



Inhoudsopgave

14	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel E (201-244).....	14-5
14.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?	14-5
14.2	Enkele opmerkingen.....	14-6
14.3	Formularium	14-6
14.3.1	Elektromagnetisch veld.....	14-6
14.3.2	Voortplantingssnelheid, frequentie en golflengte	14-7
14.3.3	Verkortingsfactor.....	14-7
14.3.4	Antennes-1. De halve-golf-dipoolantenne met middenaansluiting.....	14-7
14.3.5	Antennes-2. De dipool en harmonischen van zijn resonantiefrequentie.	14-8
14.3.6	Een te korte of te lange antenne, stralings- en verliesweerstand.	14-8
14.3.7	Transmissielijnen: belangrijkste eigenschappen	14-9
14.3.8	Transmissielijnen: soorten	14-9
14.3.9	Transmissielijn als afgestemde kring	14-10
14.3.10	De kwartgolf impedantietransformator	14-11
14.3.11	Hoe werkt het met een symmetrische leiding in plaats van coax?.....	14-12
14.3.12	De balun	14-12
14.3.13	Staandegolfverhouding (SWR)	14-12
14.3.14	Staandegolfmeter (SWR-meter)	14-13
14.3.15	Zichtafstand tussen antennes.....	14-13
14.3.16	Afstraling van een antenne: directe golf, grondgolf en ruimtegolf	14-14
14.3.17	De atmosfeer: de lagen en hun rol bij de propagatie van radiogolven	14-14
14.3.18	Single hop, multihop, fading.....	14-15
14.3.19	Kritische frequente, Maximum Usable Frequency (MUF).....	14-15
14.3.20	Sprongafstand (skip distance) en dode (stille) zone.....	14-16
14.3.21	Antennehoogte en afstralingshoek: de horizontale halvegolf-dipool	14-16
14.3.22	Antennehoogte en afstralingshoek: de groundplane	14-17
14.4	Opgaven.....	14-19
14.4.201	Opgave 14-201	14-20
14.4.202	Opgave 14-202	14-21



14.4.203 Opgave 14-203	14-22
14.4.204 Opgave 14-204	14-23
14.4.205 Opgave 14-205	14-24
14.4.206 Opgave 14-206	14-25
14.4.207 Opgave 14-207	14-26
14.4.208 Opgave 14-208	14-27
14.4.209 Opgave 14-209	14-28
14.4.210 Opgave 14-210	14-29
14.4.211 Opgave 14-211	14-30
14.4.212 Opgave 14-212	14-31
14.4.213 Opgave 14-213	14-32
14.4.214 Opgave 14-214	14-33
14.4.215 Opgave 14-215	14-34
14.4.216 Opgave 14-216	14-35
14.4.217 Opgave 14-217	14-36
14.4.218 Opgave 14-218	14-37
14.4.219 Opgave 14-219	14-38
14.4.220 Opgave 14-220	14-39
14.4.221 Opgave 14-221	14-40
14.4.222 Opgave 14-222	14-41
14.4.223 Opgave 14-223	14-42
14.4.224 Opgave 14-224	14-43
14.4.225 Opgave 14-225	14-44
14.4.226 Opgave 14-226	14-45
14.4.227 Opgave 14-227	14-46
14.4.228 Opgave 14-228	14-47
14.4.229 Opgave 14-229	14-48
14.4.230 Opgave 14-230	14-49
14.4.231 Opgave 14-231	14-50
14.4.232 Opgave 14-232	14-51
14.4.233 Opgave 14-233	14-52



14.4.234 Opgave 14-234	14-53
14.4.235 Opgave 14-235	14-54
14.4.236 Opgave 14-236	14-55
14.4.237 Opgave 14-237	14-56
14.4.238 Opgave 14-238	14-57
14.4.239 Opgave 14-239	14-58
14.4.240 Opgave 14-240	14-59
14.4.241 Opgave 14-241	14-60
14.4.242 Opgave 14-242	14-61
14.4.243 Opgave 14-243	14-62
14.4.244 Opgave 14-244	14-63
14.5 Uitwerkingen	14-64
14.5.201 Uitwerking van Opgave 14-201	14-65
14.5.202 Uitwerking van Opgave 14-202	14-66
14.5.203 Uitwerking van Opgave 14-203	14-67
14.5.204 Uitwerking van Opgave 14-204	14-68
14.5.205 Uitwerking van Opgave 14-205	14-69
14.5.206 Uitwerking van Opgave 14-206	14-70
14.5.207 Uitwerking van Opgave 14-207	14-71
14.5.208 Uitwerking van Opgave 14-208	14-72
14.5.209 Uitwerking van Opgave 14-209	14-73
14.5.210 Uitwerking van Opgave 14-210	14-74
14.5.211 Uitwerking van Opgave 14-211	14-75
14.5.212 Uitwerking van Opgave 14-212	14-76
14.5.213 Uitwerking van Opgave 14-213	14-77
14.5.214 Uitwerking van Opgave 14-214	14-78
14.5.215 Uitwerking van Opgave 14-215	14-79
14.5.216 Uitwerking van Opgave 14-216	14-80
14.5.217 Uitwerking van Opgave 14-217	14-81
14.5.218 Uitwerking van Opgave 14-218	14-82
14.5.219 Uitwerking van Opgave 14-219	14-83



14.5.220	Uitwerking van Opgave 14-220.....	14-84
14.5.221	Uitwerking van Opgave 14-221.....	14-85
14.5.222	Uitwerking van Opgave 14-222.....	14-86
14.5.223	Uitwerking van Opgave 14-223.....	14-87
14.5.224	Uitwerking van Opgave 14-224.....	14-88
14.5.225	Uitwerking van Opgave 14-225.....	14-89
14.5.226	Uitwerking van Opgave 14-226.....	14-90
14.5.227	Uitwerking van Opgave 14-227.....	14-91
14.5.228	Uitwerking van Opgave 14-228.....	14-92
14.5.229	Uitwerking van Opgave 14-229.....	14-93
14.5.230	Uitwerking van Opgave 14-230.....	14-94
14.5.231	Uitwerking van Opgave 14-231.....	14-95
14.5.232	Uitwerking van Opgave 14-232.....	14-96
14.5.233	Uitwerking van Opgave 14-233.....	14-97
14.5.234	Uitwerking van Opgave 14-234.....	14-98
14.5.235	Uitwerking van Opgave 14-235.....	14-99
14.5.236	Uitwerking van Opgave 14-236.....	14-100
14.5.237	Uitwerking van Opgave 14-237.....	14-101
14.5.238	Uitwerking van Opgave 14-238.....	14-102
14.5.239	Uitwerking van Opgave 14-239.....	14-103
14.5.240	Uitwerking van Opgave 14-240.....	14-104
14.5.241	Uitwerking van Opgave 14-241.....	14-105
14.5.242	Uitwerking van Opgave 14-242.....	14-106
14.5.243	Uitwerking van Opgave 14-243.....	14-107
14.5.244	Uitwerking van Opgave 14-244.....	14-108

14 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel E (201-244)

14.1 Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?


De voornaamste functie van deze bundel is dat je de kennis die je in cursushoofdstuk 13 hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

Het is niet de bedoeling, maar ook niet verboden, om te proberen het examen te halen door je enkel te trainen met examenvragen. Er bestaan mensen die op die manier het examen hebben gehaald. Bedenk dat sinds begin 2000 ongeveer 1400 examenvragen zijn gesteld. Die weg is daarom tijdrovend en de slagingskans niet groot. Bedenk ook dat examenvragen die op elkaar lijken, vaak niet precies gelijk zijn en dat de antwoorden op meerkeuzevragen niet altijd in dezelfde volgorde staan of precies gelijk zijn aan hun voorgangers. Of snappen sommigen de stof geleidelijk aan toch als ze maar heel veel examenvragen maken? Wie het weet, mag het zeggen.

Wel verwachten de schrijvers dat de opgedane kennis door het bestuderen en maken van de vragen scherper in je hoofd wordt geprent dan zonder examentraining. Want training is het natuurlijk wel.

Advies: maak in elk geval eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna de verkorte versie nog een keer door om te zien of alles bekend is en begin pas daarna aan de examenvragen in deze bundel.

De opgaven zitten in twee paragrafen. De eerste geeft alleen de opgaven. Zo kun je die maken zonder ongewild het antwoord toch te zien. Een gele pijl in een blauw veld aan het eind van elke opgave brengt je naar de uitwerking. Deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

De uitwerking begint met de opgave en met het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongewoon dat je via een andere weg ook tot een goed antwoord komt. Leg dan beide antwoorden naast elkaar en vergelijk.

Bij veel opgaven begint de uitwerking met een korte analyse. Tenslotte is de eerste vraag die een examenkandidaat zich bij elke examenvraag moet stellen er één van “hoe zit dit precies in elkaar?”. Kort gezegd: begrijp wat je doet.


Aan het eind van een uitwerking kun je via een rode pijl in een blauw veld terug naar de opgave.

Dat is deze:



Terug naar de opgave

Via eenzelfde pijl, maar dan groen, kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt elke cursist aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om wat anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe. Voor wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 14.5.

14.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 14 gesplitst in deel A, B, C, D en E. De delen A-D bevatten er elk 50. Dit is deel E met de opgaven 201-244.

Bij elke opgave is vermeld, in welke examens deze is voorgekomen. Voorbeeld: F-examen mei 2011 (1). De opgave is dan onderdeel geweest van het eerste examen in mei 2011. Gaat het om het tweede examen, dan staat er (2) in plaats van (1). Als er in een maand maar één examen is geweest, is er geen aanduiding (1) of (2). Soms staat er in plaats daarvan een volledige datum. Vóór het jaar 2008, waren er maar twee examens per jaar, het voorjaars- en najaarsexamen.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en plotseling, bijvoorbeeld 10 jaar of nog meer later, weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Maar een opgave die vaak voorkomt, zal een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is voorgekomen.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Normaal is dat een overzicht van vergelijkingen (“formules”) met soms wat handigheidjes. In dit geval overheersen de beschrijvende teksten. We raden aan, het formularium eerst door te nemen.

14.3 Formularium

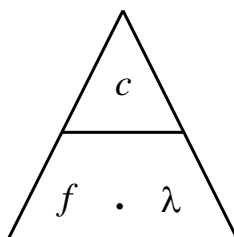
14.3.1 Elektromagnetisch veld

Radiogolven zijn een wisselend elektromagnetisch veld (EM-veld). Een EM-veld bestaat uit een elektrisch en een magnetisch veld met gelijke frequentie en golflengte. De golven in het elektrisch en het magnetisch deel staan loodrecht op elkaar. Het elektrische deel houdt verband met spanning, het magnetische met stroom. De elektrische veldsterkte wordt uitgedrukt in V/m, de magnetische in A/m.

14.3.2 Voortplantingssnelheid, frequentie en golflengte

De voortplantingssnelheid van EM-golven in vacuüm is gelijk aan de lichtsnelheid (ook licht is EM-straling), afgerond 300 000 km/s, symbool c , niet te verwarren met de hoofdletter C voor capaciteit. In lucht is de snelheid nauwelijks kleiner dan in vacuüm; in de radiopraktijk wordt het verschil verwaarloosd. Het verband tussen snelheid c , golflengte λ en frequentie f luidt: $c = f \lambda$.

Het kan ook in de vorm van de driehoek die we eerder gebruikten bij de wet van Ohm:

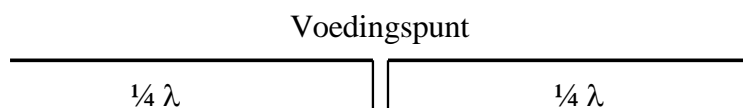


14.3.3 Verkortingsfactor

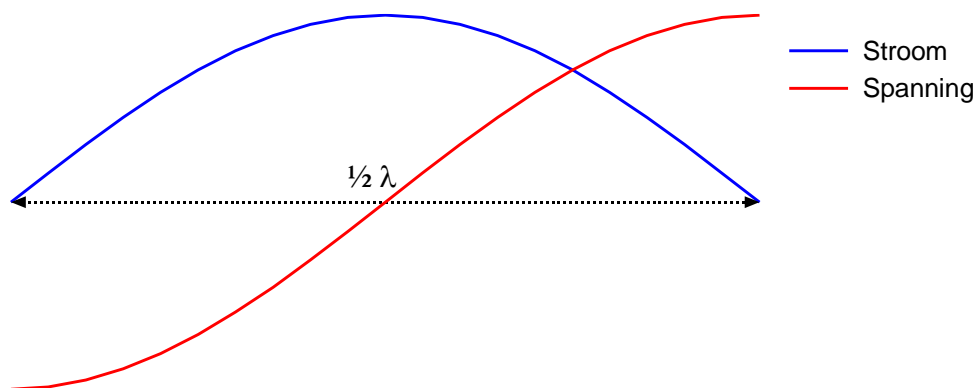
De snelheid waarmee een EM-golf een geleidende draad doorloopt, is ongeveer 0,96x de lichtsnelheid. Die 0,96 heet de *verkortingsfactor*. De golflengte in zo'n draad is de verkortingsfactor maal de lichtsnelheid in lucht of vacuüm. In transmissielijnen kan de verkortingsfactor aanzienlijk kleiner zijn.

14.3.4 Antennes-1. De halve-golf-dipoolantenne met middenaansluiting

Door het uiteinde van een geleidende draad of staaf loopt geen stroom. Een halve-golfdipool met middenaansluiting heeft twee van die uiteinden. Hij bestaat uit twee helften van $\frac{1}{4}\lambda$ met het voedingspunt in het midden.



Op de uiteinden zijn de spanningen maximaal en tegengesteld; op het voedingspunt in het midden is de stroom maximaal (grafiek hieronder).



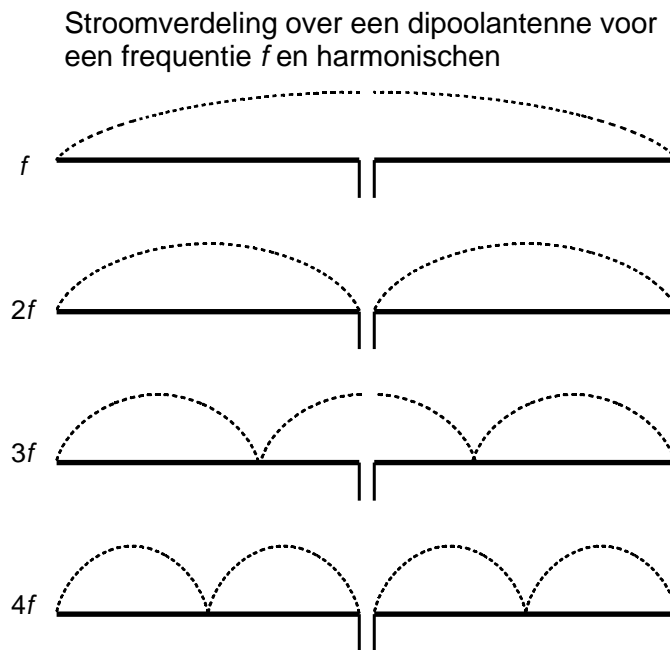
Een uiteinde is daarom (zeer) hoogohmig (niet oneindig omdat een uiteinde ook capaciteit heeft). Een kwart golflengte daarvandaan is de lijn laagohmig. Je kunt ook zeggen dat een

stuk lijn van een kwart golflengte de impedantie omzet van hoog- naar laagohmig of omgekeerd.

14.3.5 Antennes-2. De dipool en harmonischen van zijn resonantiefrequentie.

Een halvegolf dipool resonanceert niet alleen op de frequentie van de bijbehorende halve golf, maar ook op de harmonischen ervan.

De figuur hieronder toont diagrammen van de stroomverdeling over een dipool voor de grondfrequentie en zijn tweede, derde en vierde harmonische.

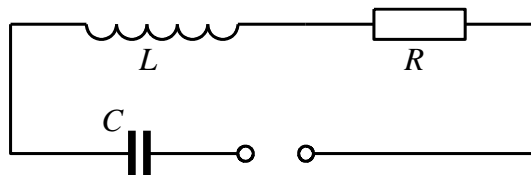


Op het aansluitpunt is de antenne afwisselend laagohmig (stroom maximaal) voor de oneven en hoogohmig (spanning maximaal) voor de even harmonischen.

Dat de frequenties van de klassieke amateurbanden op de korte golf (160 m, 80 m, 40 m, 20 m, 15 m en 10 m) vrijwel harmonischen zijn, is dan ook geen toeval. Met een antenne voor één band kun je met enig kunst- en vliegwerk alle hogere banden aan.

14.3.6 Een te korte of te lange antenne, stralings- en verliesweerstand.

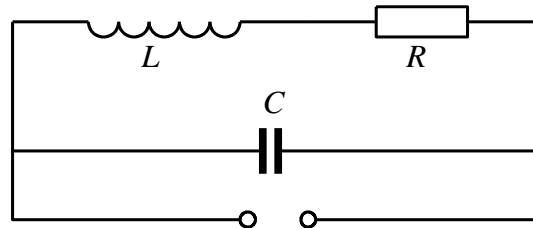
Het vervangingschema van een antenne is dat van een afgestemde kring. Dat van een in het midden gevoede halvegolf dipool ziet eruit als in het schema hieronder.



Bij resonantie vallen de reactanties van spoel en condensator tegen elkaar weg en blijft R over. R is de som van stralingsweerstand en verliesweerstand.

Is de aangeboden frequentie kleiner dan de resonantiefrequentie, dan is de spanning over C groter dan die over L . De antenne reageert als weerstand in serie met een condensator, ofwel *capacitief*. Ligt de aangeboden frequentie boven de resonantiefrequentie, dan is de antenne *inductief*.

Bij een helegolf-dipool is alles andersom. Die is bij resonantie hoogohmig op zijn middenaansluiting. Het vervangingscircuit is een parallelkring. Zie figuur.



Bij een frequentie hoger of lager dan de resonantiefrequentie ga je uit van de grootste stroom, niet van de hoogste spanning. Bij een frequentie kleiner dan de resonantiefrequentie: grootste stroom door L , dus inductief. Frequentie groter dan de resonantiefrequentie \rightarrow grootste stroom door $C \rightarrow$ *capacitief*. Het omgekeerde van de middengevoede halvegolf halvegolf-dipool: de eindgevoerde halvegolf-dipool.

14.3.7 Transmissielijnen: belangrijkste eigenschappen

De verbindingslijn tussen een zender en een antenne is een transmissielijn. De verbindingslijn tussen een antenne en een ontvanger bij voorkeur ook. Bij een zendontvanger (*transceiver*) delen zender en ontvanger transmissielijn en antenne.

Een goede transmissielijn verliest onderweg zo min mogelijk energie via een EM-veld of anderszins en geeft een zo groot mogelijke overdracht van vermogen tussen bron en bestemming.

Een transmissielijn heeft een *karakteristieke impedantie*. De vermogensoverdracht is het grootst als de karakteristieke impedantie gelijk is aan de impedantie van de zenderuitgang en die van de antenne.

14.3.8 Transmissielijnen: soorten

Er zijn drie hoofdsoorten: symmetrisch of “open”, asymmetrisch of “gesloten” en de golfgeleider of golfpijp.

Open transmissielijn

Is symmetrisch en bestaat uit twee evenwijdige draden. Het EM-veld van de ene lijn is tegengesteld aan dat van het andere. Beide velden zouden elkaar opheffen als de twee lijnen zouden samenvallen. In de praktijk geeft dat kortsluiting. De twee lijnen zijn daarom evenwijdig met korte afstand (centimeters). Er lekt dus altijd een beetje EM-veld weg.



Een open transmissielijn sluit door zijn symmetrie eenvoudig aan op een symmetrische antenne. Eén draad aan de ene antennehelft, de andere draad aan de andere helft.

De open transmissielijn “zweeft” elektrisch gezien. Hij heeft geen aarde- of massa-aansluiting. Spanning en stroom in beide draden zijn tegengesteld. De verkortingsfactor wijkt weinig af van die van een enkele draad. Vooral geschikt voor HF, waar de onderlinge afstand tussen de geleiders verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de golflengte.

Gesloten transmissielijn (coax)

De opbouw is asymmetrisch. De binnengeleider wordt omsloten door isolatiemateriaal en de buitengeleider die meestal toepasselijk wordt aangeduid met de term *mantel*. De mantel is gelijktijdig de tegengestelde geleider en aarde/massa. De verkortingsfactor kan veel lager zijn dan bij open transmissielijn: 0,6 of hoger. De waarde is vooral afhankelijk van de dikte van de isolatie en het soort materiaal. Hoe meer lucht erin zit, hoe dichter de waarde bij 1 komt. Geschikt voor alle frequenties waarvoor symmetrische lijn geschikt is en daarboven tot enkele GHz.

Golfgeleider (*golfpijp*)

Buisvormig. Vierkant, rechthoekig of rond. Wordt gebruikt vanaf ongeveer 3 GHz, waar coax te veel verlies geeft. Geschikt voor golflengten die kleiner zijn dan of gelijk aan twee pijpbreedtes, of bij ronde pijp: diameters.

14.3.9 Transmissielijn als afgestemde kring

Gebruik van de verkortingsfactor

We hebben het hier over transmissielijnen waarvan de lengte is gegeven in golflengten. In die golflengten is of wordt de verkortingsfactor van de lijn verwerkt. Dat geldt in de eerste plaats coaxiale leidingen, omdat daarin de verkortingsfactor sterk van 1 kan afwijken.

Denk aan getallen tussen 0,6 en 0,8; 0,66 komt veel voor.

Bij symmetrische (open) leidingen wordt vaak niet met een verkortingsfactor gerekend, omdat die bij dit soort leidingen vlak bij 1 ligt.

De term *stub*

Een stuk leiding van een bepaalde lengte die een transformatiefunctie heeft, wordt vaak aangeduid met de term “stub”, bijvoorbeeld “een kwartgolf stub”.

De kwartgolf leiding (kwartgolf stub)

Een kwartgolf stub **die aan één kant is kortgesloten**, gedraagt zich aan de andere kant als zeer hoge impedantie voor de betreffende frequentie, **dus als een parallelkring**. Voor **hogere frequenties** is het gedrag **capacitief**, voor **lagere frequenties inductief**.

Een kwartgolf stub **die aan één kant open is**, gedraagt zich aan de andere kant als lage impedantie voor de betreffende frequentie, **dus als een seriekring**. Voor **hogere frequenties** is het gedrag **inductief**, voor lagere frequenties **capacitief**, dus net andersom als bij de kortgesloten stub.

Hetzelfde gedrag doet zich voor bij antennes; zie bijvoorbeeld de middengevoede halvegolf-dipool die uit twee kwartgolfstukken bestaat: hoogohmig op de uiteinden, laagohmig in het midden.

De halvegolf leiding (halvegolf stub)

Een halvegolf leiding heeft aan beide kanten dezelfde impedantie. Zet op één kant een willekeurige impedantie en de andere kant heeft dezelfde impedantie. De karakteristieke impedantie van de kabel, waarvan de stub is gemaakt, doet er niet toe. Wel keert een halvegolf stub de fase om.

De driekwart golf-stub

De driekwart golf stub gedraagt zich in grote lijnen als een kwartgolf-stub. Zie hem als een kwartgolf stub in serie met een halvegolf stub, waardie aan beide uiteinden dezelfde impedantie vertoont, maar waarin wel de fase wordt omgekeerd.

14.3.10 De kwartgolf impedantietransformator

Een kwartgolf stub die aan één eind is kortgesloten, transformeert deze zeer lage impedantie tot een zeer hoge impedantie aan het andere eind. Omgekeerd leidt een zeer hoge impedantie (open einde) tot een zeer lage aan het andere eind.

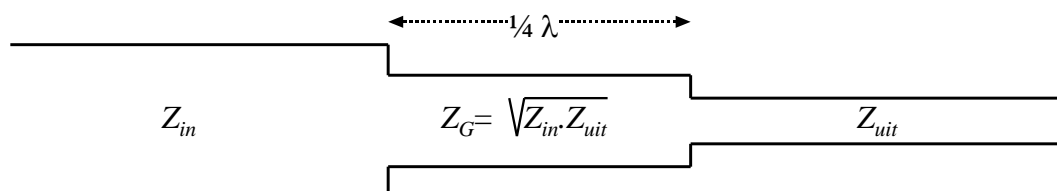
Het kan ook minder extreem. Daarbij moet rekening worden houden met de karakteristieke impedantie van de kabel, waarvan de stub is gemaakt. Voorbeeld: een kwartgolf stub met een karakteristieke impedantie van 70 ohm die aan één eind is verbonden met een coax-kabel met een karakteristieke impedantie van 50 ohm, heeft aan zijn andere eind een impedantie van bijna 100 ohm. Als we de karakteristieke impedantie van de stub Z_G noemen en die van de aan één kant gekoppelde kabel Z_{in} , dan vinden we aan de andere kant van de stub Z_{uit} volgens

$$Z_G^2 = Z_{in} \cdot Z_{uit}$$

Of (wat hetzelfde is):

$$Z_G = \sqrt{Z_{in} \cdot Z_{uit}}$$

Het plaatje uit de cursustekst laat het zien:



De vergelijking kan anders worden geschreven (voor sommigen wat gemakkelijker?):

$$Z_{in} : Z_G = Z_G : Z_{uit}$$

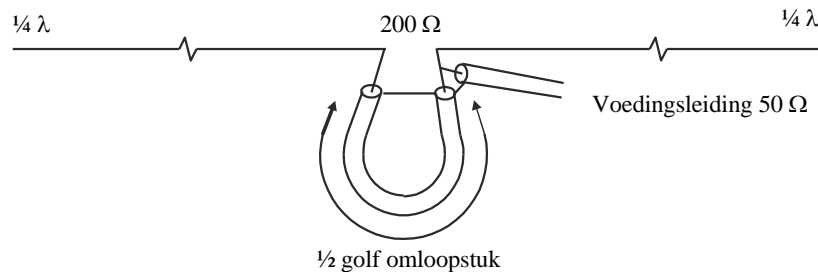
En in woorden: als je Z_{in} moet vermenigvuldigen met een getal a om Z_G te krijgen, moet je Z_G met datzelfde getal a vermenigvuldigen om Z_{uit} te krijgen.

14.3.11 Hoe werkt het met een symmetrische leiding in plaats van coax?

Alles werkt net zo. Gebruik alleen symmetrisch en asymmetrisch niet door elkaar zonder balun ertussen (zie volgende kopje).

14.3.12 De balun

Een balun zet een signaal om van symmetrisch (open lijn) naar asymmetrisch (coax) of omgekeerd. Dit laatste komt het meest voor. Hij voert tegelijk een impedantiëtransformatie uit. 1:1 is algemeen, evenals 1:4 (zie figuur uit de cursustekst hieronder).



Baluns hoeven niet uit coax te bestaan, maar kunnen ook gewikkeld worden. Daarvoor worden meestal ringkernen gebruikt omdat de verliezen beperkt zijn.

14.3.13 Staandegolfverhouding (SWR)

Een oneindig lange transmissielijn doet zich voor hoogfrequente spanning voor als een weerstand. Aangeboden vermogen wordt opgenomen volgens $P = u^2/R$. Die weerstand wordt aangeduid als *karacteristieke impedantie* van de lijn. Een transmissielijn die aan één kant wordt afgesloten met een weerstand ter grootte van zijn karakteristieke impedantie, doet zich vanaf de andere kant voor als een oneindig lange lijn. De golf in de lijn is een *lopende golf*:

Heeft een lijn een open (niet afgesloten) uiteinde (weerstand oneindig), dan wordt het vermogen dat er aan de ene kant ingaat, aan het einde gereflecteerd (weerkaatst), want het kan nergens anders naar toe. Er ontstaat dan een *staande* golf: spannings- en stroommaxima en -minima blijven op dezelfde plek. Hetzelfde geldt voor een lijn die aan het uiteinde wordt kortgesloten (weerstand = 0).

Is de lijn afgesloten met een weerstand ongelijk aan de karakteristieke impedantie, dan wordt het aangeboden vermogen deels gereflecteerd. Dat leidt tot een mengvorm van lopende en staande golven. Hoe verder de weerstanden of impedanties uiteen liggen, des te groter wordt het gereflecteerde deel. De bijbehorende grootte is de staande-golfverhouding, afgekort SWR (*Standing Wave Ratio*) of s . Voor s gelden twee vergelijkingen. De eerste is op basis van de spanningen u_F van de voorwaartse golf en u_R van de gereflecteerde:



$$S = \frac{u_F + u_R}{u_F - u_R}$$

De tweede vergelijking die op hetzelfde neerkomt, maar gemakkelijker toepasbaar is, is:

$$s = \frac{\text{hoogste impedantie}}{\text{laagste impedantie}} = \frac{Z_{max}}{Z_{min}}$$

14.3.14 Staandegolfmeter (SWR-meter)

Een staandegolfmeter, in examenvragen vaak aangeduid met SGM, maar soms ook als SWR-meter, meet de staandegolfverhouding op de kabel naar de schakeling die met zijn uitgang is verbonden. Een SWR-meter is gemaakt voor een bepaalde impedantie, in de amateurpraktijk 50Ω . Op de SWR-meter is de verhouding daarvan en de impedantie die hij aan zijn uitgang “ziet”, af te lezen (vergelijking hierboven).

Met behulp van een antenntuner (*ATU, antenne-aanpassingseenheid, tuner*) is de aanpassing tussen zenderuitgang en kabel plus antenne in te stellen. Vrijwel alle tuners hebben een ingebouwde SWR-meter. Meestal gebeurt dat instellen vrijwel meteen na de zenderuitgang, maar eigenlijk hoort de aanpassing van de voedingslijn aan de antenne tussen voedingslijn en antenne, dus in de mast, plaats te vinden. Dat stuit vrijwel altijd op praktische bezwaren.

14.3.15 Zichtafstand tussen antennes

Zonder allerlei atmosferische effecten zouden de meeste radioverbindingen beperkt blijven tot **zichtverbindingen**. Door de kromming van het aardoppervlak hangt die afstand af van de antennehoogte h . Voor de afstand d tot de zichthorizon kennen we de vergelijking

$$d \approx 3,57\sqrt{h}$$

Let op: hier is h in m en d in km!

Voor twee stations (1 en 2) wordt de maximale zichtafstand tussen de antennes de som van beide:

$$d_1 + d_2 \approx 3,57(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

Ook hier beide d in km en beide h in m.

Een vuistregel: rond 3,57 af op 4. Dit geeft een iets te hoge uitkomst.

Een andere vuistregel: een antenne van 10 m hoog “ziet” de horizon op 10 km afstand. Antenne n keer zo hoog betekent afstand tot de zichthorizon \sqrt{n} keer zo ver. Dit geeft een iets te lage uitkomst.

De iets te hoge of iets te lage uitkomsten maken op het examen weinig uit. De meerkeuzeantwoorden liggen zover uiteen dat het vinden van het juiste antwoord met behulp van de

uitkomst van één van de vuistregels niet moeilijk is. Soms zijn meerkeuze-antwoorden er zelfs mee berekend.

Op VHF en UHF bereken je hiermee de niet de werkelijke maximale afstand van een verbinding. Op VHF/UHF en hoger treedt in de atmosfeer verstrooiing (*scatter*) op en wordt de golf door het naar boven toe ijler worden van de lucht iets afgebogen, waardoor de echte overbrugbare afstand groter is.

14.3.16 Afstraling van een antenne: directe golf, grondgolf en ruimtegolf

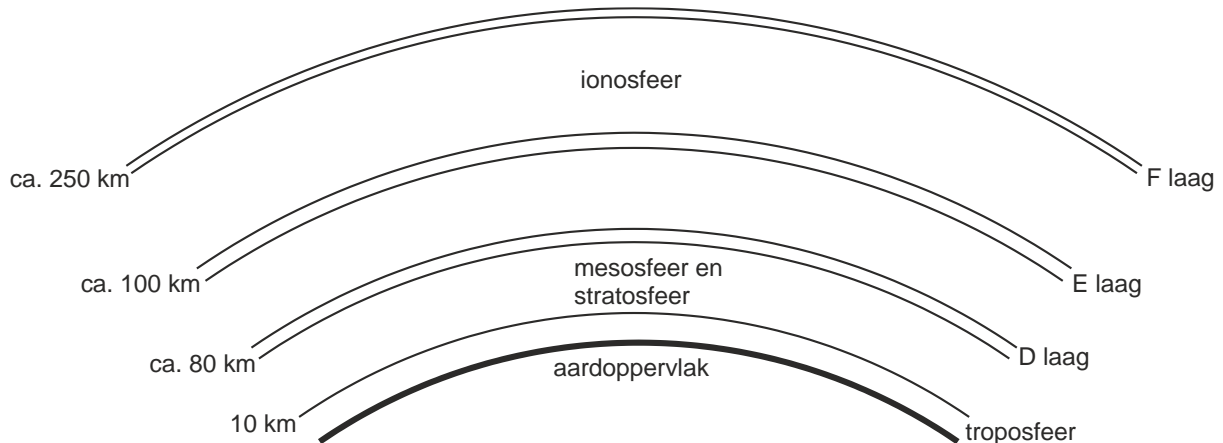
Directe golf: radiogolven die rechtstreeks van zend- naar ontvangstantenne gaan, eventueel geholpen door verstrooiing (*scatter*).

Grondgolf: heet ook *bodemgolf* en plant zich voort langs het aardoppervlak. Het bereik ervan is groter, naarmate de frequentie lager ligt. De golf volgt de kromming van de aarde. De verliezen in de aarde zijn groot; daarom zijn grote vermogens nodig voor een groot bereik.

Ruimtegolf: verdwijnt niet altijd de ruimte in, maar kan worden teruggebogen door reflecterende lagen in de atmosfeer.

14.3.17 De atmosfeer: de lagen en hun rol bij de propagatie van radiogolven

De figuur hieronder geeft de verschillende lagen van de atmosfeer.



De onderste laag heet *troposfeer* en is op onze breedte ongeveer 10 km dik (16-18 km bij de evenaar, circa 6 km bij de polen).

De propagatie van radiogolven speelt zich op VHF en hogere frequenties voornamelijk af in de troposfeer. Bij *temperatuurinversies*, een warme luchtlaag op een koudere, kan op VHF/UHF reflectie optreden die verbindingen over honderden km mogelijk maakt.

De *stratosfeer* is niet van belang voor propagatie. EM-golven blijven er rechtdoor gaan. De laag komt voor in foute antwoorden bij multiple-choice examenvragen. Als wordt gezegd dat op EM-gebied in de stratosfeer weinig gebeurt, is dat juist. In de mesosfeer is het niet anders: er gebeurt op EM-gebied weinig tot niets.



De *D-laag* is de onderste laag van de ionosfeer op ongeveer 80 km hoogte. Hij is overdag geïoniseerd en absorbeert EM-golven meer dan dat hij ze reflecteert. Absorptie treedt vooral op bij frequenties kleiner dan 2 MHz. Het gaat vooral om de lange- en middengolf en het minst hoogfrequente deel van de korte golf, zoals de 80-meterband. Daardoor is op die frequenties het bereik overdag niet groot, maar na zonsondergang wel, want dan verdwijnt de D-laag en doet de E-laag dienst als reflector.

De *E-laag* bevindt zich op ongeveer 100-125 km hoogte. De laag reflecteert EM-golven wel en kan overdag zelfs op VHF plotseling als reflector optreden. Dat laatste gebeurt vooral bij hoge zonneactiviteit en overdag, maar de voorspelbaarheid is gering. De naam: *sporadische E-reflectie*.

De *F-laag* ligt 's nachts op circa 250 km hoogte en wordt overdag onder invloed van de zon gesplitst in de F1-laag (circa 225 km hoog) en de F2-laag (circa 400 km hoog). Voor lange-afstandswerk (DX) is het de belangrijkste atmosferische laag.

14.3.18 Single hop, multihop, fading

Radiogolven kunnen door een reflecterende laag in de atmosfeer éénmaal weerkaatst worden maar ook meermaals. Tussendoor kan een reflectie tegen het aardoppervlak optreden. Een verbinding met één reflectie heet *single hop*. Eén met meerdere reflecties heet *multihop*.

Het kan allemaal nog wel ingewikkelder, bijvoorbeeld met twee of meer achtereenvolgende reflecties tegen ionosferische lagen. Een signaal dat door een antenne wordt opgepikt kan daardoor meerdere *paden* hebben gevolgd. Gevolg: wisselende faseverschillen bij ontvangst en daaraan gekoppeld wisselende signaalsterkten, *fading* geheten. Fading heeft geen vaste snelheid doordat de veranderingen van padlengte traag of snel kunnen zijn. Zijn de radiosignalen in fase, dan betekent dat versterking, tegenfase betekent verzwakking. Fading kan daardoor verschillend van sterkte zijn. Bij sterke fading zijn de twee signalen ongeveer even sterk; bij zwakkere fading zijn ze verschillend van sterkte.

Selectieve fading kan optreden bij bijvoorbeeld AM. Dan wordt de ene zijband meer verzwakt/versterkt dan de andere. Dat kan oorzaak zijn van vervorming.

14.3.19 Kritische frequente, Maximum Usable Frequency (MUF)

De kritische frequentie is de frequentie waarbij een verticaal uitgezonden golf nog net door de ionosfeer wordt gereflecteerd. Hogere frequenties die verticaal worden uitgezonden, worden doorgelaten en verdwijnen het heelal in.

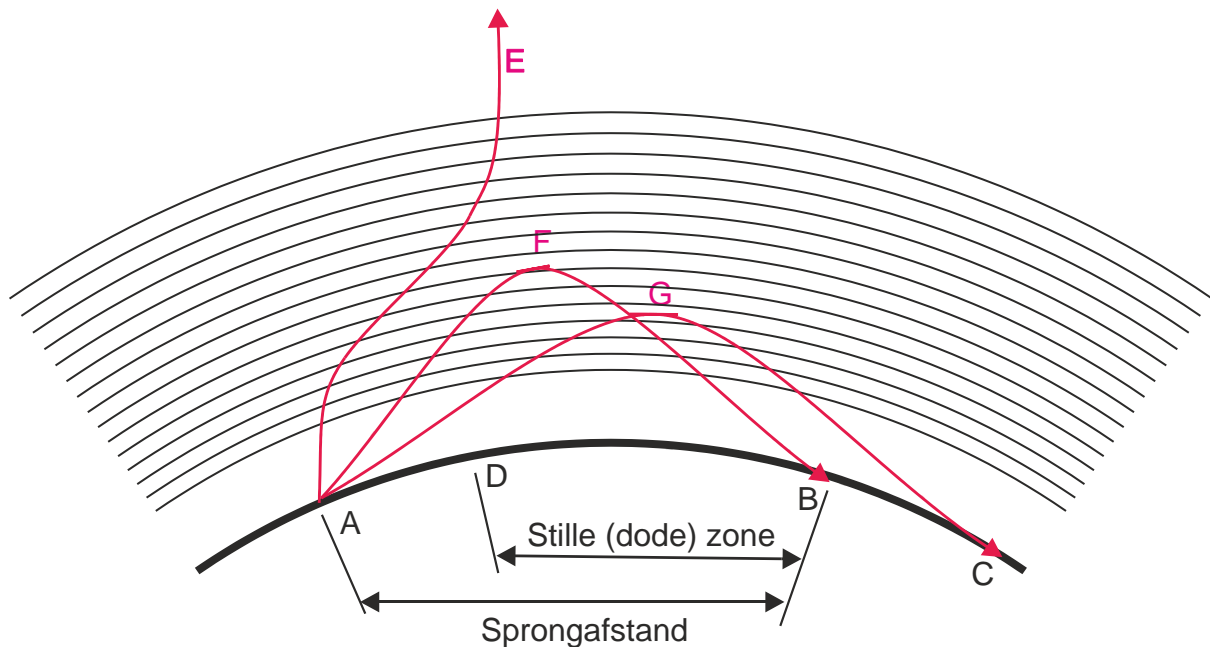
Worden die hogere frequenties onder een kleinere hoek dan 90 graden uitgezonden ("opgestraald"), dan worden ze nog wel gereflecteerd. Hoe hoger de frequentie, des te kleiner de benodigde hoek.

Bij de hoogste bruikbare frequentie (*Maximum Usable Frequency, MUF*) voor een verbinding wordt de uitgezonden golf nog net zodanig gereflecteerd dat hij bij het ontvangstation het aardoppervlak bereikt. De MUF ligt boven de kritische frequentie.

14.3.20 Sprongafstand (skip distance) en dode (stille) zone

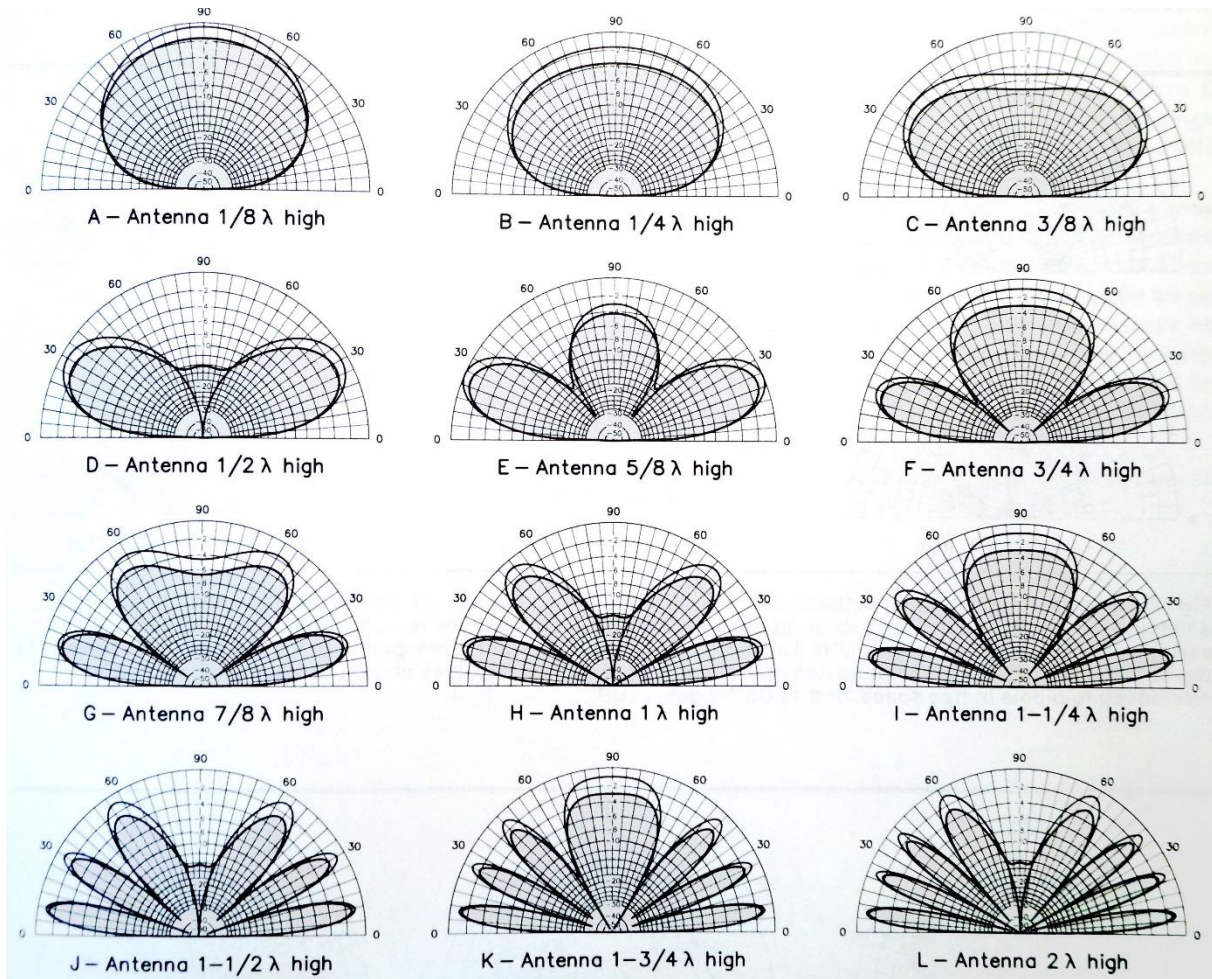
De *sprongafstand* of *skip distance* is de afstand over het aardoppervlak tussen de zendantenne die een ruimtegolf uitzendt en het punt waarop die golf het aardoppervlak weer bereikt. In de figuur hieronder is dat de afstand AB waarover golf F weer op aarde belandt.

De uit punt A uitgezonden grondgolf houdt bij punt D op, waarneembaar te zijn. De afstand tussen de punten D en B heet de *stille* of *dode zone* (*dead zone*).



14.3.21 Antennehoogte en afstralingshoek: de horizontale halvegolf-dipool

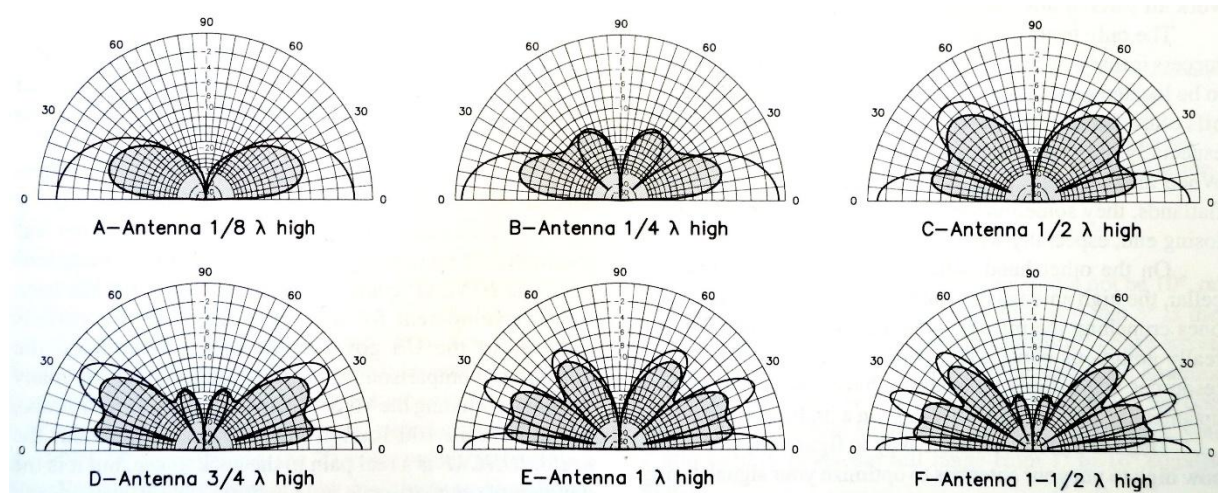
De volgende figuur uit het ARRL Antenna Book (2002) toont de stralingsdiagrammen van een horizontaal geplaatste halvegolf-dipool in afhankelijkheid van de hoogte boven het aardoppervlak (in golflengten λ). De buitenste kromme geeft de situatie bij ideale geleidende grond (die niet bestaat), de binnenste die met een gemiddelde bodemgesteldheid.



Het patroon van de opstraling hangt af van de antennehoogte, gemeten in golflengten. Een hoogte van een halve golflengte werkt meestal goed. Tot en met de 20-meterband, is dat vaak wel te realiseren; voor 40 m en hoger, zeker in een stadsomgeving, hoogst zelden.

14.3.22 Antennehoogte en afstralingshoek: de groundplane

Voor een kwartgolf groundplane met vier radialen zien vergelijkbare diagrammen er anders uit (zie diagrammen hierna). Ze zijn horizontaler, vooral bij een lage opstellingshoogte. Met een groundplane op geringe hoogte zijn daardoor vaak op HF al leuke resultaten te boeken, al zijn de verliezen door de nabijheid van het aardoppervlak wel groter dan bij een horizontale antenne. De diagrammen komen net als die hierboven uit het ARRL Antenna Book (2002).





14.4 Opgaven



14.4.201 Opgave 14-201

Onder kritische frequentie wordt verstaan:

- A. De hoogste frequentie waarbij een radioverbinding over een bepaald traject mogelijk is
- B. De frequentie waarbij de “skip distance” het grootst wordt
- C. De hoogste frequentie, waarbij onder loodrechte opstraling, de ionosfeer nog juist reflecteert
- D. De frequentie waarbij de F-laag de reflectie overneemt van de E-laag

(F-examen najaar 2001, januari 2013, mei 2013 (2), maart 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.202 Opgave 14-202

Bij een radiogolf is de kritische frequentie:

- A. De hoogste frequentie waarbij, bij verticale opstraling, nog reflectie door de ionosfeer optreedt
- B. Een andere uitdrukking voor “Maximum Usable Frequency”
- C. De hoogste frequentie die voor grondgolfpropagatie nog bruikbaar is
- D. De laagste frequentie waarbij, bij verticale opstraling, nog reflectie door de ionosfeer optreedt

(F-examen voorjaar 2007, april 2009, juli 2009, maart 2010 (1), mei 2011 (3), september 2012, augustus 2013, januari 2015, mei 2015 (1), mei 2018 (2), januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.203 Opgave 14-203

Radiofrequenties hoger dan de kritische frequentie worden bij verticale opstraling door de ionosfeerlagen:

- A. Teruggebogen
- B. Doorgelaten
- C. Gereflecteerd
- D. Geabsorbeerd

(F-examen najaar 2004, april 2008, September 2010 (1), mei 2011 (2), mei 2013 (1), maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.204 Opgave 14-204

Verticaal opgestraalde signalen met een frequentie hoger dan de kritische frequentie worden door de ionosfeer:

- A. Teruggekaatst
- B. Geabsorbeerd
- C. Doorgelaten
- D. Van frequentie veranderd

(F-examen november 2008 (2), november 2009, augustus 2010, mei 2016 (1), januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.205 Opgave 14-205

Onder “skip distance” wordt verstaan:

- A. De maximale breedte van de dode zone
- B. De afstand van de zender tot de rand van het gebied dat bestreken wordt door de grondgolf
- C. De afstand van de zender tot het dichtstbijzijnde punt waar de zender via reflectie van de ruimtegolf ontvangen kan worden
- D. De afstand van de zender tot het punt waar gelijktijdig het signaal wordt ontvangen via de grondgolf en de ruimtegolf.

(F-examen september 2014 (2), maart 2015, september 2015, september 2016, september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.206 Opgave 14-206

De “skip distance” is de afstand vanaf de zender:

- A. Die maximaal kan worden overbrugd
- B. Tot waar altijd verbinding mogelijk is
- C. Tot waar de grondgolf juist is uitgedoofd
- D. Tot waar de ruimtegolf voor het eerst het aardoppervlak weer bereikt

(F-examen maart 2011 (2), december 2011, maart 2013, mei 2013 (2), november 2014 (1), mei 2016 (1), januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.207 Opgave 14-207

Van “skip distance” kan slechts sprake zijn als de:

- A. Zendfrequentie zo laag is dat geen ruimtegolf ontstaat
- B. Zendfrequentie hoger is dan de kritische frequentie
- C. Antenne verticaal is gepolariseerd
- D. Zendfrequentie lager is dan de kritische frequentie

(F-examen najaar 2003, maart 2009 (2), mei 2009 (2), december 2012, mei 2011 (3), september 2012, november 2012, november 2013 (2), november 2015, mei 2017 (2), september 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.208 Opgave 14-208

De “skip distance” is de afstand tussen:

- A. Het einde van het grondgolfbereik en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is
- B. Twee gereflecteerde golven
- C. De antenne en de reflecterende ionosfeerlaag
- D. De antenne en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is

(F-examen augustus 2009, november 2009, april 2010, mei 2010 (2), November 2010 (2), maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.209 Opgave 14-209

De “skip distance” is alleen aanwezig wanneer de zendfrequentie:

- A. Zo laag is, dat geen ruimtegolf ontstaat
- B. Zo hoog is, dat geen ruimtegolf ontstaat
- C. Lager is dan de kritische frequentie
- D. Hoger is dan de kritische frequentie

(F-examen maart 2012, augustus 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.210 Opgave 14-210

De “skip distance” is nul, wanneer de zendfrequentie:

- A. Zo hoog is, dat geen grondgolf ontstaat
- B. Zo laag is dat geen ruimtegolf ontstaat
- C. Hoger is dan de kritische frequentie
- D. Lager is dan de kritische frequentie

(F-examen voorjaar 2001, februari 2010 (1),

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.211 Opgave 14-211

Als er rondom een korte golf-zendantenne een dode zone aanwezig is, dan is de zendfrequentie

- A. Gelijk aan de kritische frequentie
- B. Lager dan de laagste bruikbare frequentie
- C. Hoger dan de kritische frequentie
- D. Lager dan de kritische frequentie

(F-examen voorjaar 2003, november 2008 (1 en 2), mei 2009 (1), september 2009 (2), november 2009, juli 2010, september 2011 (1), november 2014, september 2016, mei 2017 (1), mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.212 Opgave 14-212

De dode zone is het gebied tussen:

- A. De antenne en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is
- B. Het eind van het grondgolfbereik en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is
- C. De antenne en de reflecterende ionosfeerlaag
- D. Twee gereflecteerde golven

(F-examen november 2008 (2), mei 2009 (1), september 2009 (1), augustus 2010, mei 2011 (1), juli 2011, november 2011, maart 2013, mei 2014 (2), maart 2019, mei 2019 (1), september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.213 Opgave 14-213

Onder de dode zone wordt verstaan het gebied rondom een zender waarin:

- A. Wel door de ruimtegolf en niet door de grondgolf wordt bestreken
- B. Noch door de grondgolf, noch door de ruimtegolf wordt bestreken
- C. Zowel door de grondgolf als door de ruimtegolf wordt bestreken
- D. Wel door de grondgolf maar niet door de ruimtegolf wordt bestreken.

(F-examen voorjaar 2000, januari 2009, juli 2009, september 2010 (2), december 2010, september 2013 (1), september 2016, maart 2018, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.214 Opgave 14-214

De dode zone is het gebied rondom een kortegolfzender waarin:

- A. Geen ontvangst mogelijk is omdat de zendfrequentie laag is
- B. Noch de ruimtegolf, noch de grondgolf van de zender wordt ontvangen
- C. De zender alleen kan worden ontvangen als er Aurorareflecties optreden
- D. Door afscherming geen zichtverbinding met de zender mogelijk is

(F-examen mei 2009 (2), juni 2009, maart 2011 (1), juli 2011, maart 2013 (1), september 2016, september 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.215 Opgave 14-215

U ontvangt de uitzending van een amateurstation dat in Azië gevestigd is. Er zijn geen bijzondere condities. Het signaal wordt door u ontvangen dankzij propagatie via:

- A. De ruimtegolf
- B. De grondgolf
- C. Het Keppler-effect
- D. De skip-distance

(F-examen januari 2010, mei 2010 (1), juli 2010, mei 2016 (1), november 2017 (1), januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.216 Opgave 14-216

Aurora-reflectie treedt op als indirect gevolg van:

- A. Hoge luchtdruk
- B. Onweersactiviteit
- C. Een temperatuurinversie
- D. Een zonne-uitbarsting

(F-examen november 2008 (1), mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.217 Opgave 14-217

Aurora-gereflecteerde signalen hebben de volgende eigenschap:

- A. Ze zijn alleen in zuidelijke richting waarneembaar
- B. Ze komen uitsluitend 's nachts voor
- C. Ze hebben een ruisachtige sterktevariatie
- D. Ze zijn zeer stabiel en sterk

(F-examen mei 2009 (2), november 2016, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.218 Opgave 14-218

De beste mode voor het maken van radioverbindingen via Aurorapropagatie is:

- A. FM
- B. CW
- C. EZB
- D. AM

(F-examen juni 2009, september 2009 (1), juli 2010, november 2011, maart 2012, november 2012, mei 2013 (1), september 2013 (1), november 2013 (2), september 2014 (2), maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.219 Opgave 14-219

In een periode met een groot aantal zonnevlekken:

- A. Wordt de 28 MHz-band bruikbaar voor grote afstanden
- B. Wordt de kans op temperatuurinversie groter
- C. Neemt de skip-distance toe
- D. Splitst de E-laag zich vaker op in de F1- en F2-laag.

(F-examen najaar 2002, januari 2009, februari 2009, januari 2010, januari 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.220 Opgave 14-220

De bruikbaarheid van de 28MHz-band voor intercontinentaal radioverkeer is het grootst:

- A. Overdag, gedurende een periode van een minimum aantal zonnevlekken
- B. Overdag, gedurende een periode van een maximum aantal zonnevlekken
- C. Gedurende een magnetische storm
- D. 's nachts, gedurende een periode van een minimum aantal zonnevlekken

(F-examen februari 2010 (1), september 2011 (2), maart 2012, mei 2012 (2), september 2013 (1), maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.221 Opgave 14-221

Aurora-propagatie radioverbindingen lukken het beste met:

- A. CW
- B. FM
- C. EZB
- D. RTTY

(F-examen mei 2010 (1), december 2010, mei 2017 (1), november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.222 Opgave 14-222

Aurora-reflectie treedt voornamelijk op bij frequenties:

- A. Van 200 kHz tot 30 MHz
- B. Lager dan 100 kHz
- C. Van 30 MHz tot 1 GHz
- D. Boven 1 GHz

(F-examen januari 2010, mei 2015 (1), september 2015, mei 2016 (2). maart 2017, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.223 Opgave 14-223

Een zonnevlekkencyclus duurt gemiddeld:

- A. 2 jaar
- B. 5 jaar
- C. 11 jaar
- D. 17 jaar

(F-examen voorjaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.224 Opgave 14-224

De reflectie van EM-golven door de ionosfeer is het minst afhankelijk van:

- A. De frequentie
- B. Het jaarseizoen
- C. De polarisatie
- D. De tijd van de dag

(F-examen oktober 2009, maart 2010, december 2011, november 2013 (1), mei 2017 (2), maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.225 Opgave 14-225

Soms blijkt dat er op de 27 MHz band (11 meter) betere verbindingen mogelijk zijn dan op de 28 MHz band (10 meter). Dat komt omdat:

- A. Er op de 10 meter minder met een vaste kanaalindeling gewerkt wordt
- B. De MUF net niet hoog genoeg is voor de 10 meter band
- C. Er op 10 meter vaker met CW gewerkt wordt
- D. Er op 10 meter meer zonnevlekken zijn

(F-examen januari 2009, april 2010, November 2011, maart 2016, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.226 Opgave 14-226

Fading of sluiering van radiogolven beneden 30 MHz ontstaat doordat:

- A. De absorptie van de D-laag afneemt met toenemende frequentie
- B. Er in de zender amplitudemodulatie wordt toegepast
- C. Radiogolven langs meer dan één pad de ontvangantenne bereiken
- D. De D-laag alleen overdag aanwezig is en deze de radiogolven grotendeels absorbeert

(F-examen november 2010 (2), mei 2011 (2), mei 2012 (1), november 2014 (2), september 2015, januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.227 Opgave 14-227

Fading in de HF-banden (3-30 MHz) kan worden veroorzaakt door:

- A. Het toepassen van een te klein zendvermogen
- B. Twee in lengte verschillende propagatiewegen
- C. Verontreinigingen van de atmosfeer
- D. Regengebieden tussen zender en ontvanger

(F-examen voorjaar 2004, najaar 2007, maart 2009 (2), oktober 2009, mei 2010 (2), december 2010, maart 2017, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.228 Opgave 14-228

Bij een verbinding overdag op 80 meter binnen Nederland treedt fading op. Dit kan worden veroorzaakt door:

- A. Een niet-constante polarisatiedraaiing in de ionosfeer
- B. Sterke absorptie in de D-laag
- C. Een skip-distance groter dan 400 km
- D. Een laag opgestelde antenne

(F-examen september 2014 (1), januari 2017, januari 2018, september 2018, mei 2019 (2), november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.229 Opgave 14-229

Een lokaal station in de AM-omroepband wordt 's avonds onvervormd ontvangen. Tegelijkertijd wordt op een nabijgelegen frequentie een verafgelegen station met zo nu en dan ernstig vervormde modulatie ontvangen. De meest waarschijnlijke oorzaak van deze vervorming is:

- A. Selectieve fading
- B. Een fout in de zender
- C. Een plotselinge troposferische verstoring
- D. Overbelasting van de ingangstrap van de ontvanger

(F-examen najaar 2003)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.230 Opgave 14-230

Bij gebruik van frequenties in VHF/UHF-gebieden kunnen grote afstanden overbrugd worden ten gevolge van

- A. Goed geleidend aardoppervlak
- B. Reflecties tegen geïoniseerde F-lagen
- C. Temperatuurinversies
- D. Een gebied van lage luchtdruk

(F-examen: onbekende datum)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.231 Opgave 14-231

Bij temperatuurinversies kunnen radiogolven in de 145 MHz frequentieband aanzienlijk grotere afstanden overbruggen dan normaal. Dit komt omdat:

- A. De warme luchtlaag de golven minder absorbeert dan de koude luchtlaag
- B. De polarisatie van de golven wordt gedraaid op het grensvlak van warme en koude lucht
- C. Er buiging van de golven in een groot hogedrukgebied plaatsvindt
- D. De zich vormende waterdruppels werken als reflectors

(F-examen april 2009, februari 2010 (2), September 2010 (2), augustus 2011, mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.232 Opgave 14-232

Onder troposfeer wordt verstaan het gedeelte van de atmosfeer boven het aardoppervlak:

- A. Tussen zeeniveau en 10 km hoogte
- B. Boven 5 km hoogte
- C. Tussen 120 en 500 km hoogte
- D. Tussen 80 en 120 km hoogte

(F-examen juni 2010, januari 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.233 Opgave 14-233

De eigenschappen in de troposfeer bepalen in belangrijke mate de voortplanting van radiogolven in de:

- A. VHF- en HF-band
- B. LF-band
- C. HF-band
- D. VHF-band

(F-examen april 2008, oktober 2008, juni 2010, november 2010 (1), april 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.234 Opgave 14-234

De reikwijdte van een UHF-zender wordt het meest vergroot door:

- A. Het overgaan van horizontale op verticale polarisatie
- B. Het overgaan van enkelzijbandmodulatie op frequentiemodulatie
- C. Een open dipool te voorzien van een reflector
- D. Het vervangen van een open dipool door een gevouwen dipool

(F-examen september 2009 (2), september 2010 (2), mei 2013 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.235 Opgave 14-235

In het UHF-gebied kunnen soms grote afstanden overbrugd worden ten gevolge van:

- A. Temperatuurinversies
- B. Grote zonnevlekken-activiteit
- C. Reflecties tegen de geïoniseerde D-laag
- D. Reflecties tegen geïoniseerde F-lagen

(F-examen mei 2009 (1), juni 2009, mei 2014 (2), mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.236 Opgave 14-236

Van Amsterdam naar Stockholm wordt een radioverbinding op 145 MHz gemaakt.

Dit is mogelijk omdat:

- A. De kritische frequentie bij 20 MHz ligt
- B. Sporadische E-laagreflectie optreedt
- C. De antennes op 100 m hoogte zijn opgesteld
- D. Het zogenaamde Dellinger-effect optreedt.

(F-examen najaar 2001, oktober 2008, november 2008 (1), februari 2009, maart 2009 (1), mei 2009 (2), maart 2011 (1), mei 2013 (2), maart 2016, mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.237 Opgave 14-237

Twee amateurs hebben onderling verbinding in de 70 cm-band, terwijl zij op een afstand van enkele kilometers van elkaar door een nat bos lopen.

Dit bos heeft invloed op:

- A. Trajectverliezen
- B. De SWR van de antennes
- C. Het ruisniveau aan de ontvangeringang
- D. De opstraalhoek

(F-examen februari 2010 (2), november 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.238 Opgave 14-238

Bij verdubbeling van de antennehoogte zal in het vrije veld de VHF-horizon:

- A. Meer dan een factor 10 verder komen te liggen
- B. Ongeveer een factor 4 verder komen te liggen
- C. Minder dan een factor 2 verder komen te liggen
- D. Geen verandering ondergaan

(F-examen december 2008, september 2009 (1), April 2010, September 2010 (1), maart 2014, November 2016, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.239 Opgave 14-239

Een radioverbinding over lange afstand op 145 MHz is mogelijk door:

- A. De ultraviolette zonnestraling
- B. Temperatuurinversie
- C. Magnetische stormen
- D. De afwezigheid van zonnevlekken

(F-examen najaar 2004, maart 2009 (2), november 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.240 Opgave 14-240

Radioverbindingen in de 2 meterband tussen stations op aarde vinden in het algemeen plaats via de:

- A. Biosfeer
- B. Ionosfeer
- C. Troposfeer
- D. Stratosfeer

(F-examen maart 2009 (2), april 2009, mei 2009 (1), september 2010 (2), april 2011, december 2011, maart 2012, mei 2015 (1), november 2015, mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.241 Opgave 14-241

Vanuit een ballon op 3000 meter hoogte boven het aardoppervlak ligt voor VHF-communicatie de radiohorizon op ongeveer:

- A. 1000 km
- B. 50 km
- C. 200 km
- D. 10 km

(F-examen januari 2011, september 2011 (2), mei 2013 (2), september 2014 (1), maart 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.242 Opgave 14-242

Vanuit een aardsatelliet op 1000 km hoogte wordt een UHF-uitzending gedaan. Deze uitzending is op aarde steeds te ontvangen in een gebied met een straal van ongeveer:

- A. 100 km
- B. 20 000 km
- C. 4000 km
- D. 500 km

(F-examen najaar 2002, oktober 2008, maart 2009 (1), mei 2011 (1), december 2011, september 2016, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.243 Opgave 14-243

Radiozendamateurs met een F-registratie mogen CW-verbindingen maken op 135,7-137,8 kHz. Dat is een golflengte van ongeveer:

- A. 22 meter
- B. 220 meter
- C. 2,2 kilometer
- D. 22 kilometer

(F-examen voorjaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.244 Opgave 14-244

De afstand die met een amateur UHF-verbinding met parabolantennes onder goede omstandigheden rechtstreeks kan worden overbrugd, bedraagt:

- A. 2,5 km
- B. 25 km
- C. Meer dan 50 km
- D. 1 km

(F-examen voorjaar 2005, oktober 2008, mei 2017 (1), september 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.5 Uitwerkingen

**14.5.201 Uitwerking van Opgave 14-201**

Onder kritische frequentie wordt verstaan:

- A. De hoogste frequentie waarbij een radioverbinding over een bepaald traject mogelijk is
- B. De frequentie waarbij de “skip distance” het grootst wordt
- C. De hoogste frequentie, waarbij onder loodrechte opstraling, de ionosfeer nog juist reflecteert**
- D. De frequentie waarbij de F-laag de reflectie overneemt van de E-laag

Uitwerking

De kritische frequentie is de hoogste frequentie, waarbij een verticaal (loodrecht) opgestraald signaal nog door de ionosfeer wordt teruggekaatst (gereflecteerd). Antwoord C.

Opmerking

Verwar de kritische frequentie niet met de MUF (Maximum Usable Frequency). Die staat in antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.202 Uitwerking van Opgave 14-202

Bij een radiogolf is de kritische frequentie:

- A. De hoogste frequentie waarbij, bij verticale opstraling, nog reflectie door de ionosfeer optreedt
- B. Een andere uitdrukking voor “Maximum Usable Frequency”
- C. De hoogste frequentie die voor grondgolfpropagatie nog bruikbaar is
- D. De laagste frequentie waarbij, bij verticale opstraling, nog reflectie door de ionosfeer optreedt

Uitwerking

De kritische frequentie is de hoogste frequentie waarbij, bij verticale opstraling, nog reflectie door de ionosfeer optreedt. Antwoord A.

Opmerking

Zie ook de uitwerking van Opgave 14-201, inclusief de opmerking met waarschuwing. Die waarschuwing is ook van toepassing op antwoord B in deze opgave. Dat antwoord verwijst naar de MUF, wat iets anders is.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.203 Uitwerking van Opgave 14-203

Radiofrequenties hoger dan de kritische frequentie worden bij verticale opstraling door de ionosfeerlagen:

- A. Teruggebogen
- B. Doorgelaten**
- C. Gereflecteerd
- D. Geabsorbeerd

Uitwerking

Frequenties onder de kritische frequentie worden bij verticale opstraling gereflecteerd, frequenties erboven worden doorgelaten en dus niet gereflecteerd.

Opmerking

Afbuiging/terugbuiging en absorptie zijn in dit verband niet aan de orde.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.204 Uitwerking van Opgave 14-204**

Verticaal opgestraalde signalen met een frequentie hoger dan de kritische frequentie worden door de ionosfeer:

- A. Teruggekaatst
- B. Geabsorbeerd
- C. Doorgelaten**
- D. Van frequentie veranderd

Uitwerking

Deze opgave lijkt sterk op Opgave 14-203, met uitzondering van antwoord D. *Ionosferische frequentietransformatie* klinkt interessant, maar is helaas meer iets voor science-fictionverhalen. Wie doet een poging?

Het juiste antwoord is natuurlijk C: het signaal wordt doorgelaten richting heelal, net als bij Opgave 14-203.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



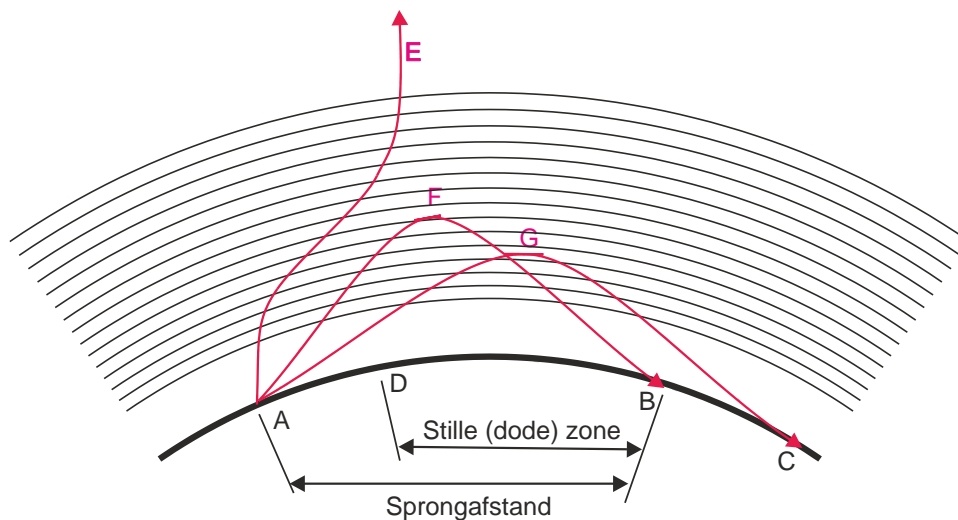
14.5.205 Uitwerking van Opgave 14-205

Onder “skip distance” wordt verstaan:

- A. De maximale breedte van de dode zone
- B. De afstand van de zender tot de rand van het gebied dat bestreken wordt door de grondgolf
- C. De afstand van de zender tot het dichtstbijzijnde punt waar de zender via reflectie van de ruimtegolf ontvangen kan worden**
- D. De afstand van de zender tot het punt waar gelijktijdig het signaal wordt ontvangen via de grondgolf en de ruimtegolf.

Uitwerking

Skip distance, *sprongafstand* in het Nederlands (zie ook het plaatje hieronder uit de cursustekst en het formularium) is de afstand tussen zendstation en het dichtstbijzijnde punt waar de via de ionosfeer gereflecteerde ruimtegolf van datzelfde zendstation kan worden ontvangen.



Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.206 Uitwerking van Opgave 14-206**

De “skip distance” is de afstand vanaf de zender:

- A. Die maximaal kan worden overbrugd
- B. Tot waar altijd verbinding mogelijk is
- C. Tot waar de grondgolf juist is uitgedoofd
- D. Tot waar de ruimtegolf voor het eerst het aardoppervlak weer bereikt**

Uitwerking

Zie ook de uitwerking van Opgave 14-205.

De skip distance (*sprongafstand*) is de afstand vanaf de zender tot het dichtstbijzijnde punt waar de zender via ionosferische reflectie van de ruimtegolf weer ontvangen kan worden.

Antwoord D



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.207 Uitwerking van Opgave 14-207

Van “skip distance” kan slechts sprake zijn als de:

- A. Zendfrequentie zo laag is dat geen ruimtegolf ontstaat
- B. Zendfrequentie hoger is dan de kritische frequentie**
- C. Antenne verticaal is gepolariseerd
- D. Zendfrequentie lager is dan de kritische frequentie

Uitwerking

De zendfrequentie met sprongafstand moet hoger zijn dan de kritische frequentie. Op de kritische frequentie is de sprongafstand 0. Als we de frequentie vanaf de kritische frequentie verhogen, ontstaat er eerst een klein sprongafstandje dat bij toenemende frequentie steeds groter wordt, totdat de ruimtegolf het aardoppervlak niet meer bereikt en er ook geen sprongafstand meer is. Dan verdwijnt het signaal het heelal in. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.208 Uitwerking van Opgave 14-208

De “skip distance” is de afstand tussen:

- A. Het einde van het grondgolfbereik en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is
- B. Twee gereflecteerde golven
- C. De antenne en de reflecterende ionosfeerlaag
- D. De antenne en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is

Uitwerking

Zie ook de uitwerkingen van Opgave 14-205, Opgave 14-206, en Opgave 14-207.

De skip distance (sprongafstand) is de afstand tussen de zendende antenne en de dichtstbijzijnde plaats waar de ionosferische reflectie van het uitgezonden signaal waarneembaar is of in andere woorden: de afstand tussen zendantenne en de plaats waar de gereflecteerde ruimtegolf het aardoppervlak voor het eerst weer bereikt. In nog iets andere bewoordingen is dat antwoord D.

Opmerking

Het verleidelijk uitziende antwoord A is de definitie van de “stille zone”, in het Engels “dead zone”. De antwoorden B en C zijn onzin.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.209 Uitwerking van Opgave 14-209

De “skip distance” is alleen aanwezig wanneer de zendfrequentie:

- A. Zo laag is, dat geen ruimtegolf ontstaat
- B. Zo hoog is, dat geen ruimtegolf ontstaat
- C. Lager is dan de kritische frequentie
- D. Hoger is dan de kritische frequentie

Uitwerking

Deze opgave is een zusje (broertje) van Opgave 14-207. Ook hier is het juiste antwoord dat een skip distance (sprongafstand) pas ontstaat als de frequentie hoger is dan de kritische frequentie. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.210 Uitwerking van Opgave 14-210

De “skip distance” is nul, wanneer de zendfrequentie:

- A. Zo hoog is, dat geen grondgolf ontstaat
- B. Zo laag is dat geen ruimtegolf ontstaat
- C. Hoger is dan de kritische frequentie
- D. **Lager is dan de kritische frequentie**

Uitwerking

De skip distance is nul als de zendfrequentie onder de kritische frequentie ligt, want dan wordt de radiogolf bij elke opstralingshoek gereflecteerd.. Antwoord D.

Opmerkingen

Bij elke op aarde uitgezonden frequentie ontstaan een grondgolf en een ruimtegolf. Je hebt er alleen niet altijd wat aan: bij heel hoge frequenties niet aan de grondgolf en bij heel lage frequenties niet aan de ruimtegolf.

Bij een zendfrequentie hoger dan de kritische frequentie is er een skip distance, tot de frequentie waarbij de ruimtegolf het aardoppervlak niet meer bereikt. Wat niet op aarde terugkomt, heeft geen skip distance.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.211 Uitwerking van Opgave 14-211**

Als er rondom een korte golf-zendantenne een dode zone aanwezig is, dan is de zendfrequentie

- A. Gelijk aan de kritische frequentie
- B. Lager dan de laagst bruikbare frequentie
- C. Hoger dan de kritische frequentie**
- D. Lager dan de kritische frequentie

Uitwerking

Bij aanwezigheid van een dode (stille) zone is de frequentie hoger dan de kritische frequentie. Deze zone begint waar de grondgolf praktisch is uitgedoofd en eindigt waar de gereflecteerde ruimtegolf juist het aardoppervlak bereikt. Antwoord C.

Opmerking

De “laagst bruikbare frequentie” is geen standaard begrip. De “hoogst bruikbare frequentie” wel. Dat is de MUF (“Maximum Usable Frequency”).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.212 Uitwerking van Opgave 14-212

De dode zone is het gebied tussen:

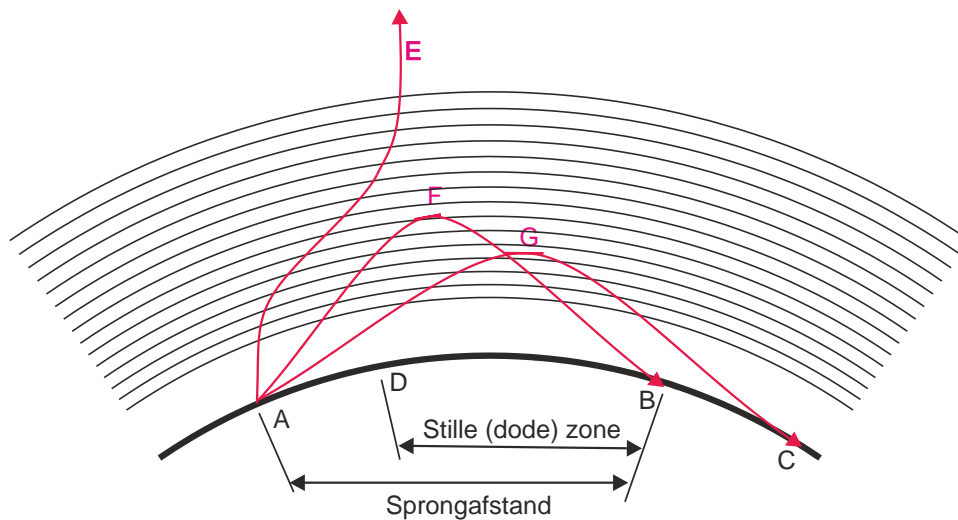
- A. De antenne en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is
- B. Het eind van het grondgolfbereik en de dichtstbijzijnde plaats waar de gereflecteerde golf aanwezig is**
- C. De antenne en de reflecterende ionosfeerlaag
- D. Twee gereflecteerde golven

Uitwerking

De dode (stille) zone is het gebied waarin geen signaal van de zender kan worden ontvangen. Daar is de grondgolf te zwak of afwezig en bereikt het via de ionosfeer gereflecteerde signaal de aarde pas op grotere afstand van de zendantenne. Antwoord B.

Opmerking

Antwoord A geeft de sprongafstand (skip distance). Zie ook de uitwerking van Opgave 14-208 en het plaatje uit het formularium en de cursustekst hieronder. Daar werd de skip distance gevraagd en stond de stille (dode) zone bij de foute opgaven. Zie ook het plaatje hieronder uit het formularium en de cursustekst.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.213 Uitwerking van Opgave 14-213

Onder de dode zone wordt verstaan het gebied rondom een zender dat:

- A. Wel door de ruimtegolf en niet door de grondgolf wordt bestreken
- B. Noch door de grondgolf, noch door de ruimtegolf wordt bestreken**
- C. Zowel door de grondgolf als door de ruimtegolf wordt bestreken
- D. Wel door de grondgolf maar niet door de ruimtegolf wordt bestreken.

Uitwerking

De dode zone wordt aan één kant begrensd door het einde van het ontvangstgebied van de grondgolf en aan de andere kant door het begin van het gebied waar de gereflecteerde ruimtegolf kan worden opgevangen. Antwoord B.

Opmerking

Zie ook de uitwerking van Opgave 14-212 (met plaatje).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.214 Uitwerking van Opgave 14-214**

De dode zone is het gebied rondom een kortegolfzender waarin:

- A. Geen ontvangst mogelijk is omdat de zendfrequentie laag is
- B. Noch de ruimtegolf, noch de grondgolf van de zender wordt ontvangen**
- C. De zender alleen kan worden ontvangen als er Aurorareflecties optreden
- D. Door afscherming geen zichtverbinding met de zender mogelijk is

Uitwerking

Zie ook de uitwerkingen van Opgave 14-211 - Opgave 14-213 en het plaatje bij de uitwerking van Opgave 14-212 De dode (stille) zone is het gebied rondom een kortegolfzender waarin de zender *niet meer* via de grondgolf te ontvangen is en *nog niet* via de ionosferisch gereflecteerde ruimtegolf. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.215 Uitwerking van Opgave 14-215**

U ontvangt de uitzending van een amateurstation dat in Azië gevestigd is. Er zijn geen bijzondere condities. Het signaal wordt door u ontvangen dankzij propagatie via:

- A. De ruimtegolf
- B. De grondgolf
- C. Het Kepler-effect
- D. De skip-distance

Uitwerking

De ontvangst kan alleen het gevolg zijn van de in de ionosfeer gereflecteerde ruimtegolf.
Antwoord A.

Opmerkingen

De grondgolf is op zo'n afstand allang uitgewerkt en de skip-distance heeft geen betrekking op ontvangst, maar op het ontbreken daarvan. De wetten van Kepler hebben betrekking op de baan van hemellichamen en hebben dus niets met amateurradio te maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.216 Uitwerking van Opgave 14-216

Aurora-reflectie treedt op als indirect gevolg van:

- A. Hoge luchtdruk
- B. Onweersactiviteit
- C. Een temperatuurinversie
- D. Een zonne-uitbarsting**

Aurora (Noorderlicht op het noordelijk halfrond of Zuiderlicht op het zuidelijk halfrond) treedt op als gevolg van een zonne-uitbarsting, waarbij grote massa's geladen deeltjes de ruimte in worden geblazen. Als zo'n deeltjesstroom richting aarde gaat, worden die deeltjes door de magnetische Noord- en Zuidpool aangetrokken, waardoor ze ionisatie in de bovenste lagen van de atmosfeer veroorzaken die op haar beurt radiogolven reflecteert. Antwoord D.

Opmerkingen

Aurora-reflectie leidt door sterke en snelle verandering in het signaal tot zeer slecht verstaanbare hees klinkende spraak. De meest effectieve communicatie is door middel van CW, omdat het daarbij alleen gaat om het signaalritme en niet om klanken.

Met luchtdruk, onweer of temperatuurinversies heeft Aurora niets te maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.217 Uitwerking van Opgave 14-217

Aurora-gereflecteerde signalen hebben de volgende eigenschap:

- A. Ze zijn alleen in zuidelijke richting waarneembaar
- B. Ze komen uitsluitend 's nachts voor
- C. Ze hebben een ruisachtige sterktevariatie**
- D. Ze zijn zeer stabiel en sterk

Uitwerking

Aurora wordt veroorzaakt door zonne-uitbarstingen die grote massa's elektrisch geladen deeltjes de ruimte in blazen. Als die deeltjes in de buurt van de aarde komen, worden ze geconcentreerd bij de magnetische noord- en zuidpool van de aarde, waar ze sterke ionisatie in de bovenste lagen van de atmosfeer veroorzaken. Die gaan niet alleen gepaard met snel wisselende lichtverschijnselen (Noorder- en Zuiderlicht), maar ook met snel wisselende reflectie van radiosignalen.

Bij aurora is het gereflecteerde signaal onderhevig aan vervorming door snelle fasewisselingen als gevolg van de snelle variaties in padlengte van de signalen. Het gevolg is een hees, ruisachtig stemgeluid. De beste manier van communicatie is dan ook niet telefonie, maar CW. Het ritme ervan blijft meestal behoorlijk waarneembaar. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.218 Uitwerking van Opgave 14-218

De beste mode voor het maken van radioverbindingen via Aurorapropagatie is:

- A. FM
- B. CW**
- C. EZB
- D. AM

Uitwerking

Hier valt niet veel meer aan uit te werken. Het juiste antwoord is al gegeven in de uitwerkingen van Opgave 14-216 en Opgave 14-217: CW. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.219 Uitwerking van Opgave 14-219

In een periode met een groot aantal zonnevlekken:

- A. Wordt de 28 MHz-band bruikbaar voor grote afstanden
- B. Wordt de kans op temperatuurinversie groter
- C. Neemt de skip-distance toe
- D. Splitst de E-laag zich vaker op in de F1- en F2-laag.

Uitwerking

De 28 MHz-band die in jaren van geringe zonneactiviteit voornamelijk in de zomer en (vanuit Nederland) vooral in Europa bruikbaar is, geeft vooral bij grote zonne-activiteit, mogelijkheden voor wereldwijde verbindingen. Dat houdt verband met de sterkere ontwikkeling van de F-laag bij hoge zonneactiviteit. Zoals eerder opgemerkt, is die hoge zonneactiviteit merkbaar in het hoge aantal zonnevlekken, Antwoord A.

Opmerking

Antwoord D is een instinker. Bij hoge zonneactiviteit kan de F-laag zich vaker en langer splitsen in F1 en F2, maar de E-laag maakt geen F1 en F2. Goed lezen!



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.220 Uitwerking van Opgave 14-220

De bruikbaarheid van de 28MHz-band voor intercontinentaal radioverkeer is het grootst:

- A. Overdag, gedurende een periode van een minimum aantal zonnevlekken
- B. Overdag, gedurende een periode van een maximum aantal zonnevlekken**
- C. Gedurende een magnetische storm
- D. 's nachts, gedurende een periode van een minimum aantal zonnevlekken

Uitwerking

Zie ook de uitwerking van Opgave 14-219. De 28 MHz-band is voornamelijk overdag bruikbaar en voor intercontinentaal radioverkeer vooral bij een zonnevlekkenmaximum.
Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.221 Uitwerking van Opgave 14-221

Aurora-propagatie radioverbindingen lukken het beste met:

- A. CW
- B. FM
- C. EZB
- D. RTTY

Uitwerking

Zie de uitwerking van Opgave 14-218. Praktisch dezelfde opgave, maar met iets andere tekst. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.222 Uitwerking van Opgave 14-222

Aurora-reflectie treedt voornamelijk op bij frequenties:

- A. Van 200 kHz tot 30 MHz
- B. Lager dan 100 kHz
- C. Van 30 MHz tot 1 GHz**
- D. Boven 1 GHz

Uitwerking

Weer eens een weetje. Het gaat vooral om frequenties van ongeveer 30 MHz tot ongeveer 1 GHz. Niet dat er buiten dit frequentiegebied nooit aurora-reflecties zijn, maar ze komen zelden voor. Antwoord C.

Opmerking

De geluiden bij Aurora (noorderlicht) zijn altijd vervormd als gevolg van snelle faseveranderingen die op hun beurt weer het gevolg zijn van snelle veranderingen in afstand tot de reflecterende auroragebieden. Wie wel eens noorderlicht heeft gezien, weet hoe snel de “lichtgordijnen” veranderen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.223 Uitwerking van Opgave 14-223

Een zonnevlekkencyclus duurt gemiddeld:

- A. 2 jaar
- B. 5 jaar
- C. 11 jaar**
- D. 17 jaar

Uitwerking

Alweer een weetje. Een zonnevlekkencyclus (van maximum naar maximum en van minimum naar minimum) duurt ongeveer 11 jaar. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.224 Uitwerking van Opgave 14-224**

De reflectie van EM-golven door de ionosfeer is het minst afhankelijk van:

- A. De frequentie
- B. Het jaarseizoen
- C. De polarisatie**
- D. De tijd van de dag

Uitwerking

De reflectie van EM-golven in de ionosfeer is van allemaal wel min of meer afhankelijk, behalve van de polarisatie. De polarisatie is bij de zendantenne duidelijk gedefinieerd ten opzichte van de richting van het aardoppervlak. Maar wie wel eens een bol bekeken heeft, weet dat de richting van het oppervlak op elk punt van het boloppervlak anders is. De polarisatierichting van een EM-golf volgt de richting van het aardoppervlak nu eenmaal niet en daarom zijn EM-golven die via de ionosfeer binnenkomen alle kanten op gepolariseerd en kan de polarisatierichting geen invloed hebben op hun reflectie. Bovendien kan in de ionosfeer ook nog polarisatiedraaiing optreden. Samengevat: polarisatie in ionosferische verbindingen is een rommeltje zonder duidelijke invloed op propagatie. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.225 Uitwerking van Opgave 14-225

Soms blijkt dat er op de 27 MHz band (11 meter) betere verbindingen mogelijk zijn dan op de 28 MHz band (10 meter). Dat komt omdat:

- A. Er op de 10 meter minder met een vaste kanaalindeling gewerkt wordt
- B. De MUF net niet hoog genoeg is voor de 10 meter band**
- C. Er op 10 meter vaker met CW gewerkt wordt
- D. Er op 10 meter meer zonnevlekken zijn

Uitwerking

Als er op 11 meter meer mogelijk is dan op 10 m, moet dat aan de grootte van de MUF liggen: nog net goed voor 11 meter, net te krap voor 10. Antwoord B.

Opmerkingen

De vaste kanaalindeling van antwoord A kan weinig of niets te maken hebben met de mogelijkheid tot het maken van een verbinding. Het werken met CW op 10 m (antwoord C) kan hoogstens bevorderlijk zijn voor verre verbindingen. De zonnevlekken van antwoord D zitten niet op een frequentieband, maar op de zon.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.226 Uitwerking van Opgave 14-226

Fading of sluiering van radiogolven beneden 30 MHz ontstaat doordat:

- A. De absorptie van de D-laag afneemt met toenemende frequentie
- B. Er in de zender amplitudemodulatie wordt toegepast
- C. Radiogolven langs meer dan één pad de ontvangantenne bereiken**
- D. De D-laag alleen overdag aanwezig is en deze de radiogolven grotendeels absorbeert

Uitwerking

De oorzaak van fading is dat EM-golven langs meer dan één route (“pad”) de ontvangantenne kunnen bereiken. Het ene pad is langer dan het andere. Daardoor ontstaan faseverschillen. Die verzwakken of versterken de golf, al naar gelang hun grootte. Het faseverschil verandert voortdurend. Daardoor ontstaan de snel of langzaam wisselende signaalsterkten die bij fading horen. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.227 Uitwerking van Opgave 14-227**

Fading in de HF-banden (3-30 MHz) kan worden veroorzaakt door:

- A. Het toepassen van een te klein zendvermogen
- B. Twee in lengte verschillende propagatiewegen**
- C. Verontreinigingen van de atmosfeer
- D. Regengebieden tussen zender en ontvanger

Uitwerking

Het verschijnsel fading is aan de orde geweest in Opgave 14-226 (zie de uitwerking). De hoofdoorzaak is dat een signaal de ontvangantenne via wegen ("paden") van verschillende lengte bereikt. Daardoor ontstaan faseverschillen. Die kunnen een signaal versterken of verzwakken. Omdat de lengtes van de paden variëren, treedt nu eens versterking (in fase) en dan weer verzwakking (tegenfase) op. Dat leidt tot de snel of langzaam variërende signaalsterkten die we fading noemen. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.228 Uitwerking van Opgave 14-228**

Bij een verbinding overdag op 80 meter binnen Nederland treedt fading op. Dit kan worden veroorzaakt door:

- A. Een niet-constante polarisatiedraaiing in de ionosfeer
- B. Sterke absorptie in de D-laag
- C. Een skip-distance groter dan 400 km
- D. Een laag opgestelde antenne

Uitwerking

Bij een 80-meterverbinding in Nederland is de afstand niet heel groot. Als een 80-meterantenne laag hangt (bijvoorbeeld 1/8 golflengte ≈ 10 m), is de opstraling relatief steil en kan reflectie via de D-laag optreden. Dat leidt tot een verbinding over relatief korte afstand. In de ionosfeer (in dit geval de D-laag) kan behalve verschil in padlengte ook variërende polarisatiedraaiing optreden waarbij de faseverschillen variëren. Dat is een waarschijnlijke oorzaak van de fading bij de dagverbinding op 80 m. Antwoord A.

Opmerkingen

Absorptie in de D-laag, is, als hij op 80 m voor zou komen, niet de oorzaak van dit verschijnsel. Een skip-distance groter dan 400 km kan het niet zijn, alleen al omdat het tegenstation dan buiten Nederland moet liggen. Een laag opgestelde antenne straalt wel steil op, maar is zelf geen oorzaak. Daarvoor zijn de processen nodig die in de uitwerking worden genoemd.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.229 Uitwerking van Opgave 14-229

Een lokaal station in de AM-omroepband wordt 's avonds onvervormd ontvangen. Tegelijkertijd wordt op een nabijgelegen frequentie een veraf gelegen station met zo nu en dan ernstig vervormde modulatie ontvangen. De meest waarschijnlijke oorzaak van deze vervorming is:

- A. **Selectieve fading**
- B. Een fout in de zender
- C. Een plotselinge troposferische verstoring
- D. Overbelasting van de ingangstrap van de ontvanger

Uitwerking

Dit is vrij zeker selectieve fading. Het verafgelegen station wordt dan ontvangen via de E-laag, omdat de D-laag in de avond verdwenen is of nauwelijks nog effect heeft. Die reflectie is frequentie-afhankelijk en geeft daarom meer problemen bij AM dan bij EZB omdat AM een (ruim) 2 keer zo breed spectrum heeft. Dan kan verschil in padlengte op een deel van het spectrum een ander effect hebben dan op het andere.

Nabije zenders kunnen dan een goed signaal geven doordat de verbinding via de directe golf of de grondgolf verloopt, terwijl verafgelegen zenders het van de ruimtegolf moeten hebben. Antwoord A.

Opmerkingen

Een fout in een omroepzender (antwoord B) is hoogst onwaarschijnlijk; signalen op de middengolf trekken zich weinig aan van troposferische storingen (antwoord C) en een ver station zal bij de ontvanger geen overbelaste ingangstrap veroorzaken (antwoord D).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.230 Uitwerking van Opgave 14-230

Bij gebruik van frequenties in VHF/UHF-gebieden kunnen grote afstanden overbrugd worden ten gevolge van

- A. Goed geleidend aardoppervlak
- B. Reflecties tegen geïoniseerde F-lagen
- C. Temperatuurinversies**
- D. Een gebied van lage luchtdruk

Uitwerking

VHF/UHF-propagatie over grote afstanden (tot zo'n 1000 km) komt met enige regelmaat voor als gevolg van een temperatuurinversie in de troposfeer. Onder amateurs heet dat daarom ook wel "tropo". De normale afname van de luchttemperatuur met toenemende hoogte wordt dan onderbroken door een plotselinge stijging. Dan bevindt zich warme lucht boven koudere. Dat heet "temperatuurinversie", wat letterlijk "omkering van de temperatuur" betekent. De warme lucht veroorzaakt een spiegeling van de VHF- of UHF-EM-golven. Antwoord C.

Opmerkingen

Op een hete zomerdag kun je het verschijnsel met zichtbaar licht vlak bij de grond waarnemen, maar dan op zijn kop. Een lange rechte weg is daar heel geschikt voor. Die lijkt dan in de verte een spiegel. Dat komt door een dunne laag hete lucht vlak boven het wegdek. Daarboven bevindt zich wat koelere lucht. De combinatie weerkaatst zichtbaar licht dat van boven komt. De inversie op grotere hoogte is minder extreem en andersom (warm boven, koud onder), maar van onderen komende radiogolven worden op een vergelijkbare manier gereflecteerd of afgebogen.

Een elektrisch goed geleidend aardoppervlak helpt vooral bij een grondgolf, maar op hogere frequenties is die weinig effectief, doordat het vermogen snel wordt gedissipeerd in de aarde. Hoe kleiner de golflengte hoe sneller. Geïoniseerde F-lagen zijn hier niet aan de orde (zogenoemde sporadische E-reflectie wel, maar die staat niet bij de antwoorden) en een gebied van lage luchtdruk werkt eerder tegen dan mee.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.231 Uitwerking van Opgave 14-231

Bij temperatuurinversies kunnen radiogolven in de 145 MHz frequentieband aanzienlijk grotere afstanden overbruggen dan normaal. Dit komt omdat:

- A. De warme luchtlaag de golven minder absorbeert dan de koude luchtlaag
- B. De polarisatie van de golven wordt gedraaid op het grensvlak van warme en koude lucht
- C. Er buiging van de golven in een groot hogedrukgebied plaatsvindt**
- D. De zich vormende waterdruppels werken als reflectors

Uitwerking

Een temperatuurinversie is een warme luchtlaag boven een koudere. Het proces dat zich met 145 MHz-golven op de grens tussen beide afspeelt is voor een groot deel afbuiging als de temperatuurovergang niet al te scherp, maar geleidelijk is. Bij een heel scherpe overgang lijkt het meer op reflectie. De verticale luchtbeweging in een hogedrukgebied is overwegend naar beneden, waardoor als gevolg van processen die er in een zendcursus weinig toe doen, temperatuurinversies kunnen ontstaan. Dat wijst op antwoord C, maar dat is onvolledig. Zie de opmerking hieronder.

Opmerking

Temperatuurinversies kunnen zich op meer dan één manier vormen. Een groot hogedrukgebied is er één. Een ander voorbeeld is warme lucht die lichter is dan koude lucht en zich over koude lucht heen verspreidt. Dat kan bijvoorbeeld in de winter gebeuren als een landmassa (Europa bijvoorbeeld) is bedekt door koude lucht en warmere lucht van zee binnendringt. De koude lucht “plakt” dan als het ware aan de koude grond en de warme lucht verspreidt zich er overheen. Resultaat: een inversie en mooie condities op 145 MHz.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.232 Uitwerking van Opgave 14-232**

Onder troposfeer wordt verstaan het gedeelte van de atmosfeer boven het aardoppervlak:

- A. Tussen zeeniveau en 10 km hoogte
- B. Boven 5 km hoogte
- C. Tussen 120 en 500 km hoogte
- D. Tussen 80 en 120 km hoogte

Uitwerking

De hoogte van de troposfeer is niet overal dezelfde. In de tropen reikt hij tot 16 à 18 km, boven de polen tot ongeveer 6 km. Voor de geografische breedte van Nederland ligt de 10 km van antwoord A daar mooi tussenin.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.233 Uitwerking van Opgave 14-233

De eigenschappen in de troposfeer bepalen in belangrijke mate de voortplanting van radiogolven in de:

- A. VHF- en HF-band
- B. LF-band
- C. HF-band
- D. VHF-band

Uitwerking

Omstandigheden in de troposfeer, zoals temperatuurinversies, zijn vooral van belang voor de propagatie van radiogolven in het VHF-gebied (en een groot deel UHF, maar dat wordt niet gevraagd). Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.234 Uitwerking van Opgave 14-234**

De reikwijdte van een UHF-zender wordt het meest vergroot door:

- A. Het overgaan van horizontale op verticale polarisatie
- B. Het overgaan van enkelzijbandmodulatie op frequentiemodulatie
- C. Een open dipool te voorzien van een reflector**
- D. Het vervangen van een open dipool door een gevouwen dipool

Uitwerking

De polarisatierichting doet er op UHF niet veel toe en het vervangen van een open door een gevouwen dipool ook niet. Overgaan van EZB naar FM maakt het bereik er niet beter op (bandbreedte!), maar een dipool voorzien van een reflector wel (en liefst flink wat directoren erbij!). Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.235 Uitwerking van Opgave 14-235

In het UHF-gebied kunnen soms grote afstanden overbrugd worden ten gevolge van:

- A. Temperatuurinversies
- B. Grote zonnevlekken-activiteit
- C. Reflecties tegen de geïoniseerde D-laag
- D. Reflecties tegen geïoniseerde F-lagen

Uitwerking

Zonnevlekkenactiviteit en ionosfeerlagen hebben op de voortplanting van radiogolven in het UHF-gebied geen invloed. Troposferische omstandigheden, in het bijzonder temperatuurinversies hebben dat wel, net als in het VHF-gebied. Antwoord A.

Opmerking

Kijk als je dat wilt, nog eens naar de uitwerking van Opgave 14-230.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.236 Uitwerking van Opgave 14-236

Van Amsterdam naar Stockholm wordt een radioverbinding op 145 MHz gemaakt. Dit is mogelijk omdat:

- A. De kritische frequentie bij 20 MHz ligt
- B. Sporadische E-laagreflectie optreedt**
- C. De antennes op 100 m hoogte zijn opgesteld
- D. Het zogenaamde Dellinger-effect optreedt.

Uitwerking

Amsterdam-Stockholm (ongeveer 1200 km) is (ruim) aan de verre kant voor troposferische propagatie. Sporadische E-reflectie is het meest waarschijnlijk.

We kijken nog even verder. Antennes op 100 m hoogte zijn aantrekkelijk, maar onvoldoende. Ga uit van het vuistregeltje dat bij een antenne van 10 m hoog de horizon ongeveer 10 km ver weg is. Met 2 antennes op 10 m hoogte wordt de zichtafstand 20 km. 100 m is 10x zo hoog en dan komt de zichtverbinding $\sqrt{10} \approx 3,2$ maal zo ver, dat is ongeveer 65 km. Stockholm ligt een aardig stukje verderop.

Het Dellinger-effect heeft betrekking op het plotseling kunnen wegvallen van een HF-verbinding via de ionosfeer en niet op het wèl lukken van een verbinding op 145 MHz. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.237 Uitwerking van Opgave 14-237**

Twee amateurs hebben onderling verbinding in de 70 cm-band, terwijl zij op een afstand van enkele kilometers van elkaar door een nat bos lopen.

Dit bos heeft invloed op:

- A. Trajectverliezen
- B. De SWR van de antennes
- C. Het ruisniveau aan de ontvangeringang
- D. De opstraalhoek

Uitwerking

Op deze hoge frequenties (korte golflengten) wordt een flink deel van het uitgezonden vermogen door het natte bos opgenomen. Natte bladeren en takken zijn geen heel goede geleiders, maar wel in staat om vrij effectief radio-vermogen op kleine golflengten te dissiperen. Zulke verliezen op het traject tussen zend- en ontvanststation heten *trajectverliezen*.

De SWR van de antennes van de (vermoedelijk) portofoons heeft daar weinig mee van doen, evenmin als het ruisniveau aan de ontvangeringang. De opstraalhoek is bij portofoons en op zulke afstanden nauwelijks aan de orde. Kortom: antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.238 Uitwerking van Opgave 14-238**

Bij verdubbeling van de antennehoogte zal in het vrije veld de VHF-horizon:

- A. Meer dan een factor 10 verder komen te liggen
- B. Ongeveer een factor 4 verder komen te liggen
- C. **Minder dan een factor 2 verder komen te liggen**
- D. Geen verandering ondergaan

Uitwerking

We hebben het bij Opgave 14-236 en in subparagraaf 14.3.15 van het formularium gehad over het vuistregeltje dat bij een antennehoogte van 10 m de zichthorizon ongeveer 10 km ver ligt en dat bij vergroting van de hoogte met een factor n de horizon \sqrt{n} keer zo ver komt te liggen. Bij verdubbeling van de hoogte is $n = 2$ en komt de zichthorizon (VHF-horizon) $\sqrt{2} \approx 1,4$ keer zo ver te liggen. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.239 Uitwerking van Opgave 14-239**

Een radioverbinding over lange afstand op 145 MHz is mogelijk door:

- A. De ultraviolette zonnestraling
- B. Temperatuurinversie**
- C. Magnetische stormen
- D. De afwezigheid van zonnevlekken

Uitwerking

We kennen hem al van Opgave 14-230 en een aantal opgaven daarna: de temperatuurinversie die leidt tot lange-afstand-propagatiemogelijkheden op 145 MHz. Ultraviolet licht en magnetische stormen hebben daarop geen positieve invloed. Het vóórkomen van zonnevlekken kan verband houden met de zonneactiviteit die op zijn beurt een positief verband kan hebben met lange-afstand-propagatiemogelijkheden op 145 MHz via sporadische E-reflectie. Het negatieve verband dat in antwoord D wordt gesuggereerd, is er niet. Dat wordt dus antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.240 Uitwerking van Opgave 14-240**

Radioverbindingen in de 2 meterband tussen stations op aarde vinden in het algemeen plaats via de:

- A. Biosfeer
- B. Ionosfeer
- C. Troposfeer**
- D. Stratosfeer

Uitwerking

Radioverbindingen op 2 meter lopen voor het overgrote deel via de troposfeer, het onderste deel van de atmosfeer en in Nederland zo'n 10 km dik. Antwoord C.

Opmerkingen

De biosfeer is het gebied waar leven voorkomt. Dat wordt alleen in foute antwoorden op zendexamens wel eens in verband gebracht met radioverbindingen

De ionosfeer doet op 2 meter wel eens mee bij sporadische E-verbindingen, maar verder niet. De stratosfeer heeft geen andere rol dan dat radiogolven er doorheen gaan.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.241 Uitwerking van Opgave 14-241**

Vanuit een ballon op 3000 meter hoogte boven het aardoppervlak ligt voor VHF-communicatie de radiohorizon op ongeveer:

- A. 1000 km
- B. 50 km
- C. **200 km**
- D. 10 km

Uitwerking

De manier van berekenen voor de afstand tot de zichthorizon volgens de cursustekst en subparagraaf 14.3.15 is

$$afstand \approx 3,57(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})\text{km}$$

Hier is $h_1 = 3000 \text{ m}$ en $h_2 = 0 \text{ m}$ en de afstand gaat in km. Werken we dit uit, dan vinden we

$$afstand \approx 3,57(\sqrt{3000} + 0)\text{km} \approx 196 \text{ km}$$

Af te ronden op 200 km.

Opmerkingen

Vuistregel 1 uit dezelfde bron levert een iets lagere uitkomst: **10 m hoogte geeft een afstand tot de horizon van ongeveer 10 km. Hoogte n keer zo groot, afstand \sqrt{n} keer zo lang.** Het getal n is hier $3000/10 = 300$, $\sqrt{n} = 17,3$; dat wordt 173 km.

Vuistregel 2 met 3,57 afgerond op 4 levert een afstand in km op van $4\sqrt{h}$ met h in meters (3000 m) is 219 km.

Met de getallen in de lijst wordt dat in alle gevallen een afronding op 200 km. In de opgave staat niet voor niets: *ongeveer*. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.242 Uitwerking van Opgave 14-242**

Vanuit een aardsatelliet op 1000 km hoogte wordt een UHF-uitzending gedaan. Deze uitzending is op aarde steeds te ontvangen in een gebied met een straal van ongeveer:

- A. 100 km
- B. 20 000 km
- C. 4000 km**
- D. 500 km

Uitwerking

Het gemakkelijkste is hier de vuistregel: afstand tot de horizon in km is 4 maal de wortel uit de hoogte in meters. 1000 km is 10^6 m. De wortel is 1000 m. Maal 4 is 4000 km.

De andere vuistregel levert ruim 3100 km op. De ene is te hoog, de andere te laag. Antwoord C is duidelijk berekend met de “hoge” vuistregel.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.243 Uitwerking van Opgave 14-243**

Radiozendamateurs met een F-registratie mogen CW-verbindingen maken op 135,7-137,8 kHz. Dat is een golflengte van ongeveer:

- A. 22 meter
- B. 220 meter
- C. 2,2 kilometer**
- D. 22 kilometer

Uitwerking

We gaan uit van $136 \text{ kHz} = 0,136 \text{ MHz}$. Dan geldt voor de golflengte λ :

$$\lambda = \frac{300}{0,136} \text{ m} = 2206 \text{ m} \approx 2,2 \text{ km}$$

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.244 Uitwerking van Opgave 14-244**

De afstand die met een amateur UHF-verbinding met parabolantennes onder goede omstandigheden rechtstreeks kan worden overbrugd, bedraagt:

- A. 2,5 km
- B. 25 km
- C. Meer dan 50 km**
- D. 1 km

Uitwerking

UHF is het frequentiegebied tussen 300 MHz en 3 GHz. De verbindingen zijn vrijwel direct zicht, met dien verstande dat er in de troposfeer vooral door met de hoogte afnemende dichtheid van de lucht enige afbuiging optreedt. Daardoor is de overbrugbare afstand wat groter dan die van de zichtverbinding in strikte zin. Verstrooiing (“scatter”) helpt daarbij ook.

Wat hier stoort, is dat geen antennehoogte gegeven wordt. Als we uitgaan van antennehoogtes van 20 meter, dan is volgens een van de vuistregels de optische horizon $10\sqrt{2}$ km \approx 15 km verwijderd. Voor twee antennes op die hoogte wordt de zichtafstand 30 km. De werkelijke overbrugbare afstand is door genoemde oorzaken groter en dan komen we uit bij antwoord C.

Opmerking

Hoe dan ook, speculeren over de antennehoogte blijft het. Daarmee is het naar de mening van uw schrijver in deze vorm een examenvraag die niet op deze manier gesteld had moeten worden.



Terug naar de opgave

Einde van de examenopgaven bij hoofdstuk 14