

1. ELEKTROMAGNĒTISKĀS SVĀRSTĪBAS UN VILŅI

[Temata apraksts](#)

[Skolēnam sasniedzamo rezultātu ceļvedis](#)

[Uzdevumu piemēri](#)

F_12_SP_01_P1	Radioviļņu izmantošana	Skolēna darba lapa
F_12_UP_01_P2	Elektromagnētisko viļņu skala	Skolēna darba lapa
F_12_UP_01_P3	Eksperimenti jonosfērā – sekas neprognozējamas	Skolēna darba lapa
F_12_DD_01_P1	Elektromagnētiskās svārstības I	Skolēna darba lapa
F_12_LD_01	Radioviļņu ekranēšana	Skolēna darba lapa

Lai atvēru dokumentu aktivējiet saiti. Lai atgrieztos uz šo satura rādītāju, lietojiet taustiņu kombināciju **CTRL+Home**.

ELEKTROMAGNĒTISKĀS SVĀRSTĪBAS UN VIĻŅI

TEMATA APRAKSTS

4

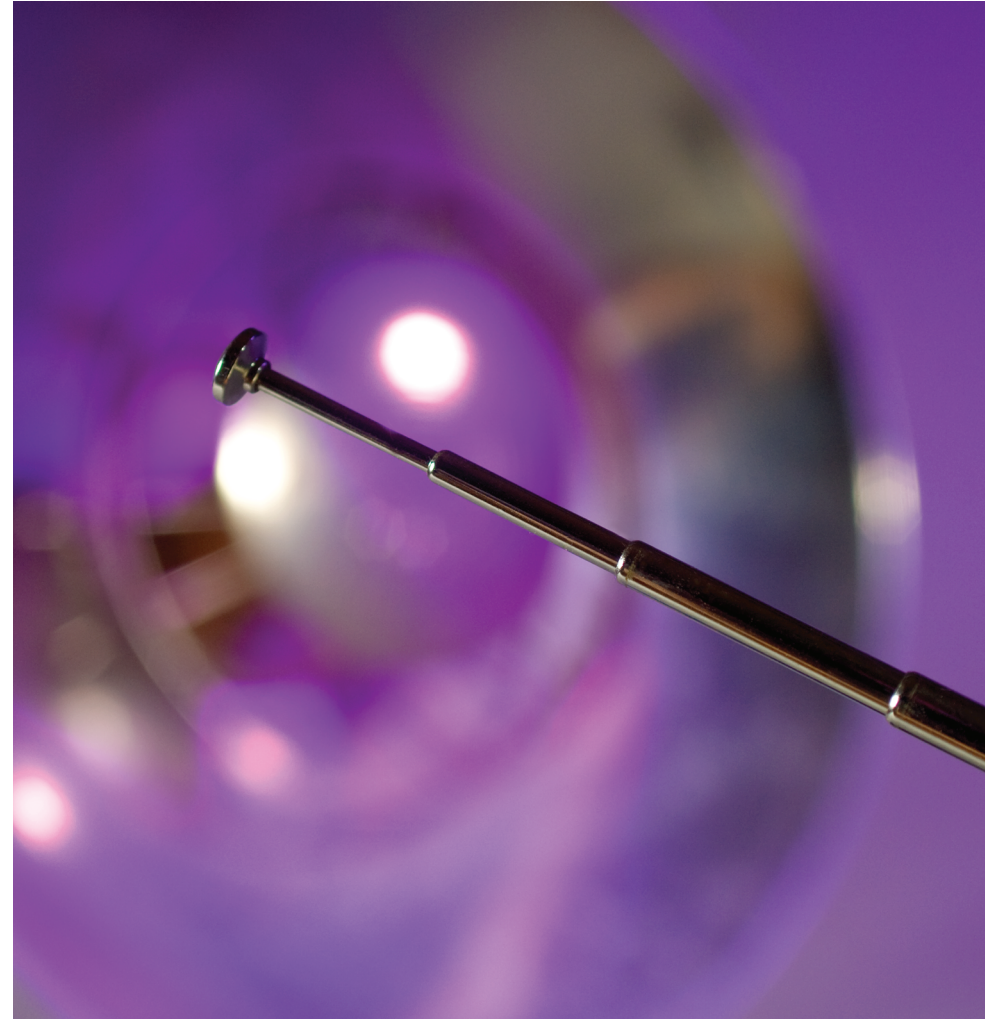
Elektromagnētiskie procesi noris dabā nepārtraukti. To pamatā ir elektromagnētiskās svārstības – elektriskā lauka intensitātes un magnētiskā lauka indukcijas periodiska maiņa laikā. Apgūstot šo tematu, skolēni izprātīs elektromagnētisko svārstību rašanos svārstību kontūrā, kā arī mācēs izskaidrot svārstību un viļņu procesus no enerģētiskā viedokļa. Šajā tematā ir svarīgi saprast, ka elektriskais lauks un magnētiskais lauks veido vienotu elektromagnētisko lauku. To vienotība izpaužas tā, ka mainīgs magnētiskais lauks rada laikā mainīgu elektrisko lauku, un pretēji. Ja mainīgais elektromagnētiskais lauks izplatās telpā, tad to sauc par elektromagnētiskajiem viļņiem.

Skolēni apgūs jaunus fizikālos procesus (svārstību modulēšana, detektēšana u. c.), apgūs elektromagnētiskās viļņu skalas izkārtojumu. Viņi iegūs informāciju par signālu pārraides iespējām, izmantojot elektromagnētiskos viļņus.

Apgūstot tematu, skolēni iegūs izpratni par radioviļņu praktisko izmantošanu, veiks laboratorijas darbus, izstrādās ziņojumu par radioviļņu avotiem kosmosā, satelītsakariem. Viņi veiks aprēķinus, apstrādās datus, analizēs grafikus un formulēs secinājumus.

Ir svarīgi šo tematu apgūt rūpīgi un ar izpratni, jo mūsdienās elektromagnētisko viļņu izmantošanas jomas ir ļoti plašas un daudzpusīgas.

Skolotājam ir jāpievērš uzmanība skaidrojumiem par informācijas pārraidi – no kā ir atkarīga signāla izplatīšanās, kas to ietekmē, kādi ir elektromagnētisko viļņu diapazoni un, protams, kāda ir elektromagnētiskā starojuma ietekme uz vidi. Temata beigās ieteicams aplūkot sakaru līdzekļu izveides perspektīvas.



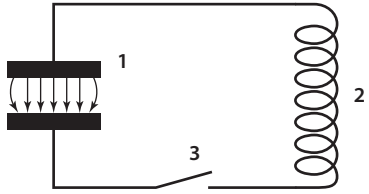
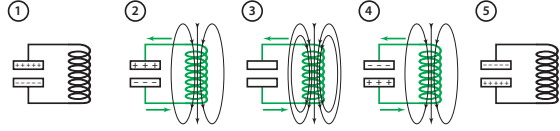
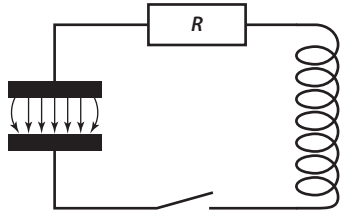
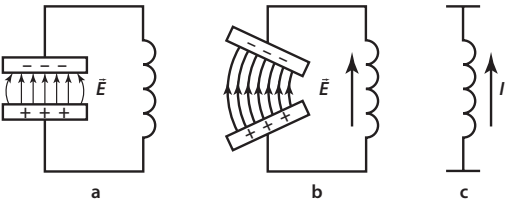
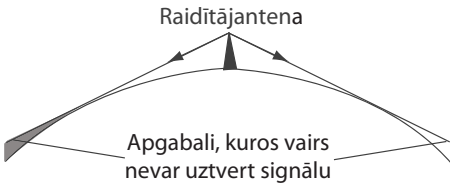
CEĻVEDIS

Galvenie skolēnam sasniedzamie rezultāti

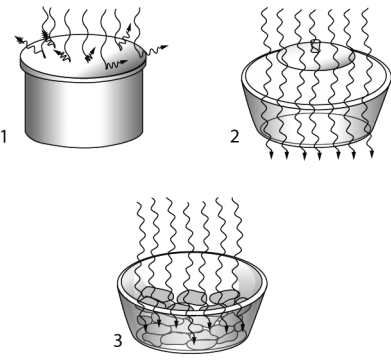
Apraksta elektromagnētiskā starojuma veidu vienojošās īpašības un daudzveidīgo izpausmi dabā un tehnikā, izmantojot elektromagnētisko viļņu skalu.	Izskaidro fizikālos procesus enerģijas ieguves, sakaru, medicīnas tehnoloģijās un nanotehnoloģijās.	Izdarā secinājumu, pamatojoties uz problēmas risinājumā vai eksperimentā iegūtajiem datiem (pierādījumiem) atbilstoši izvirzītajai hipotēzei.	Veic aprēķinus un iegūto skaitlisko rezultātu izsaka kā aptuvenu racionālu skaitli vai skaitli normālformā.	Izvērtē tehnoloģiju izmantošanas pieredzi fizikā, ietekmi uz sabiedrību un nākotnes perspektīvas.
<ul style="list-style-type: none"> Izprot elektromagnētisko viļņu rašanos un izplatīšanos. Apraksta dažādu diapazonu elektromagnētisko viļņu lietojumu un vienojošās īpašības. Apraksta elektromagnētisko svārstību un viļņu procesus dabā un tehnikā. 	<ul style="list-style-type: none"> Izskaidro elektromagnētisko svārstību rašanos un norisi svārstību kontūrā. Izskaidro sakaru principus radioviļņu diapazonā. 	<ul style="list-style-type: none"> Formulē pētījuma problēmu, izvirza hipotēzi, veic eksperimentu, iegūst un apstrādā datus, izdarā secinājumus laboratorijas darbā par elektromagnētisko viļņu ekranēšanu. 	<ul style="list-style-type: none"> Izmantojot funkcionālas sakarības, aprēķina: svārstību kontūra brīvo svārstību periodu un frekvenci, viļņa garumu un frekvenci, attālumu līdz objektam. Izmantojot enerģijas nezūdamības likumu, aprēķina svārstību kontūra raksturlielumus. 	<ul style="list-style-type: none"> Pamato radiotehnoloģiju nozīmi sadzīvē un tehnikā, izvērtē to attīstību un ietekmi uz sabiedrību.
<p><i>VM. Elektromagnētisko viļņu spektrs.</i> <i>VM. Radiosakaru frekvenču plānošana.</i> <i>VM. Televīzijas antenas.</i> <i>VM. Elektromagnētisko viļņu izplatīšanās.</i> <i>VM. Elektromagnētisko viļņu absorbcija.</i> <i>VM. Elektromagnētisko viļņu forma.</i></p>	<p>Situācijas analīze. <i>SP. Radioviļņu praktiskā izmantošana.</i> Demonstrēšana. <i>D. Rimstošas elektromagnētiskās svārstības I.</i> <i>D. Rimstošas elektromagnētiskās svārstības II.</i> <i>KD. Svārstību kontūra enerģija.</i></p>	<p>Laboratorijas darbs. <i>LD. Radioviļņu ekranēšana.</i></p>	<p><i>KD. Svārstības svārstību kontūrā.</i></p>	<p><i>VM. Meteoroloģiskie radari.</i> <i>VM. Sakaru līdzekļu attīstība.</i> <i>VM. Mobilie sakari.</i> <i>VM. Moderna policijas auto aprīkojums.</i> <i>VM. Televīzija.</i> <i>VM. Ieskaits komunikāciju vēsturē tagadnē un nākotnē.</i></p>

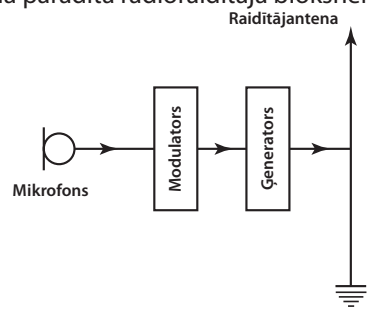
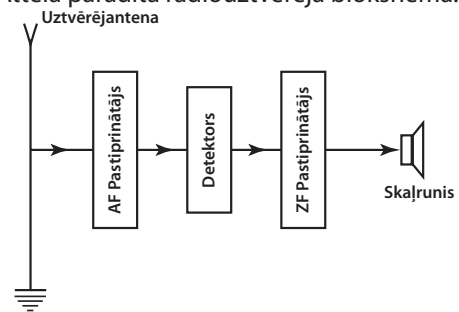
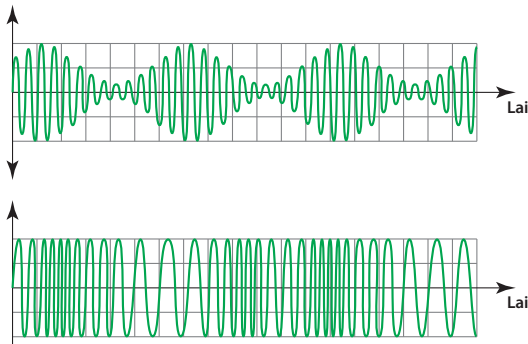
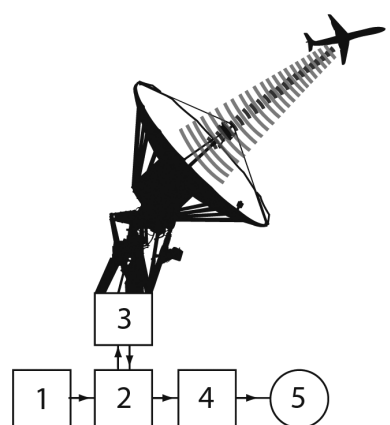
UZDEVUMU PIEMĒRI

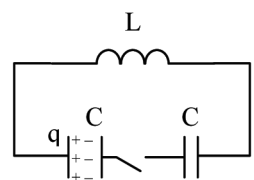
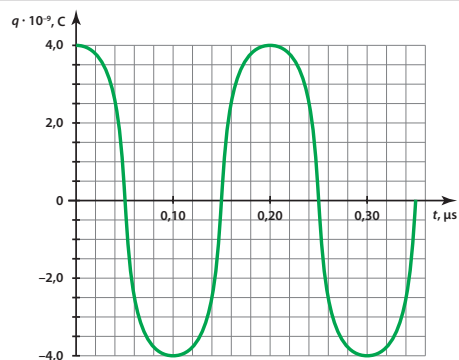
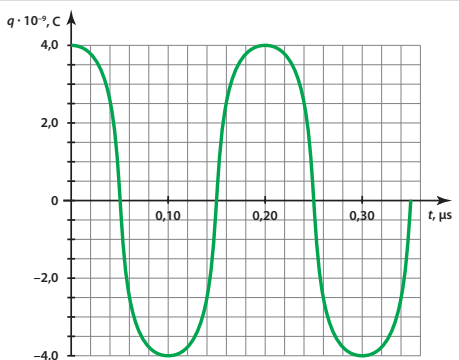
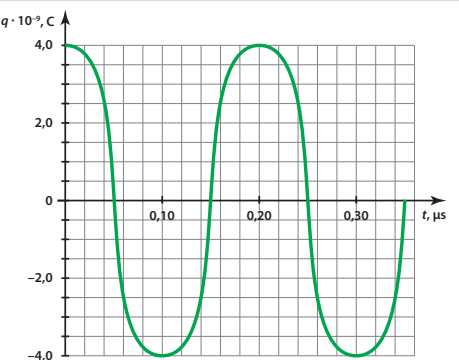
8

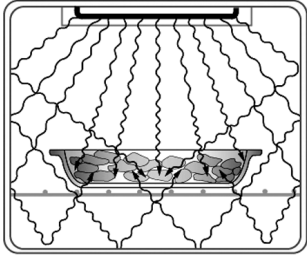
Sasniedzamais rezultāts	I	II	III
<p>Izskaidro elektromagnētisko svārstību rašanos un norisi svārstību kontūrā.</p>	<p>Attēlā parādīts svārstību kontūrs.</p>  <p>Atbildi uz jautājumiem!</p> <p>a) Kādi kontūra elementi ir apzīmēti ar cipariem 1, 2 un 3?</p> <p>b) Kādu funkciju svārstību kontūrā veic katrs elements?</p>	<p>1. Paskaidro, ar ko atšķiras ideālā svārstību kontūra modelis no reālā svārstību kontūra!</p> <p>2. Izpēti svārstību kontūra stāvokļus, kas parādīti attēlā, un izspried:</p>  <p>a) kādam laika momentam atbilst katrs kontūra stāvoklis kopš svārstību sākuma;</p> <p>b) kā mainās kondensatora lādiņš un strāvas stipruma vērtība spolē attēlā parādītās stāvokļu secības laikā;</p> <p>c) ko norāda horizontālās bultiņas attēlā!</p>	<p>1. Vai elektriskajā ķēdē, kas sastāv no kondensatora un rezistora, var rasties brīvās elektromagnētiskās svārstības? Atbildi pamato!</p> <p>2. Attēlā parādīts svārstību kontūrs, kurā virknē ar kondensatoru un spoli ieslēgts rezistors, kura aktīvā pretestība ir R.</p>  <p>Izspried, kādi svārstību raksturlielumi mainīsies, ja rezistora pretestību pakāpeniski palielinās!</p>
<p>Izprot elektromagnētisko viļņu rašanos un izplatīšanos.</p>	<p>1. Kāda pārvērtība, kas tiek veikta ar kontūru, parādīta attēlos a, b un c?</p>  <p>2. Kādi procesi var notikt ar elektromagnētiskiem viļņiem to izplatīšanās laikā?</p>	<p>Izmantojot attēlu, paskaidro, kāpēc televīzijas tornis Zaķusalā nenodrošina televīzijas signāla uztveršanu visā Latvijā!</p> 	<p>Analizē, kāpēc, zvanot uz radoraidījumu, kas notiek tiešraidē, radiouztvērējā dzirdami traucējumi, ja zvanītājs atrodas blakus ieslēgtam radiouztvērējam!</p>

Sasniedzamais rezultāts	I	II	III
<p>Apraksta dažādu diapazonu elektromagnētisko viļņu lietojumu un vienojošās īpašības.</p>	<p>Atrodi elektromagnētisko viļņu skalā (F_12_UP_01_P2) tos diapazonus, kuru viļņus tu izmanto ikdienā!</p>	<p>Salīdzini dažādu diapazonu elektromagnētisko viļņu uztveršanas ierīces un atrodi kopīgo un atšķirīgo!</p>	<p>Izmantojot attēlu, kurā parādīta dažādu diapazonu radioviļņu izplatšanās, analizē katra diapazona praktisko lietojumu un iespējas!</p>
<p>Izskaidro svārstību un viļņu procesus no enerģētiskā viedokļa.</p>	<p>Kondensatorā koncentrētās elektriskās enerģijas lielumu var aprēķināt ar formulu $W_E = \frac{CU^2}{2}$, bet spolē koncentrētās magnētiskās enerģijas lielumu – ar formulu $W_M = \frac{LI^2}{2}$.</p> <p>Uzraksti enerģijas nezūdamības likumu ideālam svārstību kontūram un paskaidro fizikālos lielumus!</p>	<p>1. Izmantojot attēlu, paskaidro, kā mainās svārstību kontūrā kondensatora elektriskā lauka enerģija un spoles magnētiskā lauka enerģija viena svārstību perioda laikā ideālā svārstību kontūrā!</p> <p>2. Paskaidro, kāpēc reālā svārstību kontūrā elektromagnētiskā enerģija svārstību laikā samazinās!</p>	<p>Lai iegūtu nerimstošas elektromagnētiskās svārstības reālā svārstību kontūrā, tam periodiski jāpievada enerģija. Papildini blokshēmu, kas parāda nerimstošu svārstību iegūšanu!</p> <p>Izspried, no kā ir atkarīga svārstību amplitūda!</p>

Sasniedzamais rezultāts	I	II	III
<p>Apraksta elektromagnētisko svārstību un viļņu procesus dabā un tehnikā.</p>	<p>Uzskaiti, kāda diapazona elektromagnētiskie viļņi eksistē starpplanētu telpā Saules sistēmā! Nosauc šo elektromagnētisko viļņu avotus!</p>	<p>Attēlos parādīta mikroviļņu izplatīšanās, sastopot sava ceļā dažāda materiāla šķēršļus.</p>  <p>1. attēlā parādīta mikroviļņu izplatīšanās, ceļā sastopot metāla priekšmetu; 2. attēlā – stikla trauku; 3. attēlā – stikla trauku, kurā ir pārtikas produkti.</p> <p>Salīdzini mikroviļņu izplatīšanos visos trijos gadījumos! Paskaidro, kāpēc mikroviļņu krāsns lietošanas instrukcijā rakstīts, ka krāsnī nedrīkst ievietot produktus metāla traukos!</p>	<p>Vēsturiski pirmos atklāja garos radioviļņus. Tikai pēc tam vidējos un īsos radioviļņus. Mūsdienās izmanto arī ultraīsos radioviļņus. Pamato šādu radioviļņu iedalījumu diapazonos un izskaidro, kāda tam ir nozīme!</p>

Sasniedzamais rezultāts	I	II	III
<p>Izskaidro sakaru principus radioviļņu diapazonā.</p>	<p>1. Attēlā parādīta radioraidītāja blokshēma.</p>  <p>Kādu funkciju veic modulātors?</p> <p>2. Attēlā parādīta radiouztvērēja blokshēma.</p>  <p>Kādu funkciju veic:</p> <ol style="list-style-type: none"> augstfrekvences (AF) pastiprinātājs, detektors, zemfrekvences (ZF) pastiprinātājs? 	<p>Radiosakaros informāciju "uzklāj" nesējsvārstībai ar modulācijas palīdzību. Attēlos parādīti divi modulēti signāli.</p>  <p>Salīdzini tos, atrodi kopīgo un atšķirīgo!</p>	<p>Attēlā parādīta radiolokācijas stacijas blokshēma, kur</p> <ol style="list-style-type: none"> AF ģenerators, antenas komutators, antena, pastiprinātājs, reģistrējošā ierīce.  <p>Paskaidro radiolokatora darbības principu! Izspried, kādus lokatora darbības lielumus ietekmē:</p> <ol style="list-style-type: none"> izstarotā impulsa garums, izstaroto impulsa sekošanas frekvence!
<p>Izmantojot funkcionālās sakarības, aprēķina: svārstību kontūra brīvo svārstību periodu un frekvenci, viļņa garumu un frekvenci, attālumu līdz objektam.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Kā var aprēķināt attālumu no radiolokatora līdz pētāmajam objektam, ja zināms laiks, kādā raidītais impulss sasniedz objektu un atgriežas atpakaļ? Starptautiskā vienošanās nosaka, ka SOS signāls tiek raidīts ar 500 kHz frekvenci. Cik liels ir signāla viļņa garums? Kondensatora kapacitāte ir 200 pF, bet spoles induktivitāte ir 0,5 mH. Aprēķini kontūra pašsvārstību periodu un frekvenci! 	<ol style="list-style-type: none"> Raidītājs izstaro elektromagnētiskos viļņus, kuru garums ir 10 m. Raidītāja kontūra induktivitāte ir 20 μH. Cik liela ir šī kontūra kapacitāte? Ar radiolokatoru pēta Merkuru, kad Zeme un Merkurs atrodas vistuvāk viens otram. Cik ilgā laikā radiolokatora impulss sasniedz Merkura virsu un atgriežas atpakaļ? Radiolokators raida 200 impulsus sekundē, turklāt katrs nākamais impulss tiek raidīts tūlīt pēc iepriekš raidītā impulsa saņemšanas. 	<ol style="list-style-type: none"> Televīzijas torņa augstums Rīgā ir 368 m. Uztvērējantenas augstums ir 10 m. Cik tālu no televīzijas torņa var uztvert signālu? Svārstību kontūrā lādiņš uz kondensatora klājumiem laikā mainās šādi: $q = 5 \cdot 10^{-9} \sin 0,9 \cdot 10^7 t$. Strāvas stiprums kontūrā mainās saskaņā ar likumu $i = I_m \cos \omega t$. Aprēķini strāvas stiprumu un kondensatora lādiņu kontūrā laikā momentos $t = T/6$ un $t = 2T$, kur T – svārstību periods! Aprēķini laika momentus, kādos ir spēkā sakarības a) $i = \frac{1}{3} I_m$, b) $q = \frac{1}{3} q_m$!

Sasniedzamais rezultāts	I	II	III
Izmantojot enerģijas nezūdamības likumu, aprēķina svārstību kontūra raksturlielumus.	Kādas sakarības jāzina, lai varētu izspriest, cik reizi mainās enerģija svārstību kontūrā, ja maksimālais spriegums uz kondensatora klājumiem uzlādēšanas laikā palielinās 5 reizes?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Svārstību kontūram, kura induktivitāte ir 10 mH un kapacitāte 100 pF, pievada enerģiju, kondensatoru uzlādējot līdz 1 V spriegumam. Cik stipra strāva plūst kontūrā, kad kondensatora spriegums ir 0,5 V? 2. Svārstību kontūrā induktivitāte ir 80 mH un kapacitāte 3000 pF. Maksimālais strāvas stiprums spolē ir 2 mA. Aprēķini kondensatora sprieguma maksimālo vērtību un maksimālo lādiņu uz kondensatora klājumiem! 	<p>Attēlā redzamais svārstību kontūrs izveidots no diviem vienādiem, virknē saslēgtiem kondensatoriem C un spoles L.</p>  <p>Katra kondensatora kapacitāte ir 10 nF, spoles induktivitāte 10 μH. Sākuma momentā vienu kondensatoru uzlādē ar lādiņu $q_m = 4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, bet otrs kondensators nav uzlādēts, un ķēde ir pārtraukta. Noskaidro, kā laikā mainās kondensatoru lādiņi un kontūrā plūstošā strāva, ar slēdzi noslēdzot ķēdi!</p>
Izmantojot svārstību grafisko attēlojumu, nosaka tās raksturlielumus: periodu, frekvenci, amplitūdas vērtības.	 <p>Izmantojot svārstību grafiku, nosaki svārstību periodu un lādiņa maksimālo vērtību! Uzraksti atbildes SI mērvienībās!</p>	 <p>Izmantojot svārstību grafiku, aprēķini svārstību frekvenci un leņķisko frekvenci! Uzraksti izteiksmi, saskaņā ar kuru mainās lādiņš!</p>	 <p>Kā transformējas svārstību grafiks, ja svārstību kontūrā kondensatora vietā ievieto citu kondensatoru ar divreiz lielāku kapacitāti? Uzzīmē jaunu grafiku, ievērojot, ka uzlādes laikā kondensators ir savienots ar tādu pašu strāvas avotu!</p>

Sasniedzamais rezultāts	I	II	III
Analizē elektromagnētiskā starojuma ietekmi uz vidi un cilvēka veselību.	Kādus nosacījumus ir derīgi ievērot ikdienā, lietojot mobilo telefonu, lai sevi un citus nevajadzīgi nepakļautu tā radītā radiostarojuma ietekmei?	Attēlā parādīta mikroviļņu daudzkārtējā atstarošanās mikroviļņu krāsnī.  Izspried, kāpēc, darbojoties mikroviļņu krāsnij, tās durvis nedrīkst būt atvērtas! Salīdzini šo situāciju ar telpu, kurā vienlaikus atrodas daudzi mobilā telefona lietotāji! Kā tas var ietekmēt fizioloģiskās norises cilvēku organismā?	1. Prognozē, kā mainītos mūsu dzīve, ja Zemei izzustu jonosfēras apvalks! 2. Analizē cēloņus, kāpēc informātikas kabinetā ir noteikts telpas lielums, kādā jāatrodas katram datoram! Kā, tavuprāt, ar datoriem pārblīveta telpa ietekmē cilvēku veselību?
Pamato radiotehnoloģiju nozīmi sadzīvē un tehnikā, izvērtē to attīstību un ietekmi uz sabiedrību.	Izmantojot elektromagnētisko viļņu skalu (F_12_UP_01_P2), komentē, kādās sabiedrībai svarīgās dzīves jomās izmanto radiosakarus!	Paskaidro, kādas iespējas sabiedrības dzīvē nodrošina: a) satelīttelevīzija, b) GPS, c) mobilie telefonsakari, d) radiolokācija!	Izmantojot dažādus informācijas avotus, analizē jonosfēras pētījumu iespējamo ietekmi uz radioviļņu izplatīšanos un radio komunikācijas sistēmu darbību! Izvērtē jonosfērā veikto eksperimentu iespējamo pozitīvo un negatīvo globālo ietekmi!
Analizē fizikas zināšanu nozīmi ar sakaru tehnoloģijām saistītās profesijās.	Uzskaiti, kādas fizikas zināšanas no tikko apgūtā temata vajadzīgas telekomunikāciju speciālistam!	Izmantojot interneta vietni (piemēram, www.etf.rtu.lv), izveido pārskatu par fizikas zināšanām, kādas nepieciešamas, specializējoties dzelzceļa elektroiekārtu datorvadības sistēmās!	Izmantojot uzziņas materiālus (piemēram, www.etf.rtu.lv): a) izpēti, kādus speciālos studiju priekšmetus var apgūt RTU, Telekomunikāciju institūtā; b) analizē, kādās profesionālās darbības jomās tie ir vajadzīgi!

Vārds

uzvārds

klase

datums

RADIOVIĻŅU PRAKTISKĀ IZMANTOŠANA

Nr. p.k.	Uzdevums	Mobilais telefons	Radiouztvērējs	Televizors	Rācija
1.	Raksturo ierīces funkcijas				
2.	Frekvenču diapazons				
3.	Uztvērēja darbības rādiuss				
4.	Ārējie faktori				

Vārds uzvārds klase datums

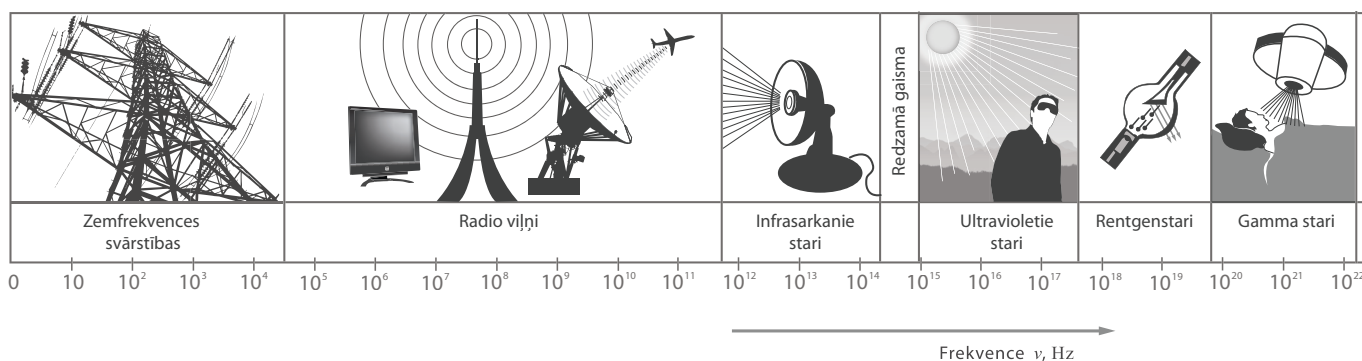
ELEKTROMAGNĒTISKO VIĻŅU SKALA

1. uzdevums

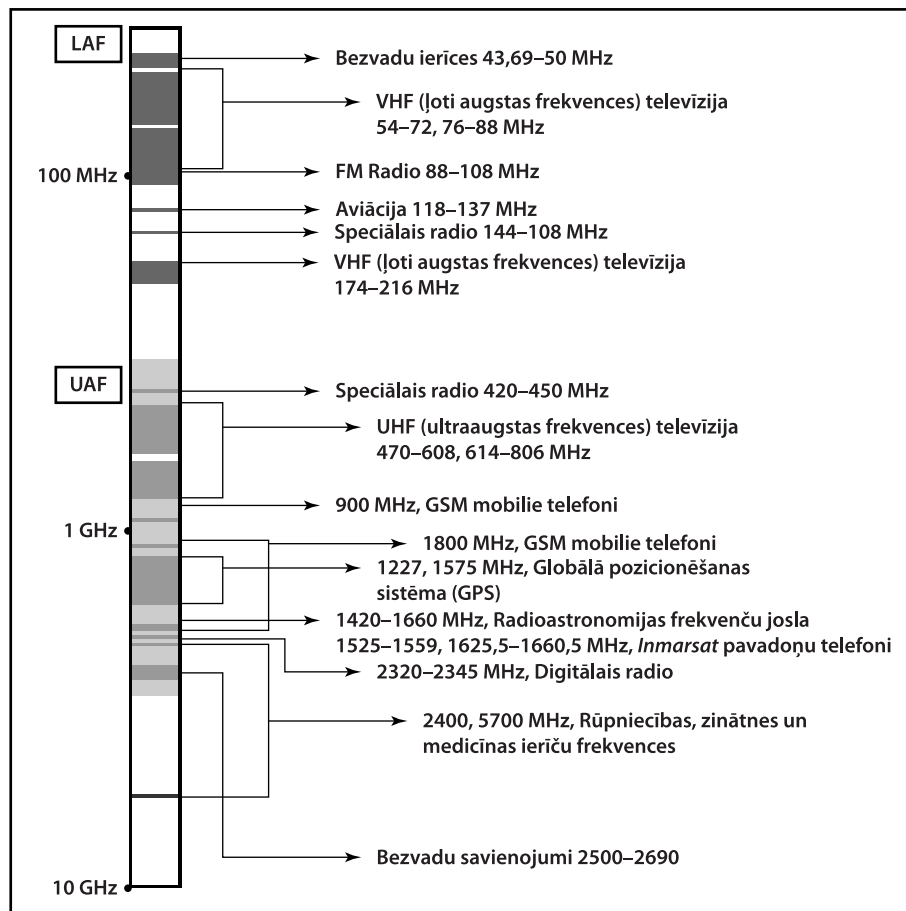
Atrodi elektromagnētisko viļņu skalā tos diapazonus, kuru viļņus tu izmanto ikdienā!

2. uzdevums

Izmantojot elektromagnētisko viļņu skalu, komentē, kādās sabiedrībai svarīgās dzīves jomās izmanto radiosakarus!



Frekvenču diapazons		Viļņu diapazons	
Frekvences	Nosaukums (abreviatūra)	Viļņa garums	Nosaukums
<30 Hz	Subekstremāli zemas frekvences	$10^6 \dots 10^4$ km	Dekamegametru
30...300 Hz	Ekstremāli zemas frekvences (EZF)	$10^4 \dots 10^3$ km	Megametru
300...3000 Hz	Skaņas frekvences (SF)	$10^3 \dots 10^2$ km	Hektokilometru
3...30 kHz	Ļoti zemas frekvences (ĻZF)	$10^2 \dots 10$ km	Dekakilometru
30...300 kHz	Zemas frekvences (ZF)	10...1 km	Kilometru (garie)
300...3000 kHz	Vidējas frekvences (VF)	1 km...100 m	Hektometru (vidējie)
3...30 MHz	Augstas frekvences (AF)	100...10 m	Dekametru (īsie)
30...300 MHz	Ļoti augstas frekvences (ĻAF)	10...1 m	Metru (ultraīsviļņi)
300...3000 MHz	Ultraaugstas frekvences (UAF)	100...10 cm	Decimetru (mikroviļņi)
3...30 GHz	Superaugstas frekvences (SAF)	10...1 cm	Centimetru (mikroviļņi)
30...300 GHz	Ekstremāli augstas frekvences (EAF)	10...1 mm	Milimetru (mikroviļņi)
300...3000 GHz	Hiperaugstas frekvences (HAF)	1 mm...0,1 mm	Mikrometru (mikroviļņi)



Vārds

uzvārds

klase

datums

EKSPERIMENTI JONOSFĒRĀ – SEKAS NEPROGNOZĒJAMAS

Uzdevums

Izlasi tekstu un analizē jonosfēras pētījumu iespējamo ietekmi uz radioviļņu izplatīšanos un radiokomunikācijas sistēmu darbību!

Izvērtē jonosfērā veikto eksperimentu iespējamo pozitīvo un negatīvo globālo ietekmi!

(Fragmenti no raksta: Sakaru Pasaule. – 2(42) 2006. 75. – 77. lpp.)

Pēdējā laikā pasaulē notiek vērienīga jonosfēras īpašību un tajā notiekošo dažādu dinamisku procesu izpēte. Jonosfēra atrodas augšējos atmosfēras slāņos aptuveni 60...500 km augstumā un satur ievērojamu daudzumu brīvo elektronu un jonu. Jonosfēras molekulas Saules radiācijas ietekmē jonizējas. Šis process lielā mērā ietekmē radioviļņu izplatīšanos un tāpēc nosaka arī radiokomunikācijas sistēmu attīstību kopumā.

JONOSFĒRAS IZPĒTES KOMPLEKSI

Lai izpētītu jonosfēras stāvokli un īpašības, diagnostikai izmanto t. s. uzkaršanās stendus – lielas jaudas radioviļņu avotus. Šādi stendi pašlaik ir izveidoti daudzās valstīs, piemēram, Sura Krievijā, EISCAT Norvēģijā, HAARP ASV u. c. Daudzie eksperimenti un teorētiskie darbi liecina, ka eksistē t. s. ģeofizisko procesu ierosināšanas trigu mehānisms. Tā būtība ir tāda, ka ar nelielu iedarbības enerģijas daudzumu (neatkarīgi no tipa) ir iespējams ievērojami mainīt ģeofiziskās vides īpašības. Šādas iedarbības fizikālie mehānismi nav līdz galam izziņāti, tāpēc lavīnveida procesu izpēte dažādās ģeosfērās ir kļuvusi par galveno pētniecības darba uzdevumu.

Palielinoties stendu jaudai, sabiedrībā radās trauksme par šādas darbības sekām, kas var negatīvi ietekmēt apkārtējo vidi. Par to liecina materiāli plašsaziņas līdzekļos visā pasaulē. Tiek publicēti sensacionāli raksti par ģeofiziskajiem ieročiem, kuru lietošana it kā var izraisīt laika un pat klimata pārmaiņas uz Zemes, ozona slāņa izžušanas, plūdiem, viesuļvētrām un līdzīgām katastrofām. Reizē ar uzkaršanās stendiem tiek minēta arī aktīva iedarbība ar ļoti zemas un ļoti augstas frekvences radioviļņiem uz dažādu kara tehniku – lidmašīnām, vadāmām raķetēm, elektroniskām sakaru sistēmām. Būtībā tā arī ir klasificējama kā ģeofiziskais ierocis.

Krievijā atrodas daudzfunkcionālais izpētes radiokomplekss Sura, kas paredzēts kolektīvai izmantošanai – zinātniski pētnieciskajam darbam, kā arī studentu, aspirantu un doktoru sagatavošanai kosmiskās telpas fizikas, radioviļņu izplatīšanās, atmosfēras un Zemes garozas izpētes jomā. Projektu ir izstrādājuši vairāki Krievijas institūti un universitātes. Galvenie stenda Sura uzdevumi ir fundamentāli pētījumi noteiktās zinātnes jomās.

- Atmosfēras (55...120 km augstumā) un jonosfēras lielumu (60...300 km augstumā) dinamikas izpēte ar rezonanses izkliedes metodi, signāliem atstarojoties no mākslīgi radītiem neviendabīgiem apgābiem.
- Dinamisko procesu izpēte augšējā atmosfērā (F – jonosfēras slānis), ieskaitot viļņveida ierosināšanās procesu ietekmi uz atmosfēru ar mākslīgi inducēta, vadāma akustisko un gravitācijas viļņu avota palīdzību.
- Astrofizikālu objektu radioviļņu izstarošanas novērojumi dekametru diapazonā.
- Troposfēras radioviļņu izplatīšanās modelēšana dekametru–decimetru diapazonos, tādu metožu un aparatūras izstrādāšana, kas ļauj prognozēt un vadīt radioviļņu izplatīšanās procesus.
- Turbulences izpēte mezopauzes augstumā (75...90 km) un tās ietekme uz procesiem atmosfērā.
- Mākslīgi radītas turbulences un jonosfēras plazmas starojuma dažādos diapazonos (īsviļņi, ultraīsviļņi un optiskās parādības) likumsakarību izpēte, iedarbojoties uz to ar jaudīgu radioviļņu avotu, dabiskās turbulences ierosināšanās un elektromagnētiskā starojuma ģenerācijas procesu modelēšana jonosfērā.

Faktiski krievu projekts *Sura* ir jonosfēras kontroles un uzraudzības stacija, kuru var izmantot arī militāriem uzdevumiem. Līdzīgi izpētes darbi notika arī ASV. Ģeofizisko ieroču problēmas apspriešana īpaši saasinājās tad, kad ASV no 1993. līdz 1997. gadam uzbūvēja un iedarbināja Aļaskā līdzīgu radiotehnisku kompleksu HAARP (*Hight Frequency Active Auroral Research*) – aktīvas augstfrekvences auroras apgabala izpētes programmu. Principā tas ir īsviļņu uzkaršanās stends polārās jonosfēras izpētei. Projekts tika prezentēts kā zinātnisks, tomēr to kopīgi realizē ASV Gaisa spēki, Jūras kara flote un Aļaskas universitāte. Eksperimentu rezultātiem tika noteikts slepenības statuss. Sistēmas HAARP (sk. attēlu) galvenie lielumi: darba frekvenču diapazons 2,8...10 MHz, ekvivalentā izstarojošā jauda vērsma diagrammas centrā ir 250 MW, ja 2,8 MHz un 4200 MW, ja 10 MHz; apstarojamā platība 350 km augstumā šīm frekvencēm ir 12 250 un 875 kvadrātkilometri.



Salīdzinot HAARP ar jau sen subpolārajā joslā eksistējošo analogisko stendu EISCAT Tromsē, Norvēģijā, un ar stendiem vidējos un ekvatoriālos apgabalos, šim ir daudz lielāka izstarotāju jauda: ERP (*effective radiated power*) ir 3,981 MW (98 dBW). Zenītā vērstās antenas ļauj fokusēt īsviļņu starojumu atsevišķos jonosfēras apgabalos un sakarsēt tos pat līdz plazmas veidošanās temperatūrai. 15 hektāru platībā ir izvietots milzīgs vienā fāzē saslēgts 24 m augsts antenu režģis – 180 atsevišķu antenu tīkls ar 31 dB teorētiski maksimālo pastiprinājuma koeficientu. Ir arī nekoherenta starojuma radars ar 20 m diametra antenu, lāzera lokatori, magnetometri, jaudīgi datori, kas paredzēti signālu apstrādei un antenu sistēmas vadībai. Šo fantastisko kompleksu ar elektroenerģiju apgādā gāzes elektrostacija un seši jaudīgi dīzeļģeneratori.

NEDAUDZ FIZIKAS

Dažkārt *auroras apgabals* tiek tulkots kā *polārblāzma*, taču tas nav precīzs formulējums. Zemes polārajos apgabalos atmosfērā eksistē nevienmērība, ko sauc par *auroras apgabaliem*. Tos veido ierosināti gāzu joni, kas savienojušies ar savdabīgām plazmveida virvēm, kuras atrodas līdzās Zemes magnētiskā lauka līnijām. To garums ir daži desmiti metri, bet platums tikai aptuveni 10 cm.

Šo struktūru rašanās mehānisms un fizikālā būtība arī nav pilnīgi noskaidrota. Saules vētru periodos strauji palielinās līdz spīdēšanai sakarsētu auroras struktūru skaits, un tad tās ziemeļblāzmas veidā arī dienā var novērot līdz pat ekvatoram. Viena no auroras apgabala struktūru īpašībām ir spēja spēcīgi atstarot radioviļņus plašā frekvenču diapazonā. No vienas puses, tādā veidā tiek radīti radiotraucējumi radiolokatoriem, bet no otras puses --, iespējams UĪV signālus uztvert pat Antarktīdā.

Sistēma HAARP realizē jonosfēras apgabalu sakarsēšanu vairāku desmitu metru platumā, radot auroras apgabalus, un pēc tam tos izmanto radioviļņu atstarošanai uz noteiktiem Zemes apgabaliem. Attālums praktiski nav ierobežots, ziemeļu puslode tiek pilnīgi pakļauta šai iedarbībai. Ja vēl ņem vērā to, ka Zemes pols ir nedaudz novirzīts uz Kanādas un tāpat – Aļaskas pusi, izpētes komplekss atrodas zem paša magnetosfēras kupola – citādi, kā vien par stratēģisku, šo stāvokli nevar nosaukt.

Sistēmas HAARP iespējas ir viegli iztēloties, ja atceras par magnētiskajām vētrām, kas rodas Saules plankumu ietekmē. Pēc būtības ar HAARP var veikt līdzīgi, tikai noteiktos atmosfēras apgabalos. Antenu izstarotā jauda vairākkārt pārsniedz Saules radīto dabīgo fonu - no simt tūkstošiem līdz miljoniem reižu! Skaidrs, ka, iedarbojoties uz jonosfēras brīvajiem elektroniem ar šādu jaudu, tiem tiek piešķirta papildu enerģija un notiek *ierosināšanās* process. Rodas plazmoīdi – mākslīgi jonizēti veidojumi ar augsti enerģētisku atomu stāvokli. Parasti tie ir vairākus desmitus kilometrus lieli un labi novērojami uz radara ekrāniem kā izgaismojums no milzīga šķietamā mērķa. Ir veikta šādu signālu spektra analīze, noteiktas kustības likumsakarības, izmēri, mūža ilgums un dažādi enerģētiskie raksturlielumi.

Mākslīgi radītu plazmoīdu var izmantot pavisam nekaitīgiem nolūkiem. Noteiktos *ierosināšanas* lielumos tas pārvēršas par gigantisku spoguļi, kas atstaro radioviļņus un palielina sakaru kvalitāti un attālumu. Izvēloties citus ierosināšanas lielumus, plazmoīds radioviļņus sāk absorbēt un tādā veidā pilnīgi pārtrauc radiosakarus, bet to jau var izmantot militāriem mērķiem, piemēram, iznīcinot ienaidnieka informācijas kanālus, kas nodrošina lidmašīnu un kuģu navigāciju noteiktā zemeslodes rajonā. Ja izdotos radīt apstākļus, kuros plazmoīda jonizētie atomi enerģiju sinhroni *atdod* apkārtējai videi, tad tiktu atrisināts uzdevums par ienaidnieka elektronisko sistēmu sabojāšanu ar jaudīga elektromagnētiskā impulsa palīdzību. Ja vēl ņem vērā to, ka atomi ir nelineāras sistēmas, tad tos var ierosināt ar viena veida enerģiju, bet izstarot atomi var pilnīgi cita tipa enerģiju. Turklāt tas ir vadāms process. Ar noteiktiem

ierosināšanas lielumiem var radīt un *nomest* uz Zemes tāda veida un jaudas starojumu, kas ietekmē visa dzīvā un tajā skaitā cilvēka psihi. Tas arī ir visīstākais ģeofiziskais ierocis!

JA IZSTAROTĀJU JAUDU PALIELINĀS

Jonosfēra, troposfēra un atmosfēra ir tik ievainojamas, ka, iedarbojoties uz vienu no tām, noteikti tiek panākta ietekme arī uz citām. Fundamentāli pētījumi paslaiks ļauj konstatēt: ierosināšanās procesi jonosfērā, kurus rada plazmoīdi, ar lielu iespējamības pakāpi var tikt nodoti tālāk troposfērai un atmosfērai. Principā nav izslēgta ietekme arī uz klimatu, tā pārmaiņām.

Ir skaidrs arī tas, ka, palielinot tikai uzskarsēšanas stendu izstarotāju jaudu, nevar sagaidīt jaunu ģeofizisku efektu rašanos, kas principiāli atšķirtos no jau atklātajiem un izpētītajiem – elektronu gāzes temperatūras paaugstināšanās, pārmaiņām elektronu koncentrācijā, nevienmērību ģenerāciju elektronu blīvumā, mākslīga īsviļņu radioviļņu starojuma rašanos, ģeomagnētiskajām pulsācijām, elektronu paātrināšanos, apkārtējās vides spīdēšanu galvenokārt optiskajā spektra diapazonā.

Tā kā šos efektus daļēji nosaka starotāju jauda, tad skaitļu lieluma ziņā šie raksturlielumi, protams, var kļūt citādi. Tomēr runāt par globālām apkārtējās vides pārmaiņām, kas tika minētas iepriekš, ir pārāgri. Ja starotāju jaudas tiks palielinātas vēl vairāk, iedarbības sekas uz jonosfēru neapšaubāmi nevar atstāt bez ievēribas – būs nepieciešams veikt speciālus zinātniskās izpētes darbus. Tas būs jonosfēras reālā laika monitorings, lai uzkrātu faktus, kas nākotnē var kļūt par mūsu planētas klimata vadības atslēgu.

Papildu informācijas avoti

www.haarp.alaska.edu – HAARP vietne

<http://sura.nirfi.sci-nnov.ru> – SURA vietne

<http://www.crystalinks.com/haarp.html> – informācija par HAARP projektu

- Kuri lielumi brīvu rimstošu svārstību procesā samazinās, bet kuri paliek nemainīgi?

.....

.....

.....

.....

- Ar ko savstarpēji atšķiras novērotie grafiki?

.....

.....

.....

.....

- Kā mainās svārstību periods atkarībā no kondensatora kapacitātes?

.....

.....

.....

.....

- Kā iegūt nerimstošas svārstības?

.....

.....

.....

.....

legūto datu reģistrēšana un apstrāde

Vēro demonstrējumu un aizpildi tabulu!

1. tabula

Dažādu materiālu caurlaidība

Trauka pārseguma materiāls	Radioaparāts Vai laiž cauri radiosignālu (jā/nē)?

2. tabula

Dažādu materiālu antenu ietekme

Antena	Vai radiopārtraide atjaunojas (jā/nē)?

Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi

1. Kuros gadījumos bija vērojama radioviļņu ekranēšana?

.....

.....

.....

.....

2. Kāpēc lietus laikā pasliktinās radiopārtraides uztveršanas kvalitāte?

.....

.....

.....

.....

3. Kādos gadījumos radioviļņu ekranēšana ir nepieciešama?

.....

.....

.....

.....

4. Vai tava izvirzītā hipotēze apstiprinājās? Pamato to!

.....

.....

.....

.....