļa, 45.-47. lpp

1. Nosauciet, kādas eļļas elektrotehniskajām vajadzībām tiek iegūtas no naftas:

- a. .....
- b. .....
- c. .....

2. Nosauciet dažas sintētiskās eļļas:

- a. .....
- b. .....
- c. .....
- d. .....

3. Transformatorā eļļa izolē tinumus gan savā starpā, gan no korpusa. Kāds vēl ir tās uzdevums?

.....

4. Ar eļļu pildītajos augstsrieguma jaudas slēdžos šķidrais dielektriķis ne vien izolē strāvu vadošās daļas, bet arī

.....

5. Kādas kabeļu īpašības tiek uzlabotas piesūcinot kabeļpapīru ar eļļu?

.....

6. Kabeļeļļai piesūcinot papīru mēdz pievienot kolofoniju. Kādā nolūkā tas tiek darīts?

.....

7. Aizpildiet tabulu

Šķidrā dielektriķa nosaukums	Elektriskā stiprība $E_c$ , MV/m	Dielektriskā caurlaidība, $\epsilon_r$	Tvaiku uzliesmošanas temperatūra, °C	Kur izmanto?
Transformatoru eļļā				
Kondensatoreļļa				
Kabeļeļļa				
Sovols				
Sovtols				

8. Kādi ir naftas eļļu būtiskākie trūkumi?

.....

9. Kādi ir sintētisko eļļu būtiskākie trūkumi?

.....

10. Ekspluatācijas gaitā eļļa noveco, kas pasliktina tās izolējošās īpašības. Kādi faktori izsauc eļļas novecošanu?

.....

11. Kādi paņēmieni tiek lietoti, lai aizkavētu eļļas novecošanu?

## 7. Cietie organiskie dielektriķi

Izmanto grāmatu: N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 13 nodaļa, 29.-30. lpp  
... M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.1. nodaļa, 47.-48. lpp.

1. Elektrotehnikā pielieto gan dabā iegūstamos organiskos dielektriķus, gan rūpnieciski sintezētus. Pēc kādas pazīmes organiskie cietie dielektriķi tiek nodalīti no citiem cietajiem dielektriķiem.

.....

2. Paskaidrojiet jēdzienus:

a. Polimerizācija - .....

.....

b. Polimērs - .....

.....

c. Termoplastisks polimērs - .....

.....

d. Termostabils polimērs - .....

.....

e. Termoreaktīvs polimērs - .....

.....

## 2.8. Cietie polimerizācijas dielektriķi

Izmanto grāmatu: N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 14 nodaļa, 30.-36. lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.3., 4.3.4. nodaļa, 50.-52. lpp.

1. Nosauciet elektrotehnikā biežāk lietotos polimerizācijas dielektriķus.

.....

2. Aizpildiet tabulu

Nosaukums	Elektriskā stiprība Ec, MV/m	Dielektriskā caurlaidība, $\epsilon_r$	Termoizturība, °C	Kur izmanto?
Polietilēns				
Polivinilhlorīds				
Organiskais stikls				
Polistirols				
Kaprons				
Fluoroplasts -4				

3. Kuram no polimerizācijas dielektriķiem raksturīgas sekojošas īpašības (katrai īpašībai var atbilst vairāki materiāli):

- a. elektriskā loka iedarbībā strauji izdala lielu daudzumu gāzu - .....
- b. izplata degšanu - .....
- c. neizturīgi pret saules ultravioleto starojumu - .....
- d. deg atklātā liesmā, bet to neizplata - .....
- e. caurspīdīgs, laiž cauri 90% gaismas - .....
- f. trausls - .....
- g. termoplastisks - .....
- h. pie augstas temperatūras sadalās, izdalot toksisku gāzi - .....
- i. izturīgs pret skābēm un sārmiem - .....
- j. mehāniski viegli apstrādājams (griežot, urbjot) - .....
- k. iegūst polimerizējot gāzi - .....
- l. ļoti augsta termoizturība, līdz  $250^{\circ}\text{C}$  - .....

4. Kuru no cietajiem polimerizācijas dielektriķiem lieto:

- a. vadu un kabeļu izolācijai - .....
- b. par pamatu lakaudumiem - .....
- c. spoļu karkasu izgatavošanai - .....
- d. caurspīdīgo korpusu izgatavošanai relejiem un mēraparātiem - .....
- e. slodzes slēdžu loka dzēšanas kameru izgatavošanai - .....
- f. termoizturīgu vadu izolācijai - .....
- g. elektroizolācijas laku pamatsastāvā - .....

## 2.9. Cietie polikondensācijas dielektriķi

Izmanto grāmatu: N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 15 nodaļa, 37.-40. lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.5. nodaļa, 53.-56. lpp.

1. Kādu ķīmisku procesu sauc par polikondensāciju?

.....  
.....

2. Nosauciet elektrotehnikā biežāk lietotos polikondensācijas dielektriķus.

.....

3. Aizpildiet tabulu

Nosaukums	Elektriskā stiprība Ec, MV/m	Termoizturīb a, °C	Krāsa	Kur izmanto?
Novolaksveķi				
Rezolsveķi (bakelītsveķi)				
Gliptālsveķi				
Epoksīdsveķi				
Silīcijorganiskie sveķi				
Poliumīdi				

4. Kuram no polimerizācijas dielektriķiem raksturīgas sekojošas īpašības (katrai īpašībai var atbilst vairāki materiāli):

- a. ir termoplastiski arī pēc sacietēšanas - .....
- b. ir termoreaktīvi - .....
- c. sacietējot mazs tilpuma rukums (0,6...1,0%) - .....
- d. augsta termoizturība, lielāka par 200 °C - .....
- e. ļoti liela aukstuzturība, līdz -269 °C - .....

5. Ielieciet tabulā „+” zīmi tiem cietajiem polikondensācijas dielektriķiem, kuri ietilpst atbilstošu elektroizolācijas izstrādājumu sastāvā:

Pielietojums	Novola sveķi	Rezolsveki (bakeletsveki)	Gliftālsveki	Epoksīd-sveķi	Silīcij organiskie	Polimīdi
Saistviela getinaksam un tekstolītam						
Saistviela stikla tekstolītam						
Līmējošās lakas						
Piesūcināšanas lakas						
Līmes						
Termoplastiskas plastmasas (slēdžu pamatnes)						
Elektroizolācijas aizliešanas kompaundi						
Termoizturīgas vadu emaljas						

## 2.10. Plastmasas

Izmanto grāmatu: N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 22 nodaļa, 60.-63. lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.6. nodaļa, 56.-57. lpp.

Ievieto tekstā iztrūkstošos vārdus.

Plastmasas ir daudzkomponentu materiāli, kas sastāv no .....

Sajistielas var būt:

..... Atkarībā no izmantotās saistvielas plastmasas var būt gan ar termoplastiskām īpašībām, gan ..... īpašībām. Termoplastiskās plastmasas sasilstot līdz noteiktai temperatūrai kļūst ....., turpretī ..... plastmasas arī sildot saglabā cietību.

Pildvielu uzdevums ir palielināt plastmasu ..... īpašības. Par pildvielām tiek izmantoti ....., ....., ....., un citas vielas.

Plastifikatoru uzdevums ir samazināt plastmasu .....

Stabilizatoru uzdevums ir palēnināt plastmasu .....

Cietinātāju uzdevums paātrināt plastmasu .....

Krāsvielas piešķir plastmasām ..... kā arī palielina izturību pret .....

Salīdzinot ar tīriem polimēriem (piemēram, polietilēnu, polivinilhlorīdu u.c.), kuras veidotas uz šo materiālu bāzes, elektroizolācijas īpašības ir nedaudz ....., piemēram, polietilēnam elektriskā stiprība ir ....., bet plastmasām elektriskā stiprība ir robežās ..... Tas saistīts ar ..... pievienošanu polimēriem.

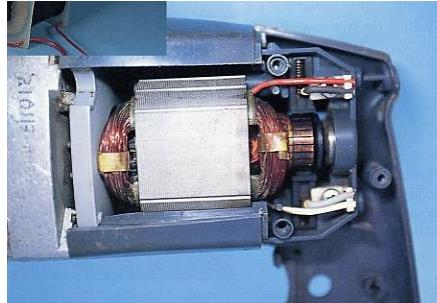
### **Atbildi uz jautājumiem**

1. Kādas ir galvenās plastmasu sastāvdaļas?
  - 1.1. ....
  - 1.2. ....
  - 1.3. ....
  - 1.4. ....
  - 1.5. ....
  - 1.6. ....
  - 1.7. ....
  - 1.8. ....
2. Kāds ir saistvielu uzdevums? .....
3. Kādas saistvielas izmanto, lai iegūtā plastmasa būtu termoplastiska?.....
4. Kāds ir pildvielu uzdevums?.....
5. Kādus materiālus izmanto par pildvielām?.....
6. Kāds ir plastifikatoru uzdevums?.....
7. Kādas plastmasu īpašības uzlabo stabilizatori?.....
8. Kādam nolūkam plastmasu izgatavošanas procesā tiek izmantoti eļļotāji?.....
9. Kādam nolūkam izmanto cietinātājus?.....
10. Kādas plastmasas īpašības uzlabo krāsvielas?.....
11. Kādās robežās ir plastmasu elektriskā stiprība Ec?.....
12. Kāpēc plastmasām salīdzinot ar tīriem polimēriem, piemēram, plastmasai, kas izgatavota uz polivinilhlorīda bāzes salīdzinājumā ar poliviniolhlorīdu ir sliktāka elektriskā stiprība?.....
13. Kādās robežās ir plastmasu termoizturība?.....
14. Kādas saistvielas un pildvielas tiek izmantotas, lai iegūtu lielāku termoizturību?.....
15. Kādas ir plastmasu priekšrocības salīdzinājumā ar citiem cietajiem organiskajiem dielektriķiem, piemēram, polivinilhlorīdu?.....
16. Kādi ir plastmasu trūkumi?.....

17. Nosauciet 5 piemērus, kur varētu izmantot plastmasas izolācijas materiālus?

- 17.1. .....
- 17.2. .....
- 17.3. .....
- 17.4. .....
- 17.5. .....

18. Kuros attēlos un kādas elektroierīču sastāvdaļas varētu tikt izgatavotas no plastmasas?



1. attēls



2. attēls



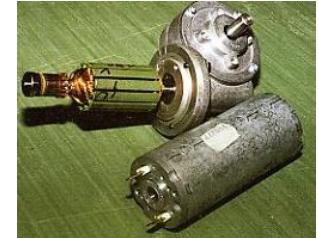
3. attēls



4. attēls



5. attēls



6. attēls

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## **2.11. Slānainie plasti**

**Izmanto grāmatu:** N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 23 nodaļa, 63.-66. lpp  
.... M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.7. nodaļa, 57.-58. lpp.

### **Ievieto tekstā iztrūkstošos vārdus**

Slānainie plasti ir materiāli, kuros pamatā ir divas sastāvdaļas - lokšņveida pildviela un saistviela. Par lokšņveida pildvielu tiek izmantots: .....  
....., ..... Par saistvielu izmanto - .....

Getiaksa pildviela ir ....., bet saistviela .....

Tekstolīta pildviela ir ....., bet saistviela .....

Stikla tekstolīta pildviela ir ....., bet saistviela .....

Tekstolīta un getinaksa krāsa ir ....., bet stikla tekstolītam .....

Getinaksa elektriskā stiprība ir ....., darba temperatūru diapazons -60 līdz 105 °C

Tekstolīta elektriskā stiprība ....., darba temperatūru diapazons -60 līdz 150 °C

Stikla tekstolīta elektriskā stiprība ....., darba temperatūru diapazons -60 līdz 200 °C

Salīdzinot ar tekstolītu un getinaku, stikla tekstolītam ir lielāka

.....un ..... Visus slānainos plastus ir viegli mehāniski apstrādāt (griezt, urbt) un tos izmanto par pamatni dažādu elektroierīču nostiprināšanai, piemēram, .....

## **2.12. Dielektriskās gumijas**

**Izmanto grāmatu:** N.Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 17 nodaļa, 43.-45. lpp

M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.8. nodaļa, 58.-59. lpp.

1. Kāda ir gumijas galvenā sastāvdaļa?

.....

2. Kādas gumijas īpašības uzlabo tās vulkanizācija? .....

3. Nosauciet, kādus izstrādājumus izgatavo no dielektriskās gumijas?

a. .....

b. .....

c. .....

d. .....

e. .....

4. Nosauciet, kādi ir gumijas kā elektroizolācijas trūkumi?

a. .....

b. .....

c. .....

5. Nosauciet, kāda ir gumijas galvenā priekšrocība salīdzinot ar citiem līdzīgiem elektroizolācijas materiāliem?

.....

6. Kādas pozitīvas īpašības ir gumijām, kas izgatavots uz sintētiskā kaučuka **butilkaučuka** bāzes?

- a. .....
- b. .....
- c. .....

7. Kādas pozitīvas īpašības ir gumijām, kas izgatavots uz sintētiskā kaučuka **hlorprēnkaučuka** bāzes, sauktas arī par nairīta gumijām?

- a. .....
- b. .....

8. Kādas pozitīvas īpašības ir gumijām, kas izgatavots uz sintētiskā kaučuka **silīcijorganiskā** kaučuka bāzes?

- a. .....
- b. .....

9. Kādās robežās ir dielektrisko gumiju elektriskā stiprība?

.....

10. Kādās robežās ir darba temperatūra gumijām, kas izgatavotas uz **dabiskā** kaučuka bāzes?.....

11. Kādās robežās ir darba temperatūra gumijām, kas izgatavotas uz **silīcijorganiskā** (sintētiskā) kaučuka bāzes?

.....

## 2.13. Lakas, emaljas, kompaundi

Izmanto grāmatu: N.Ñikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 18 nodaļa, 45.-49. lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.9. nodaļa, 59.-61. lpp.

1. Nosauciet, kādas ir elektroizolācijas **laku** galvenās sastāvdaļas un dažus to piemērus?

a. (sastāvdaļa 1 ) - ..... , piemēram:

- i. .....
- ii. .....

b. (sastāvdaļa 2 ) - ..... , piemēram:

- i. .....
- ii. .....

2. Kādās grupās iedalās lakanas pēc nozīmes un veicamajām funkcijām?

- a. .....
- b. .....
- c. .....

3. Paskaidrojiet, ar ko atšķiras elektroizolācijas emaljas no lakanām?

.....

.....

4. Paskaidrojiet, ar ko atšķiras elektroizolācijas kompaundi no lakanām?

.....

5. Uz kādu sveķu bāzes izgatavotajiem kompaundiem ir ļoti mazs tilpuma rukums sacietējot 0,5-1,5% (pārējiem 5-8%)?

- .....  
6. Uz kādu sveķu bāzes izgatavotajiem kompaundiem ir augsta pieļaujamā darba temperatūra +200°C (pārējiem līdz +110 °C)?

- .....  
7. Atzīmējet ar „+” zīmi, kuram materiālam vai materiāliem atbilst dotais raksturojums

	Lakas	Emalja s	Kompaun di
Iegūts izšķīdinot sveķus šķīdinātājā			
Iegūts šķīdinātājā izšķīdinātiem sveķiem pievienojot krāsvielas.			
Žāvēšanas procesā veidojas caurejošas poras			
Lietot elektromašīnu tinumu piesūcināšanai, lai sacementētu tinuma atsevišķos vijumus.			
Lieto jau piesūcinātu tinumu pārklāšanai, lai paaugstinātu mitrumizturību			
Lieto dažādu elektroizolācijas materiālu salīmēšanai			
Lieto elektromašīnu tinumu piesūcināšanai, lai sacementētu tinuma atsevišķos vijumus un reizē arī pasargātu no mitruma			
Lieto tukšumu (brīvo telpu) aizliešanai dažādu elektroierīču , piemēram, droseļu, korpusos			
Lai palielinātu mehānisko izturību, pamatsastāvam pievieno pildvielas (kvarca putekļus u.c.)			

## 2.14. Papīri un kartoni

**Izmanto grāmatu:** N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 20 nodaļa, 52.-57. lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.10. nodaļa, 61.-64. lpp.

### Ievieto tekstā iztrūkstošos vārdus.

Par izejviela elektroizolācijas papīru un kartonu izgatavošanai izmanto ..... , to izgatavo no ..... koksnes.

Lai papīrs būtu pēc iespējas izturīgāks un ar labākām elektroizolācijas īpašībām, ļoti svarīgi no celulozes atdalīt .....

Lai koksni pārvērstu celulozē, to sasmalcina un vāra skābā vai sārmainā vidē, ..... temperatūrā, ..... spiedienā.

Pēc vāršanas iegūto celulozi samaļ. Veicot trekno malšanu, iegūst celulozes šķiedras, kuras ..... un to kapilāri ..... Veicot lieso malšanu, iegūst celulozes šķiedras, kuras ..... un to kapilāri .....

No treknā maluma celulozes izgatavotais papīrs ir .....

No liesā maluma celulozes izgatavotais papīrs ir .....

Izgatavo dažādu tipu elektroizolācijas papīrus.

**Kabeļpapīru** izgatavo no ..... maluma celulozes, jo tam jābūt ..... īpašībām. Piesūcinot kabeļpapīru ar ..... eļļu, iegūst gandrīz ..... reizes lielāku elektrisko stiprību salīdzinājumā ar nepiesūcinātu kabeļpapīru, sasniedzot ..... kV/mm. To izmanto ..... spēka kabeļiem, kuru spriegums sasniedz .....

**Kondesatorpapīra** izgatavošanai lieto ..... maluma celulozi. Nepiesūcināta kondesatorpapīra elektriskā stiprība ir ..... kV/mm, bet piesūcinot to ar ..... iegūst elektrisko stiprību ..... kV/mm, kas ir gandrīz ..... reizes vairāk nekā piesūcinātam kabeļpapīram. Kondesatorpapīru izmanto kondensatora plātnu .....

**Uztinamo papīru lieto .....**

**Piesūcināmais papīrs** paredzēts ..... izgatavošanai. un tam izmanto ..... maluma celulozi.

**Elektroizolācijas kartonu** izgatavo no celulozes šķiedras un ..... maisījuma. Elektroizolācijas kartonu izmanto .....

Uztinamā papīra lielākais biezums ir ..... mm

Kabeļpapīra lielākais biezums ir ..... mm

Elektroizolācijas kartona biezums ir robežās no ..... mm līdz ..... mm.

## 2.15. Vizlas materiāli

**Izmanto grāmatu:** N. Nīkulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 24. nodaļa, 66.-71.lpp  
M. Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.11. nodaļa, 64-66. lpp

1. Pie kādas dielektriķu grupas pieder vizlas materiāli?

.....

2. Kāpēc, no dabā atrodamās plašās vizlas materiālu grupas, elektrotehnikā izmanto tikai muskovītu un flogopītu?

.....

3. Ir radīta arī sintētiskā vizla. Kāds ir tās nosaukums? .....

4. Aizpildi tabulu

Raksturlielumi	Muskovīts	Flogopīts	Sintētiskā vizla
Elektriskā stiprība			
Termoizturība			
Kušanas temperatūra			
Udensabsorbējamība			
Ķīmiskā noturība (reagē vai nereagē ar skābēm un sārmiem)			
Kur izmanto?			

5. Kuram no vizlas paveidiem ir vislielākā elektriskā stiprība? .....
6. Kurš no vizlas paveidiem ir ar vislielākā termozturību? .....
7. Kurš no vizlas paveidiem ir ar vislielākā ķīmiskā noturību? .....
8. Kuram no vizlas paveidiem ir ar vislielākā nodilumizturību? .....
9. Kas notiek ar vizlu, ja tiek pārsniegta termoizturības robeža?  
.....
  
10. Vai vizlas materiāli ir spējīgi uzsūkt mitrumu? .....
11. Salīmējot vizlas plāksnītes ar līmejošajiem sveķiem iegūst materiālu, kura nosaukums ir  
.....
  
12. Pārstrādājot vizlu rodas 90% atbirumu. Salīmējot attīrītās atbiras iegūst materiālu, kuru  
sauc par .....
13. Lai no atbirām iegūtais izolācijas materiāls būtu ar lielāku mehānisko izturību, to uzklāj uz  
papīra. Šādu materiālu sauc par .....
14. Kuros attēlos un kādas elektroierīču sastāvdaļas ir izgatavotas no vizlas materiāliem?  
.....
  
15. Kurās no nosauktajām elektroierīču sastāvdaļas varētu tikt izmantots:
  - a. muskovīts ..... Kāpēc? .....
  - b. flogopīts ..... Kāpēc? .....
  - c. Sintētiskā vizla ..... Kāpēc? .....

## 2.16. Elektrokeramiskie materiāli

**Izmanto grāmatu:** N. Nīkulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 26. nodaļa, 72.-78.lpp  
 M. Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.14. nodaļa, 68-69. lpp

1. Pie kādas dielektriķu grupas pieder elektrokeramiskie materiāli?  
.....
2. Kā sauc divus elektroiekārtās visbiežāk izmantojamos elektrokeramiskos izolācijas  
materiālus?  
.....
3. Kāds ir elektrotehniskā porcelāna sastāvs?  
.....
4. Elektrotehniskā porcelāna izstrādājumi tiek pārklāti ar glazūru. Kādas izolatora  
īpašības tā uzlabo?  
.....
5. Cik liela ir elektrotehniskā porcelāna elektriskā stiprība? .....
6. Nosauciet steatīta izejvielas.  
.....
7. Cik liela ir steatīta elektriskā stiprība? .....
8. Cik liela ir steatīta termoizturība? .....

9. Salīdziniet, kurš elektrokeramiskais materiāls ir pārāks, atzīmējot to ar „+” zīmi.

Raksturlielumi	Elektrotehniskais porcelāns	Steatīts
Elektriskā stiprība		
Termoizturība		
Stiprība stiepē		
Stiprība liecē		
Triecienstigrība		
Īpatnējā tilpuma pretestība		
Cena		

10. Nosauciet, kas elektrotehnikā tiek izgatavots no:

- a. porcelāna - .....
- b. steatīta - .....

11. Kurā attēlā varētu būt izmantots:

- a. porcelāns .....
- b. steatīts .....

1. attēls



2. attēls



3 attēls



4. attēls



## 2.17. Stikli

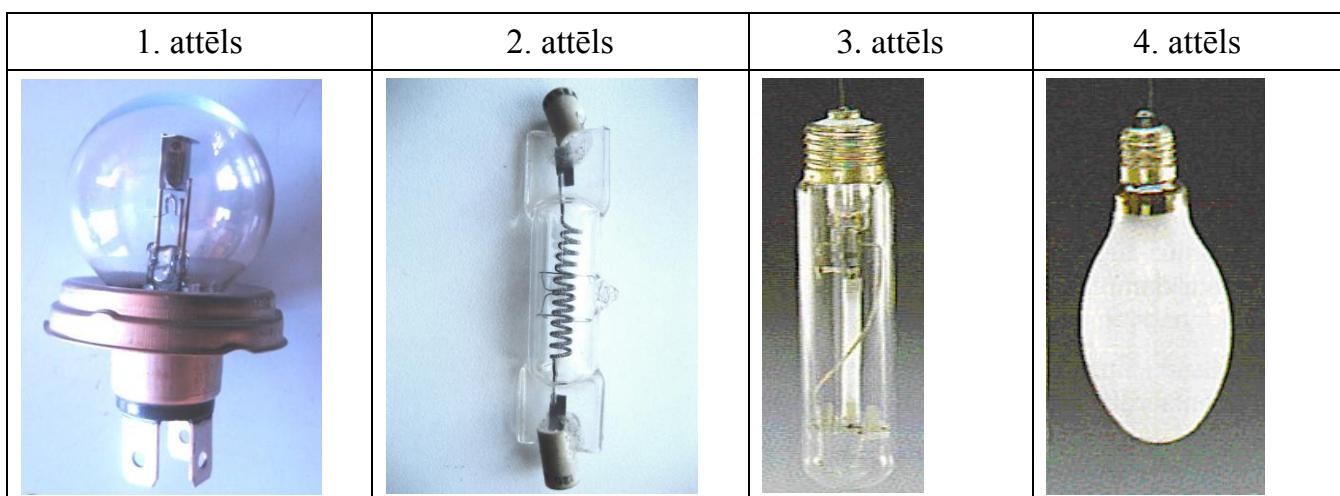
**Izmanto grāmatu:** N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 27. nodaļa, 78.-80.lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 4.3.13. nodaļa, 67-68. lpp

1. Pie kādas dielektriķu grupas pieder stikli? .....
2. Nosauciet stikla galveno izejvielu. .....
3. Pēc izejvielu sastāva stiklus iedala kvarca stiklos, un silikātstiklos. Kāda ir silikātstikla sastāva būtiskākā atšķirība?  
.....
4. Cik augsta temperatūra nepieciešama, lai varētu izkausēt kvarca smiltis? .....

5. Cik augsta temperatūra nepieciešama, lai varētu izkausēt silikātstiklu šihtu? .....  
 6. Salīdziniet, kurš stikls ir pārāks, atzīmējot to ar „+” zīmi.

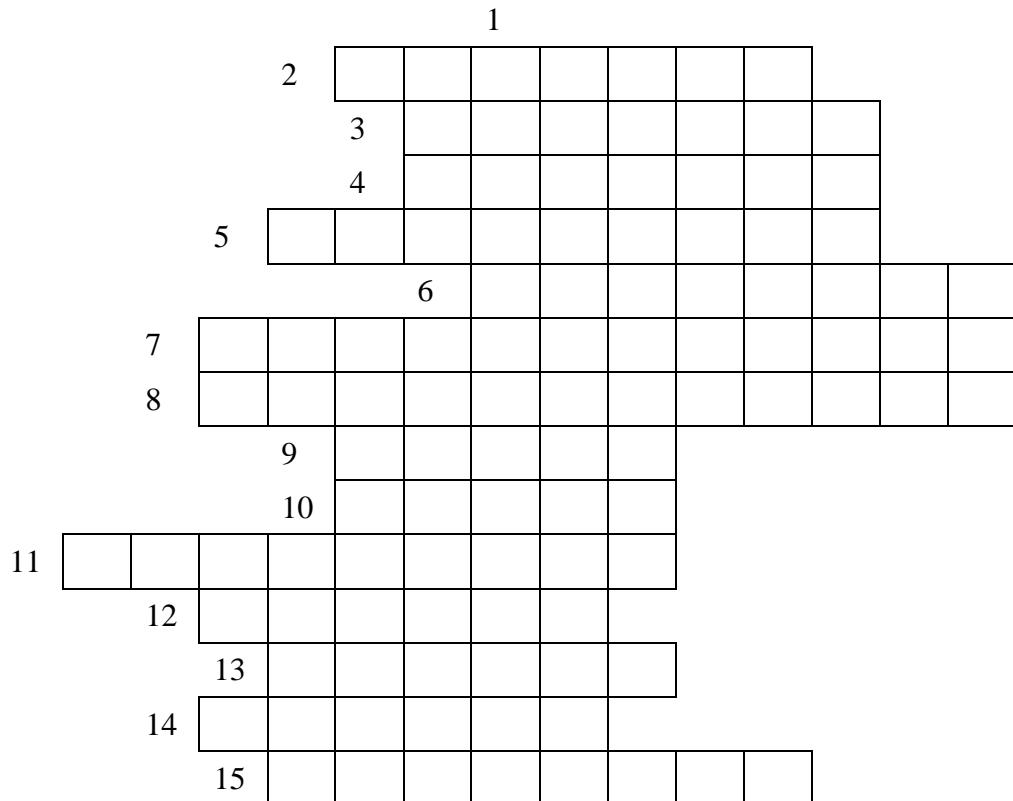
Raksturlielumi	Kvarca stikls	Silikātstikls
Elektriskā stiprība		
Termoizturība		
Cena		

7. Nosauciet, kas elektrotehnikā tiek izgatavots no:  
 a. kvarca stikla- .....  
 b. silikātstikla - .....
8. Kvarca stikls tiek izmantots lokizlādes spuldžu kolbu izgatavošanai. Kādas kvarca stikla īpašības nosaka tā izmantošanas iespējas šajās elektroierīcēs?  
 .....
9. Kurā attēlā varētu būt izmantots:  
 a. kvarca stikls .....  
 b. silikātstikls .....



## 2.18. Kopsavilkums

### Atrisini krustvārdu mīklu



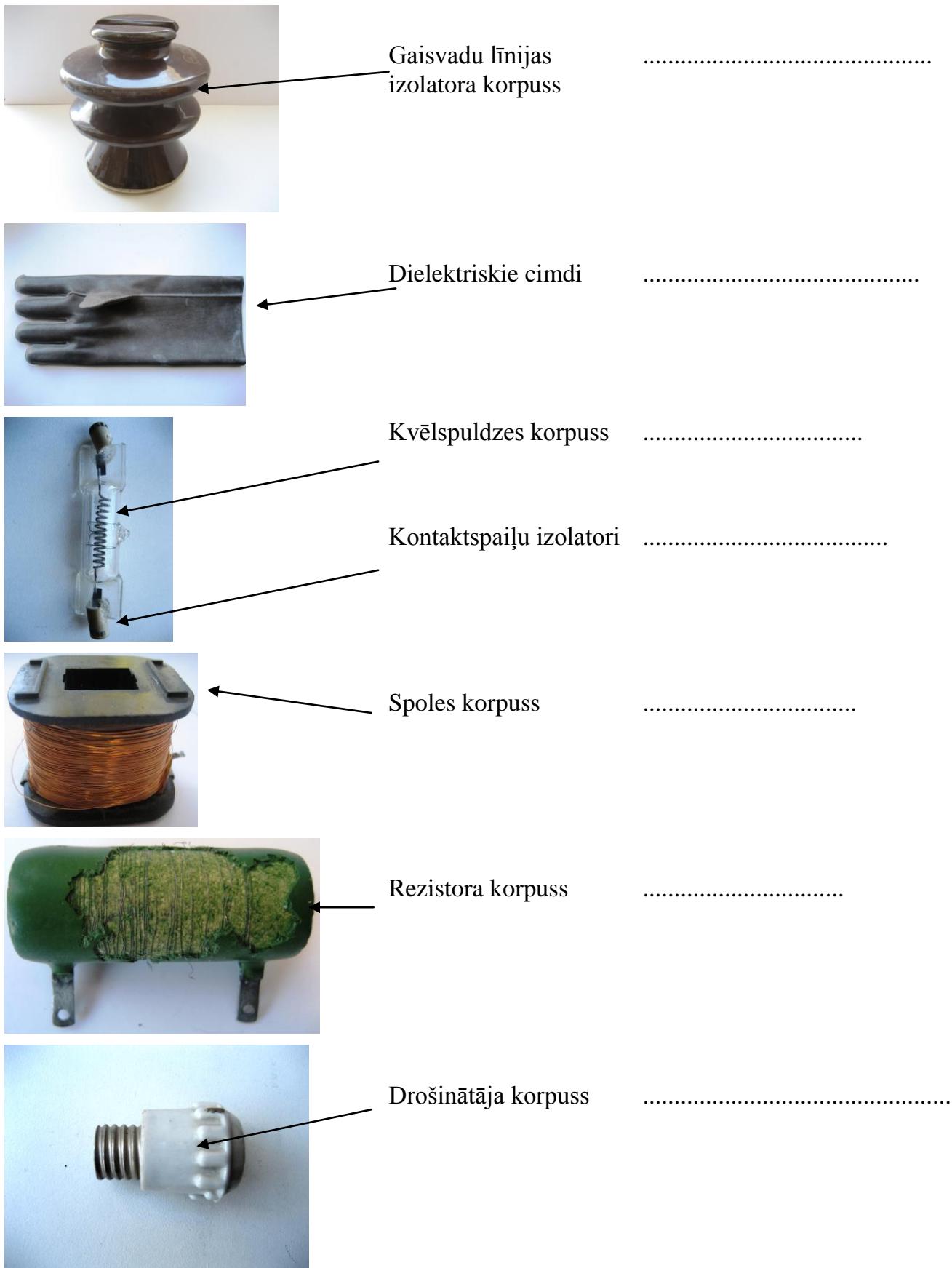
#### **Vertikāli**

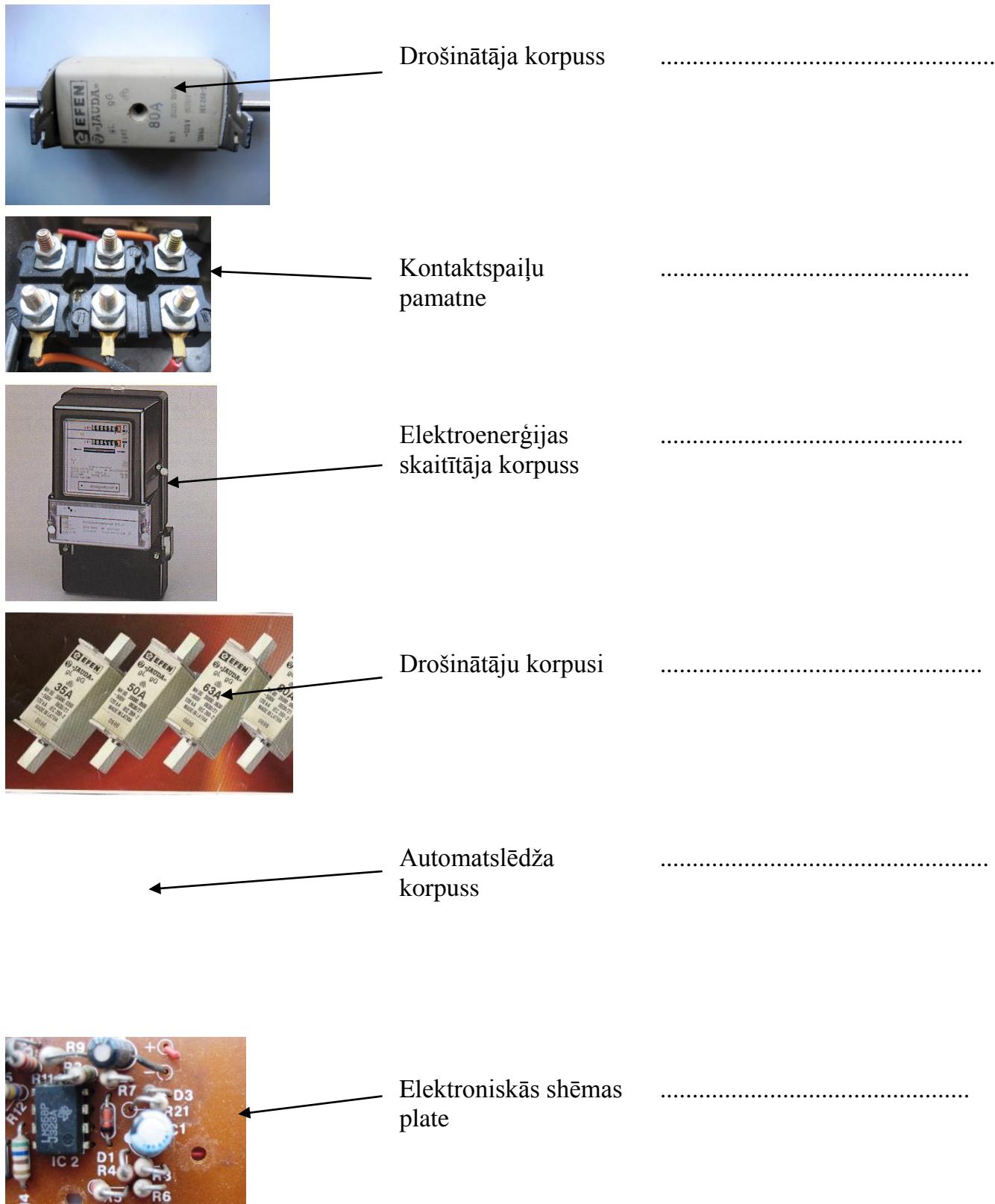
1. Ķīmisks process, kurā monomēra molekulas savienojas lielās lielmolekulāra savienojuma molekulās.

#### **Horizontāli**

2. Polikondensācijas dielektriķis, kuru lieto kā pamatni lakaudumiem.
3. Viena no sintētiskajām eļļām.
4. Gāzveida dielektriķis, kura elektriskā stiprība 7,2kV/mm.
5. Slāņainaids plasts, kuru izgatavo piesūcinot papīra loksnes ar bakelītlakām.
6. Lokšņu materiāls, kuru izgatavo salīmējot šķeltās vizlas plāksnītes.
7. Balts, puscauruspīdīgs polimerizācijas dielektriķis, kas aptaustot šķiet taukains, lieto vadu izolācijai.
8. Polimerizācijas dielektriķis, kuram raksturīga sevišķi augsta termoizturība, 250°C
9. Dažādu gāzu sajaukuma gāzveida dielektriķis.
10. Dabā atrodams minerāls ar augstu termoizturību
11. Cietais neorganiskais dielektriķis, no kura izgatavo elektropārvades līniju izolatorus.
12. Stikla šķirne ar augstu termoizturību.
13. Dielektriķis, kuru izgatavo no kaučuka.
14. Dielektriķis, kuru iegūst lakām pievienojot krāsvielas, izmanto vadu izolācijai.
15. Elektrokeramiskais materiāls ar labākiem mehāniskajiem un elektrotehniskajiem raksturlielumiem nekā elektrotehniskajam porcelānam.

**No kāda dielektriskā materiāla varētu būt izgatavota ar bultiņu atzīmētā elektroierīces daļa?**





### 3. Vadu un kabeļu izstrādājumi

**Izmanto grāmatu:** N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 35., 36.,37. nodaļa, 96.-102.lpp

M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 6.4. nodaļa, 95.-98. lpp

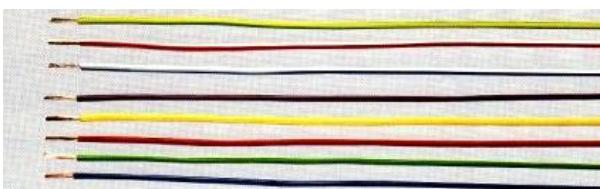
1. Iepazīsties ar vadu un kabeļu produktu kataloga piedāvājumu klāstu. Kādās galvenajās grupās tiek iedalīti visi izstrādājumi.
- 
- 

2. Nosauciet trīs populārākos vadu un kabeļu izolācijas materiālus
- 

3. Kur izmantu tinumu vadus?



4. Kādām vajadzībām tiek lietoti montāžas vadi?
- 



5. Kādām vajadzībām tiek lietoti kabeļi?
- 



6. Ko nepieciešams izmainīt kabeļa konstrukcijā, ja ir nepieciešams izgatavot kabeli lielākam spriegumam?
- 

7. Ko nepieciešamas izmainīt, ja ir nepieciešams kabelis lielākas strāvas pārvadīšanai?
- 

8. Kabeļa apvalka galvenais uzdevums ir aizsargāt strāvu vadošās dzīslas pamatizolāciju no
- 

9. Kabeļa bruņas galvenais uzdevums aizsargāt kabeļa apvalku no

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

10. Nosvītrojiet, kurš vada šķērsgriezums neatbilst standartam?

$2,5\text{mm}^2$ ,  $4\text{ mm}^2$ ,  $6\text{ mm}^2$ ,  $8\text{ mm}^2$ ,  $10\text{ mm}^2$ ,  $15\text{ mm}^2$ ,  $25\text{ mm}^2$ ,  $35\text{ mm}^2$ ,  $50\text{ mm}^2$ ,  $75\text{ mm}^2$ ,  $95\text{ mm}^2$ ,  $100\text{ mm}^2$ ,  $120\text{ mm}^2$ ,  $150\text{ mm}^2$ ,  $180\text{ mm}^2$ ,  $240\text{ mm}^2$

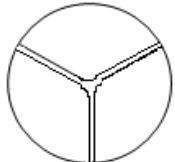
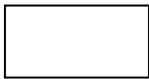
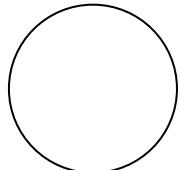
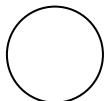
11. Strāvu vadošās dzīslas diametrs 8mm. Nosakiet tās šķērsgriezumu.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

12. Strāvu vadošās dzīslas šķērsgriezums  $25\text{mm}^2$ . Nosakiet tās diametru.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

13. Aprēķini laukumu tālāk dotajiem dažādu formu strāvu vadošo dzīslu šķērsgriezumiem (geometriskos izmērus nosaki ar lineālu):



14. Aprēķiniet un ierakstiet tabulā iztrūkstošos lielumus strāvu vadošajai dzīslai.

Diametrs (mm)		2,8	8,0		4,5	
Šķērsgriezums (mm <sup>2</sup> )	16			35		150

15. Uz saivas uztīts 2km garš alumīnija kailvads, kura šķērsgriezums  $120\text{mm}^2$ . Nosakiet tā masu, ja zināms, ka alumīnija blīvums  $657\text{kg/m}^3$

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

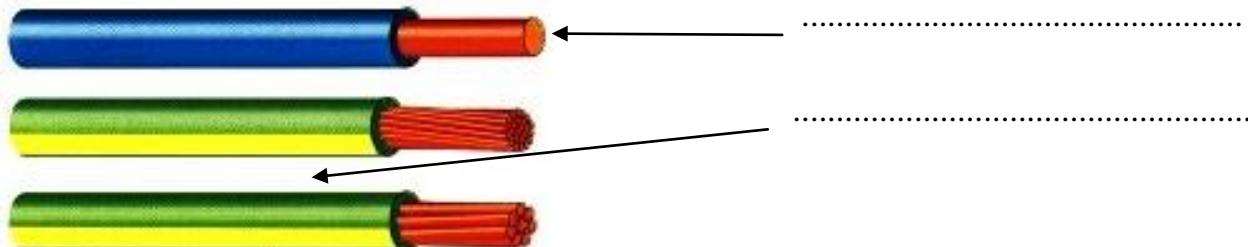
16. Uz transformatora serdes uztīts vads ar taisnstūrveida formas šķērsgriezumu, kura malu garumi attiecīgi 2mm un 6mm. Nosverot spoli tika noteikts, ka tā masa ir 100kg. Nosakiet uz spoles uztītā vada garumu.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

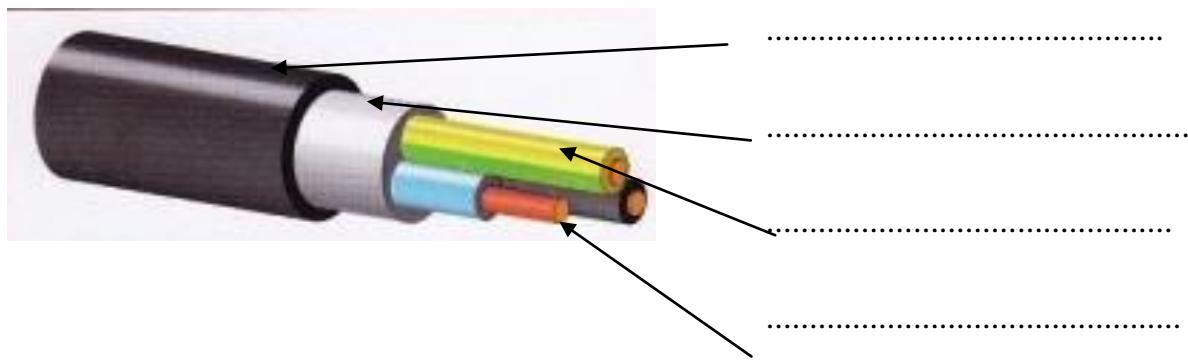
17. Vara īpatnējā elektriskā pretestība  $0,017 \left( \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$ . Cik liela pretestība būs no vara izgatavotam vadam, kura garums 10 m, bet šķērsgriezums  $4 \text{ mm}^2$ ? Parādiet aprēķinu.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

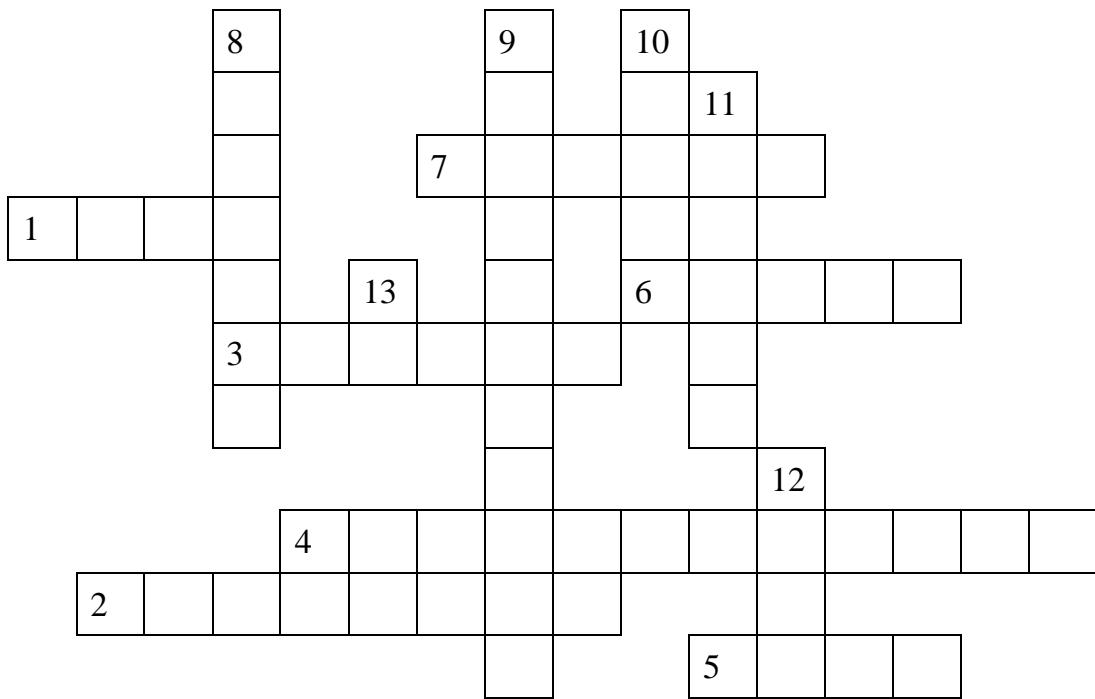
18. Nosauciet vada sastāvdaļas



19. Nosauciet visas kabeļa sastāvdaļas



Atrisini krustvārdu mīklu



### Horizontāli

1. Materiāls ar ko piesūcina kabeļu papīru elektriskās stiprības uzlabošanai.
2. Process, kas skābekļa iedarbībā sagrauj dzelzi
3. Elektriskās strāvas pārvadīšanai izmanto .....
4. Viens no vadu izolācijas materiāliem.
5. Strāvu vadošās dzīslas materiāls.
6. Alumīnija ķīmiskais apzīmējums
7. No vara vadiem izgatavota elektrisko mašīnu sastāvdaļa

### Vertikāli

8. Slānis virs kabeļa pamatizolācijas.
9. Pārklāt ar izolējošu materiālu.
10. Kabeļa slānis, kas aizsargā pret mehānisku iedarbību
11. Izolācija, ar kuru pārklāj tinumu vadus
12. Metāls, ar kuru pārklāj vara montāžas vadus
13. Svina ķīmiskais apzīmējums

20. Tālāk dotajām kabeļu markām nosaki:

20.1. AMKA 1x6+25

20.1.1. Fāzu strāvu vadošās dzīslas materiāls ....., skaits....., šķērsgriezums .....

20.1.2. Nulles vada materiāls ....., skaits....., šķērsgriezums .....

20.2. MCCMK 3x2,5/2,5

20.2.1. Fāzu strāvu vadošās dzīslas materiāls ....., skaits ....., šķērsgriezums .....

20.2.2. Nulles vada materiāls ....., skaits....., šķērsgriezums .....

20.3. AMCMK4x35A/16Cu

20.3.1. Fāzu strāvu vadošās dzīslas materiāls ....., skaits ....., šķērsgriezums .....

20.3.2. Nulles vada materiāls ....., skaits ....., šķērsgriezums .....

20.4. AXMK 1x300

20.4.1. Fāzu strāvu vadošās dzīslas materiāls ....., skaits ....., šķērsgriezums .....

20.4.2. Nulles vada materiāls ....., skaits ....., šķērsgriezums .....

21. Pēc firmas kataloga nosaki kabeļa:

## Katalogs

## 4. Magnētiskie materiāli

### 4.1. Magnētisko materiālu raksturlielumi.

**Izmanto grāmatu:** N. Ņikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 40. nodaļa, 116.-119.lpp  
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 6.1, 6.2. nodaļa, 85-88. lpp

1. Kādus materiālus sauc par magnētiskiem materiāliem?

- .....  
2. Kādi metāli spēj magnetizēties ārējā magnētiskā lauka ietekmē?

- .....  
3. Ko raksturo magnētiskā permeabilitāte?

- .....  
4. Ar kādu burtu elektrotehnikā tiek apzīmēta magnētiskā permeabilitāte un vai tai ir mērvienība?

- .....  
5. Vai magnetizēšanās spēja (magnētiskā permeabilitāte) ir nemainīgs lielums katram konkrētam materiālam?

- .....  
6. Pēc 8. zīmējuma grafika nosakiet:

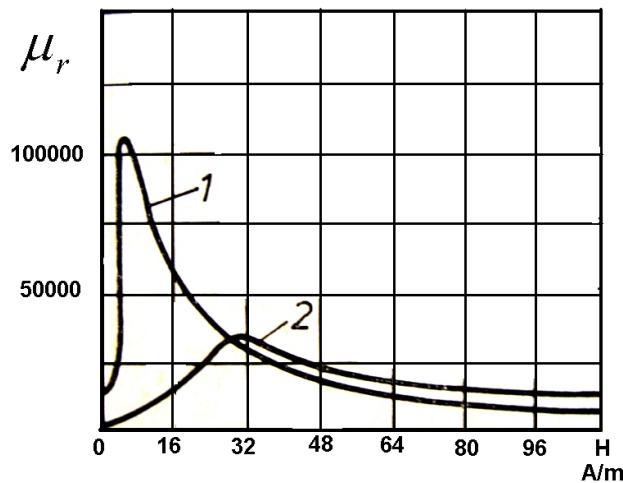
6.1. sākotnējo un maksimālo magnētisko permeabilitāti permalojam. ....

6.2. sākotnējo un maksimālo magnētisko permeabilitāti dzelzim. ....

6.3. pie kādas magnētiskā lauka intensitātes magnētiskā permeabilitāte sasniedz maksimumu permalojam? ....

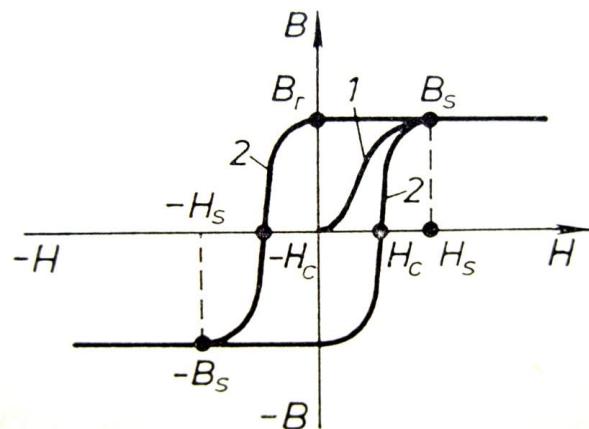
6.4. pie kādas magnētiskā lauka intensitātes magnētiskā permeabilitāte sasniedz maksimumu dzelzim? ....

6.5. kuram no materiāliem ir lielākas magnētiskās permeabilitātes svārstības?....



8. zīmējums

7. Dotajā histerēzes cilpas grafikā nosakiet:
- 7.1. kā tiek apzīmēta piesātinājuma indukcija? .....
  - 7.2. kā tiek apzīmēta paliekošā magnētiskā indukcija? .....
  - 7.3. kā tiek apzīmēts koercitīvais spēks? .....
  - 7.4. kādai magnētisko materiālu grupai atbilst šī histerēzes cilpa? (magnētiski mīkstajiem vai magnētiski cietajiem materiāliem)
- .....



9. zīmējums

8. Uzzīmējiet histerēzes cilpu magnētiskajam materiālam, kuram ir sekojoši raksturlielumi: piesātinājuma indukcija 1T tiek sasniegta pie magnētiskā lauka intensitātes 15A/m, paliekošā magnētiskā indukcija 0.9T, koercitīvais spēks 10A/m

9. Atzīmējiet ar „+”, kurš apgalvojums ir pareizs.

Nr. p.k.	Apgalvojums	Jā	Ne
1.	Materiālam ar lielāku magnētisko permeabilitāti magnetizēšanās spēja ir lielāka.		
2.	Materiāla magnetizēšanās spēja ir atkarīga no tā ģeometriskajiem izmēriem.		
3.	Materiāla magnetizēšanās spēja ir atkarīga no tā kīmiskā sastāva.		
4.	Materiāla magnetizēšanās spēja ir atkarīga no temperatūras.		
5.	Materiāla magnetizēšanās spēja ir atkarīga no ārējā magnētiskā lauka intensitātes.		
6.	Materiāla magnetizēšanās spēja ir atkarīga no tā, cik liels mehāniskā spiediena spēks iedarbojas uz materiālu.		
7.	Piesātinājuma indukcija vienmēr būs lielāka par paliekošo magnētisko indukciju.		
8.	Magnētiskais materiāls ir kvalitatīvāks, ja piesātinājuma indukcija ir lielāka.		
9.	Koercitīvais spēks ir magnētiskā lauka intensitāte, pie kuras magnētiskais materiāls sasniedz piesātinājumu.		

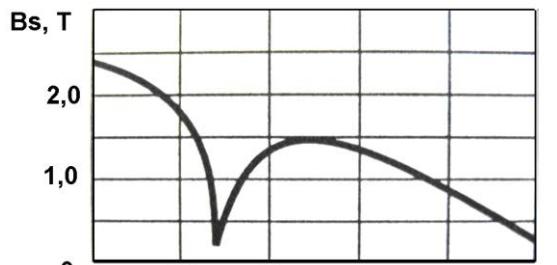
## 4.2. Magnētiski mīkstie materiāli.

**Izmanto grāmatu:** N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 41. nodaļa, 119.-123.lpp  
 .... M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 6.3. nodaļa, 88.-95. lpp

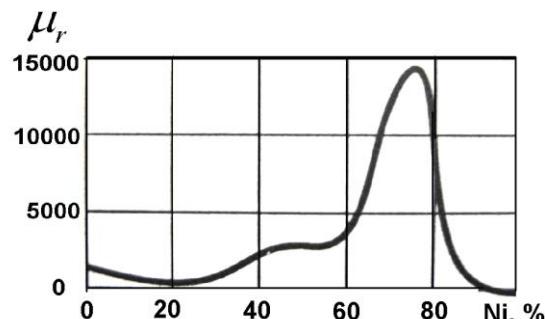
1. Aizpildiet tabulu, ierakstot procentuālo attiecīgā izejmateriāla daudzumu.

Magnētiski mīkstā materiāla nosaukums	Fe	Ni	Co	Si	C	Al
Elektrotehniskais silīcija tērauds						
Permalojs						
Alsifers						

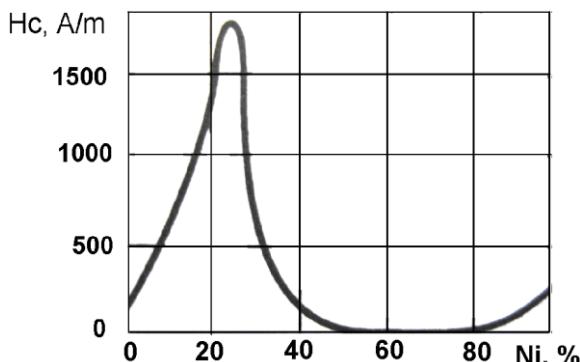
2. Pēc dotajiem grafikiem nosakiet, kāds būtu vēlamais niķela īpatsvars permalojā, lai sasniegtu :
- 2.1. maksimālo piesātinājuma indukciju .....
  - 2.2. maksimālo magnētisko permeabilitāti .....
  - 2.3. vismazāko koercīvo spēku .....



10. zīmējums

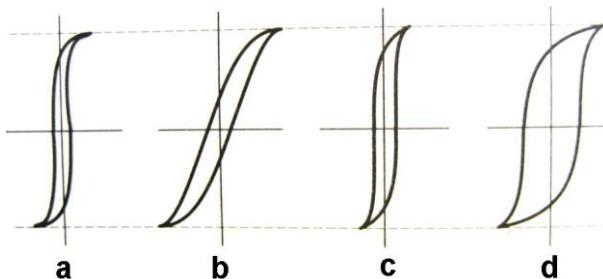


11. zīmējums



12. zīmējums

3. Kuras histerēzes cilpas atbilst magnētiski mīkstajam materiālam. ....



13. zīmējums

4. Lai ierobežotu virpuļstrāvas elektrisko mašīnu serdes izgatavo no savstarpēji izolētām, piemēram, elektrotehniskā tērauda, plāksnēm. Izgatavojot serdes no ferīta, tas nav nepieciešams. Kāda elektriskā īpašība ferītam ir atšķirīga, kas ļauj serdes izgatavot monolītas, neuztraucoties par virpuļstrāvu zudumiem?
- .....

5. Atzīmējiet ar „+”, kurš apgalvojums par magnētiski mīkstajiem materiāliem ir pareizs.

Nr. p.k.	Apgalvojums	Jā	Ne
1.	Tiem ir raksturīgas lielas koercitīvā spēka $H_c$ vērtības.		
2.	Tiem ir raksturīgas liela paliekošā indukcija $B_r$ .		
3.	Tiem ir raksturīga plata histerēzes cilpa.		
4.	No tiem izgatavo elektrodzinēju serdes.		
5.	No tiem izgatavo transformatoru serdes.		
6.	No tiem izgatavo kompasadatas.		
7.	No tiem izgatavo patstāvīgos magnētus		
8.	No tiem izgatavo elektromagnētu serdes.		

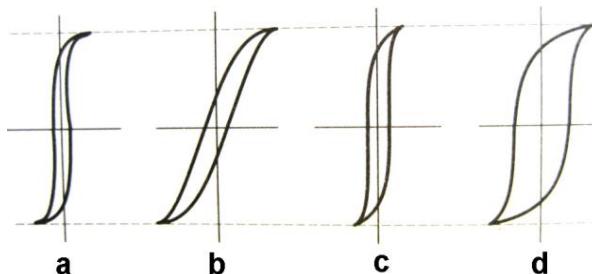
### 4.3. Magnētiski cietie materiāli

Izmanto grāmatu: N.Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 43., 44. nodaļa, 123.-128.lpp M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 6.4. nodaļa, 95.-98. lpp

1. Aizpildiet tabulu, ierakstot procentuālo attiecīgā izejmateriāla daudzumu.

Magnētiski mīkstā materiāla nosaukums	Fe	Cr	W	Co	Mo	C
Legētais martensīta hromtērauds						
Legētais martensīta volframtērauds						
Legētais martensīta kobalta tērauds						

2. Kuras histerēzes cilpas atbilst magnētiski mīkstajam materiālam. ....



14. zīmējums

3. Atzīmējiet ar „+”, kurš apgalvojums par magnētiski mīkstajiem materiāliem ir pareizs.

Nr. p.k.	Apgalvojums	Jā	Ne
1.	Tiem ir raksturīgas lielas koercitīvā spēka Hc vērtības.		
2.	Tiem ir raksturīgas liela paliekošā indukcija Br.		
3.	Tiem ir raksturīga plata histerēzes cilpa.		
4.	No tiem izgatavo elektrodzinēju serdes.		
5.	No tiem izgatavo transformatoru serdes.		
6.	No tiem izgatavo kompasadatas.		
7.	No tiem izgatavo patstāvīgos magnētus		
8.	No tiem izgatavo elektromagnētu serdes.		

4. Atzīmējiet ar „+”, kuram magnētiski cietajam materiālam atbilst minētais raksturojums.

	Leģētie martensīta tēraudi	Fe-Ni-Al sakausējumi	Nekaļamie metālkeramiskie materiāli	Ferrīti
Izgatavo ar karstās kalšanas metodi				
Samērā slikti magnētiskie raksturlielumi				
Cieti un trausli, var apstrādāt vienīgi slīpējot				
Izgatavo no metālu pulveriem saķepinot augstā temperatūrā.				
Pamatsastāvs ir dzelzs				
Pamatsastāvs ir dzelzs oksīds $\text{Fe}_2\text{O}_3$				
Krāsa melna				

5. Tālāk nosauktos magnētiskos materiālus ierakstiet pareizajās apakšgrupas:

- leģētie martensīta tēraudi (volframtērauds, kobalta tērauds),
- elektrotehniskie silīcija tēraudi,
- dzelzs-niķeļa –alumīnija sakausējumi,
- ferīti,
- permaloji,
- alsiferi,
- nekaļamie metālkeramiskie materiāli.

Magnētiski mīkstie materiāli

Magnētiski cietie materiāli

.....

.....

.....

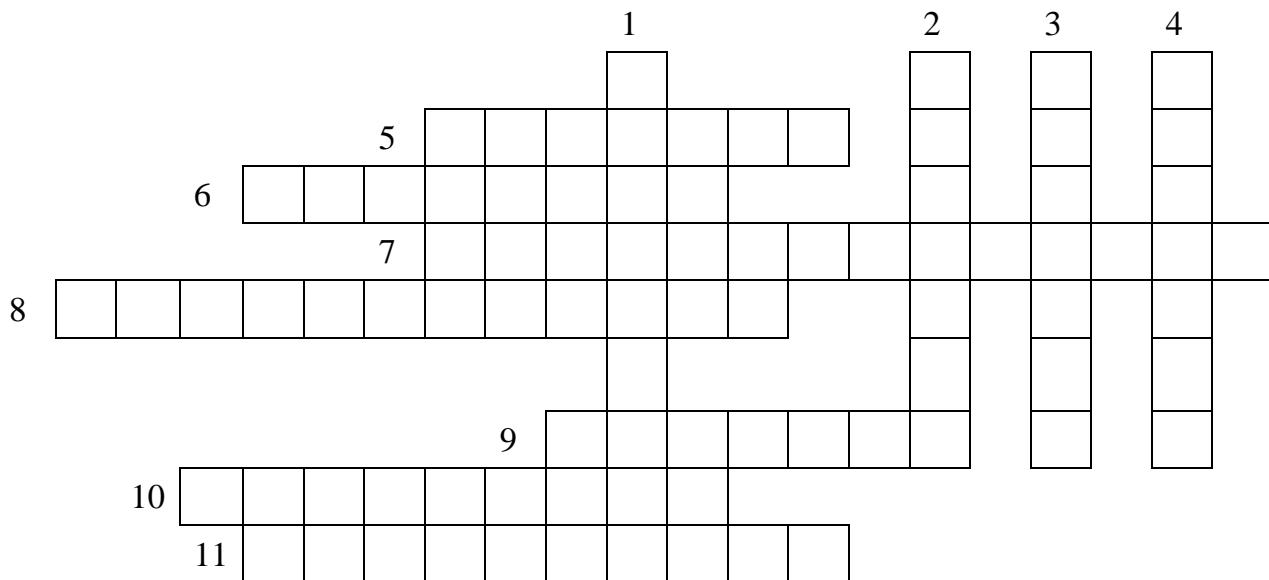
.....

.....

.....

## 4.4. Kopsavilkums

### Atrisini krustvārdu mīklu



### Vertikāli

1. Magnētiski mīkstais materiāls.
2. Viens no trijiem feromagnētiskajiem materiāliem.
3. Magnētiskais materiāls, kuru izgatavo saķepinot metālu oksīdu pulverveida maisījumu
4. Magnētiski ..... materiāls.

### Horizontāli

5. Viens no trijiem feromagnētiskajiem materiāliem.
6. Sakausējums, kas pieder pie magnētiski mīksto materiālu grupas.
7. Raksturielums, ar kuru raksturo magnetizēšanās spēju.
8. Magnētiskā lauka intensitātes spēks, kurš nepieciešams lai atmagnetizētu paraugu.
9. Viens no trijiem feromagnētiskajiem materiāliem.
10. Ar apzīmējumu  $Br$  histerēzes cilpas grafikā tiek apzīmēta paliekošā magnētiskā .....  
.....
11. Leģētais ..... tērauds

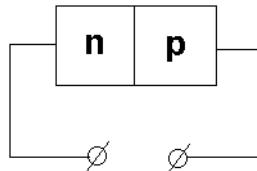
## 5. Pusvadītāji materiāli

**Izmanto grāmatu:** N. Nikulins „Elektrotehnisko materiālu mācība”, 38. nodaļa, 103.-115..lpp

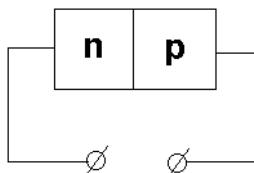
M.Dobelis „Elektrotehniskie materiāli”, 5.1.. nodaļa, 72-84. lpp

1. Pabeidziet teikumu.
  - 1.1. Pēc īpatnējās elektriskās pretestības pusvadītāji ieņem starpstāvokli starp .....

- 1.2. palielinoties temperatūrai pusvadītāju pretestība .....
- 1.3. pusvadītāju aptumšojot tā pretestība .....
- 1.4. iedarbojoties uz pusvadītāju ar elektrisko vai magnētisko lauku tā pretestība .....
2. Pasvītro, kuri no tālāk minētajiem materiāliem pieder pie vienkāršajiem pusvadītājiem: dzelzs, niķelis germānijs, telūrs, kālijs, silīcijs, selēns, bors, hēlijs, ogleklis, sudrabs, fosfors, sērs, antimons, arsēns, slāpeklis, jods, skābeklis, ūdeņradis, svins.
3. Pasvītro, kuri no tālāk minētajiem ķīmiskajiem savienojumiem pieder pie pusvadītājiem: CuCl, CO<sub>2</sub>, KOH, AgBr, H<sub>2</sub>O, NiO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl.
4. Kādus pusvadītājus sauc par n tipa pusvadītājiem?  
.....
5. Kādus pusvadītājus sauc par p tipa pusvadītājiem?  
.....
6. Barošanas avotam iezīmē polaritāti (+ un -) tā, lai p-n pāreja tiktu ieslēgta sprostvirzienā.



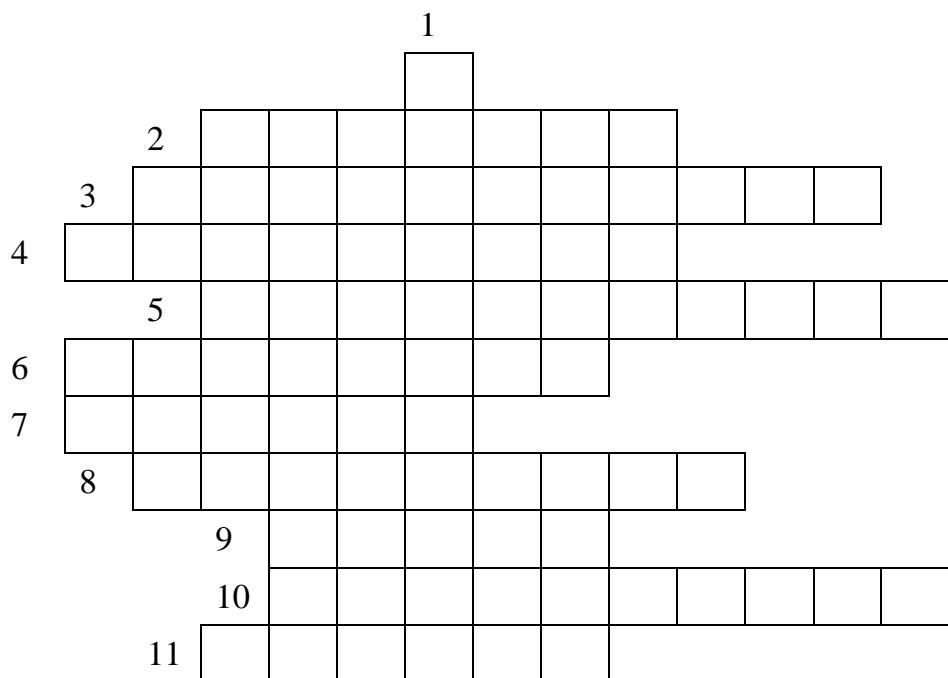
7. Barošanas avotam iezīmē polaritāti (+ un -) tā, lai p-n pāreja tiktu ieslēgta vadāmība virzienā



8. Aizpildi tabulu.

Pusvadītājs	Ķīmiskais apzīmējums	Saturs zemes garozā	Bīvums kg/m <sup>3</sup>	Kušanas temperatūra C <sup>0</sup>	Īpatnējā pretestība	Darba temperatūra C <sup>0</sup>	Pielietojums
Germānijs							
Silīcijs							
Selēns							
Telūrs							
Silīcija karbīts							

## Atrisini krustvārdu mīklu.



### Vertikāli

1. No pusvadītāju materiāliem izgatavota ierīce, kuru var izmantot elektrisko signālu pastiprināšanai..

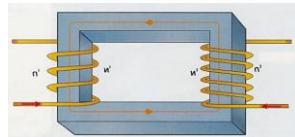
### Horizontāli

2. Lādiņnesēji p tipa pusvadītājos.
3. Viena no elektrotehnisko materiālu pamatgrupām.
4. Pusvadītājs materiāls, no kura izgatavotajām diodēm un tranzistoriem ir salīdzinoši zema darba temperatūra +70°C
5. Lielums, kas skaitliski raksturo pusvadītāju īpatnējās vadītspējas izmaiņas to deformējot.
6. Pusvadītāju materiāls, no kura izgatavotajām diodēm un tranzistoriem darba temperatūra sasniedz +200°C, atrodams parasto smilšu sastāvā.
7. Pusvadītājs materiāls, kurš atrodams parasto smilšu sastāvā
8. Lādiņnesēji n tipa pusvadītājos.
9. No pusvadītāju materiāliem izgatavota ierīce, kura strāvu laiž tikai vienā virzienā.
10. Ierīce, kuras darbības pamatā izmantotas pusvadītāju materiālu termoelektriskās parādības.
11. Ārēja iedarbība, kuras iespaidā palielinās pusvadītāju materiālu vadītspēja

9. Kuru elektroierīču izgatavošanā ir pielietoti pusvadītāju materiāli?



Rezistori



Spuldzes



Transformators



Mikroshēma



Triode



Slēdzis



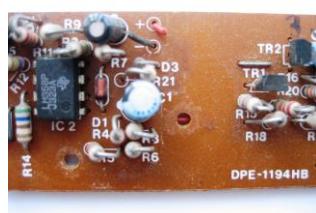
Tranzistors



Asinhronais dzinējs



Diode



Elektroniska shēma



Līdzstrāvas dzinēja rotors



Kontaktspailēs



Kontakts paille



Izolators



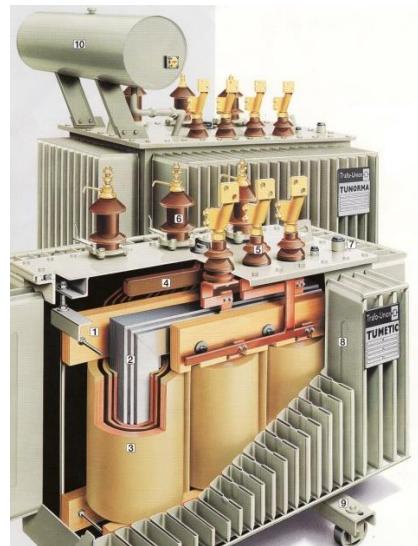
Pārsrieguma novadītājs

## 6. Kopsavilkums par elektrotehniskajiem materiāliem

1. No kāda materiāla varētu būt izgatavotas attēlos redzamo elektroierīču sastāvdaļas



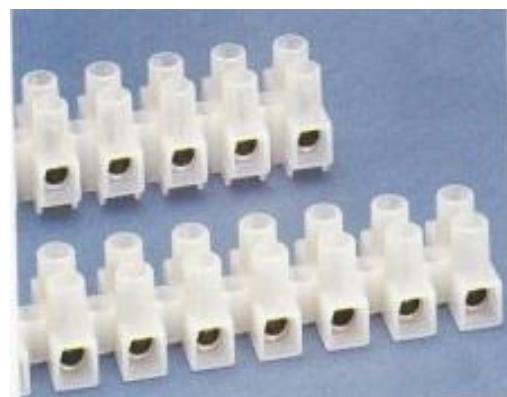
Kabeļa apvalks .....  
Kabeļa strāvu vadošā dzīsla .....



Pievienojuma spailes .....  
Izolatori .....  
Tinumu serde .....



Kabeļa apvalks .....  
Strāvu vadošās dzīslas.....  
Strāvu vadošo dzīslu izolācija .....



Vadu savienojuma spailes .....



Savienojumu spailes korpus .....  
Savilcējskrūves .....



Savienojumu spailes korpus .....,  
Savilcējskrūves .....



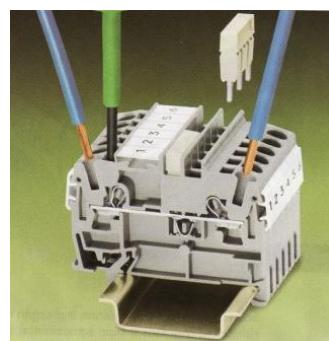
Augšējā pievienojuma uzgrieznis .....  
Apakšējā pievienojuma uzgrieznis .....



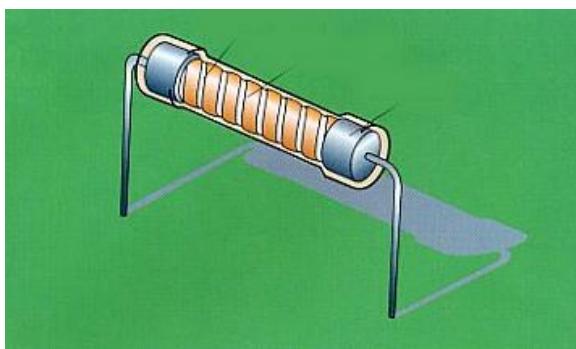
Drošinātāja korpuss .....  
Drošinātāja kontaktspailis .....



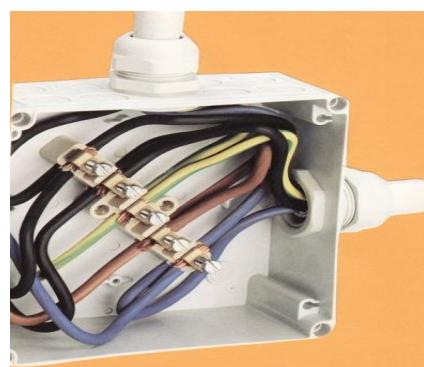
Spraudkontakta korpuss .....  
Spraudkontakta kontakti .....



Savienotājspailes korpuss .....  
Strāvu vadošās dzīslas .....  
Strāvu vadošo dzīslu izolācija .....



Rezistora stieple .....



Nozarkārbas korpuss .....  
Savienotājspailes .....



Kvēlspuldzes kvēldiegs .....

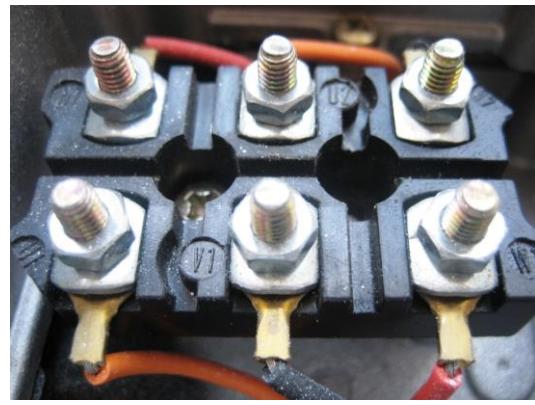
Kvēlspuldzes kolba .....



Drošinātāju korpuss .....  
Drošinātāja vītne .....



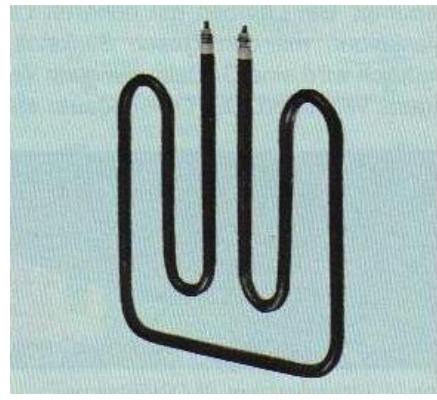
Diodes korpušs .....  
Diodes p-n pāreja .....



Savienojumu spailes korpušs .....  
Uzgriežņi .....  
Vadiem uzpresētās kontaktspailēs.....



Magnētiskā serde .....  
Kolektors .....  
Tinuma vads .....



Sildspirāles stieple .....  
Sildspirāles korpušs .....



Spuldžu kolbas .....  
Patstāvīgais magnēts .....

**Izmantotās literatūras saraksts:**

1. Л. Журавлева. Электроматериаловедение. Академия, 2006.
2. В.Филикова. Электротехнические и конструкционные материалы.. Академия, 2005.
3. И. Алиев. Электротехнические материалы и изделия. Москва, 2005.
4. M.Dobelis. Elektrotehniskie materiāli. Rīga, 1997.
5. V.Nikiforovs. Metālu tehnoloģija un konstrukciju materiāli. Rīga, 1984.
6. N.Nikulins. Elektrotehnisko materiālu mācība. Rīga, 1983.
7. O.Pētersons. Materiālu mācība metālapstrādātājiem. Rīga. 1999.
8. В.Филиков. Конструкционные и электротехнические материалы. Москва, 1990.