



# Inhoudsopgave

14	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel B .....	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/samenvatting cursustekst .....	14-6
14.3.1	Elektromagnetisch veld .....	14-6
14.3.2	Voortplantingssnelheid, frequentie en golflengte .....	14-6
14.3.3	Antennes en polarisatie .....	14-7
14.3.4	Antennes met parasitaire elementen, de Yagi-antenne .....	14-9
14.3.5	Opmerkingen over alle opgaven over antennes .....	14-11
14.3.6	Transmissielijnen: soorten en karakteristieke impedantie .....	14-11
14.3.7	Impedantie-aanpassing van de zender aan voedingslijn en antenne .....	14-13
14.3.8	De staandegolfmeter (SGM, SWR-meter) .....	14-13
14.3.9	Aanpassing in de eindtrap .....	14-14
14.3.10	De antennetuner .....	14-14
14.3.11	Voortplanting van elektromagnetische golven, frequentiegebieden .....	14-14
14.3.12	De zon en de lagen van de ionosfeer .....	14-16
14.3.13	Fading .....	14-17
14.4	Opgaven .....	14-18
14.4.51	Opgave 14-51 .....	14-19
14.4.52	Opgave 14-52 .....	14-20
14.4.53	Opgave 14-53 .....	14-21
14.4.54	Opgave 14-54 .....	14-22
14.4.55	Opgave 14-55 .....	14-23
14.4.56	Opgave 14-56 .....	14-24
14.4.57	Opgave 14-57 .....	14-25
14.4.58	Opgave 14-58 .....	14-26
14.4.59	Opgave 14-59 .....	14-27
14.4.60	Opgave 14-60 .....	14-28
14.4.61	Opgave 14-61 .....	14-29



14.4.62	Opgave 14-62 .....	14-30
14.4.63	Opgave 14-63 .....	14-31
14.4.64	Opgave 14-64 .....	14-32
14.4.65	Opgave 14-65 .....	14-33
14.4.66	Opgave 14-66 .....	14-34
14.4.67	Opgave 14-67 .....	14-35
14.4.68	Opgave 14-68 .....	14-36
14.4.69	Opgave 14-69 .....	14-37
14.4.70	Opgave 14-70 .....	14-38
14.4.71	Opgave 14-71 .....	14-39
14.4.72	Opgave 14-72 .....	14-40
14.4.73	Opgave 14-73 .....	14-41
14.4.74	Opgave 14-74 .....	14-42
14.4.75	Opgave 14-75 .....	14-43
14.4.76	Opgave 14-76 .....	14-44
14.4.77	Opgave 14-77 .....	14-45
14.4.78	Opgave 14-78 .....	14-46
14.4.79	Opgave 14-79 .....	14-47
14.4.80	Opgave 14-80 .....	14-48
14.4.81	Opgave 14-81 .....	14-49
14.4.82	Opgave 14-82 .....	14-50
14.4.83	Opgave 14-83 .....	14-51
14.4.84	Opgave 14-84 .....	14-52
14.4.85	Opgave 14-85 .....	14-53
14.4.86	Opgave 14-86 .....	14-54
14.4.87	Opgave 14-87 .....	14-55
14.4.88	Opgave 14-88 .....	14-56
14.4.89	Opgave 14-89 .....	14-57
14.4.90	Opgave 14-90 .....	14-58
14.4.91	Opgave 14-91 .....	14-59
14.4.92	Opgave 14-92 .....	14-60



14.4.93	Opgave 14-93 .....	14-61
14.4.94	Opgave 14-94 .....	14-62
14.4.95	Opgave 14-95 .....	14-63
14.4.96	Opgave 14-96 .....	14-64
14.5	Uitwerkingen .....	14-65
14.5.51	Uitwerking van Opgave 14-51 .....	14-66
14.5.52	Uitwerking van Opgave 14-52 .....	14-67
14.5.53	Uitwerking van Opgave 14-53 .....	14-69
14.5.54	Uitwerking van Opgave 14-54 .....	14-70
14.5.55	Uitwerking van Opgave 14-55 .....	14-71
14.5.56	Uitwerking van Opgave 14-56 .....	14-72
14.5.57	Uitwerking van Opgave 14-57 .....	14-73
14.5.58	Uitwerking van Opgave 14-58 .....	14-74
14.5.59	Uitwerking van Opgave 14-59 .....	14-75
14.5.60	Uitwerking van Opgave 14-60 .....	14-76
14.5.61	Uitwerking van Opgave 14-61 .....	14-77
14.5.62	Uitwerking van Opgave 14-62 .....	14-78
14.5.63	Uitwerking van Opgave 14-63 .....	14-79
14.5.64	Uitwerking van Opgave 14-64 .....	14-80
14.5.65	Uitwerking van Opgave 14-65 .....	14-81
14.5.66	Uitwerking van Opgave 14-66 .....	14-82
14.5.67	Uitwerking van Opgave 14-67 .....	14-83
14.5.68	Uitwerking van Opgave 14-68 .....	14-84
14.5.69	Uitwerking van Opgave 14-69 .....	14-85
14.5.70	Uitwerking van Opgave 14-70 .....	14-86
14.5.71	Uitwerking van Opgave 14-71 .....	14-87
14.5.72	Uitwerking van Opgave 14-72 .....	14-88
14.5.73	Uitwerking van Opgave 14-73 .....	14-89
14.5.74	Uitwerking van Opgave 14-74 .....	14-90
14.5.75	Uitwerking van Opgave 14-75 .....	14-91
14.5.76	Uitwerking van Opgave 14-76 .....	14-92



14.5.77	Uitwerking van Opgave 14-77 .....	14-93
14.5.78	Uitwerking van Opgave 14-78.....	14-94
14.5.79	Uitwerking van Opgave 14-79.....	14-95
14.5.80	Uitwerking van Opgave 14-80.....	14-96
14.5.81	Uitwerking van Opgave 14-81.....	14-97
14.5.82	Uitwerking van Opgave 14-82.....	14-98
14.5.83	Uitwerking van Opgave 14-83.....	14-99
14.5.84	Uitwerking van Opgave 14-84.....	14-100
14.5.85	Uitwerking van Opgave 14-85.....	14-101
14.5.86	Uitwerking van Opgave 14-86.....	14-102
14.5.87	Uitwerking van Opgave 14-87 .....	14-103
14.5.88	Uitwerking van Opgave 14-88.....	14-104
14.5.89	Uitwerking van Opgave 14-89.....	14-105
14.5.90	Uitwerking van Opgave 14-90.....	14-106
14.5.91	Uitwerking van Opgave 14-91.....	14-107
14.5.92	Uitwerking van Opgave 14-92.....	14-108
14.5.93	Uitwerking van Opgave 14-93.....	14-109
14.5.94	Uitwerking van Opgave 14-94.....	14-110
14.5.95	Uitwerking van Opgave 14-95.....	14-111
14.5.96	Uitwerking van Opgave 14-96.....	14-112

## 14 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel B

### 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 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan examenvragen. Het is dan ook een vorm van examentraining.

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

We moeten hierbij opmerken dat na 1 juli 2020 de examenopgaven niet langer na afloop van het examen door examenkandidaten mochten worden meegenomen, omdat de toenmalige verantwoordelijke instantie, Agentschap Telecom, zich niet in staat achtte, steeds voldoende nieuwe examenopgaven te produceren. Vandaar dat de laatste datum van de examens in dit bestand 24 juni 2020 is. Tegenwoordig worden examens door het CBR via een computer afgenomen. Daarvandaan valt weinig mee naar huis te nemen. Verwacht dus geen aanvulling op deze bundel; wel een geleidelijke veroudering.

Advies: maak eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna het hoofdstuk 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 van die opgave. Dat is deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


De uitwerking begint met de opgave zelf en het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, vaak gevolgd door een of meer opmerkingen. De gegeven uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het kan gebeuren dat je op een andere manier ook tot een goed antwoord komt. Vergelijk in zo'n geval beide antwoorden met elkaar.

Soms 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 een groene pijl in een blauw veld kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt 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 iets anders te doen. Via de inhoudsopgave kom je er met één muisklik terug.

## 14.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 14 gesplitst in deel A en deel B. Dit is deel A met 50 opgaven. Deel B bevat er 46.

Bij elke opgave is vermeld, hoe vaak de opgave van 2000 tot midden 2020 is voorgekomen en wanneer de opgave in die periode voor het laatst in een examen zat. Van enkele opgaven weten we dat niet. Dat staat er dan bij.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en bijvoorbeeld na 10 jaar of langer weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Wel zal een opgave die veel voorkomt, een heel wat grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is gevraagd. Daarom staat onder elke opgave het aantal keren dat deze is gevraagd en wanneer voor het laatst.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium/samenvatting van het cursushoofdstuk. Dat is in alle bundels met examenvraagstukken in deze cursus een samenvatting met vergelijkingen (“formules”) en vooral begrippen, meestal met korte uitleg. We raden aan, dit eerst door te nemen.

## 14.3 Formularium/samenvatting cursustekst

### 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.

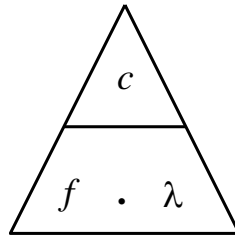
### 14.3.2 Voortplantingssnelheid, frequentie en golflengte

De voortplantingssnelheid van EM-golven in vacuüm is gelijk aan de lichtsnelheid, afgerond 300 000 km/s. Het symbool is  $c$ , 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, De waarde van  $c$  in lucht blijft daarom voor ons 300 000 km/s. Het verband tussen snelheid  $c$ , golflengte  $\lambda$  en frequentie  $f$  is:

$$c = f \lambda$$



Het hulpmiddel is weer de driehoek die we kennen van de wet van Ohm (hoofdstuk 3).



Dus:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

En:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Meestal is het handig, alleen de golflengte  $\lambda$  uit te drukken in meters. Druk de lichtsnelheid  $c$  uit in Mm, megameters, niet te verwarren met millimeters (mm). 1 Mm=1000 km. Dan wordt  $c$  gelijk aan 300 Mm/s. De frequentie  $f$  wordt dan uitgedrukt in MHz, zodat de vergelijking weer goed werkt. De golflengte van 30 MHz vind je dan zo:

$$\lambda = \frac{300}{30} \text{ m} = 10 \text{ m}$$

En de frequentie die bij een golflengte van 15 m hoort, volgt uit

$$f = \frac{300}{15} \text{ MHz} = 20 \text{ MHz}$$

**Let op!** Soms komt een examenvraag voor die uitgaat van de snelheid in een ander materiaal dan lucht. Als die snelheid bijvoorbeeld 250 000 km/s is, wordt  $c$  gelijk aan 250 Mm!

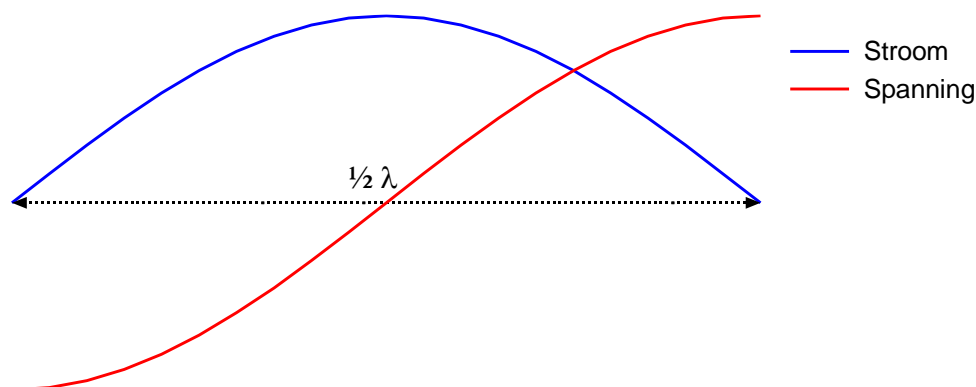
### 14.3.3 Antennes en polarisatie

#### 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  $\frac{1}{4}\lambda$  lang en met het voedingspunt in het midden:



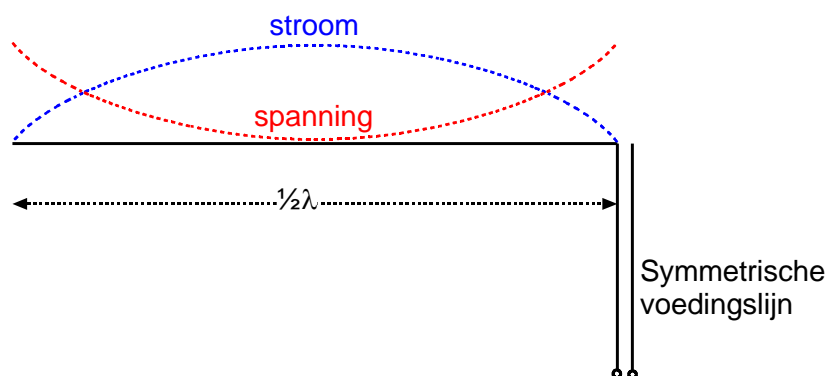
Op de uiteinden zijn de spanningen maximaal en tegengesteld; op het voedingspunt in het midden is de stroom maximaal (grafiek hieronder). Daardoor is op het voedingspunt van de middengevoede dipool de impedantie laag. Bij een dipoolantenne in de vrije ruimte is die theoretisch 73  $\Omega$ ; dicht boven het aardoppervlak in de buurt van 50  $\Omega$ , afhankelijk van de hoogte. De impedantie op de uiteinden is (zeer) hoog, want daar loopt geen stroom.



Een uiteinde is dan ook (zeer) hoogohmig, maar niet oneindig omdat er tussen de uiteinden capaciteit is. Je kunt ook zeggen dat een stuk lijn van een kwart golflengte de impedantie omzet van hoog- naar laagohmig of omgekeerd.

### De eindgevoede halvegolf-antenne

Een halvegolf-antenne kan ook op het uiteinde worden gevoed. Het voedingspunt is dan hoogohmig. De voedingslijn is dan meestal open en het geheel kan er zo uitzien:



Je zult je mogelijk afvragen waartoe dat losse stukje voedingslijn rechts moet dienen. Daarin loopt wel degelijk stroom. Die is tegengesteld aan de lijn die wel met de antenne is verbonden. Beide uiteinden zijn hoogohmig en de spanningen tegengesteld. De twee draden heffen elkaars elektromagnetische veld grotendeels op (in theorie: volledig). Deze voedingskabel straalt daarom weinig (in theorie: niet).

### Polarisatie

Polarisatie van een uitgezonden signaal is de richting van het elektrische veld. Die is gelijk aan de richting van de antenne. De twee antennes die we hiervoor hebben behandeld, zijn bedoeld om horizontaal te worden uitgespannen of opgesteld en hun elektromagnetisch veld is dan ook horizontaal gepolariseerd. Maar er zijn ook verticale antennes. Hun stralingsveld is verticaal gepolariseerd.

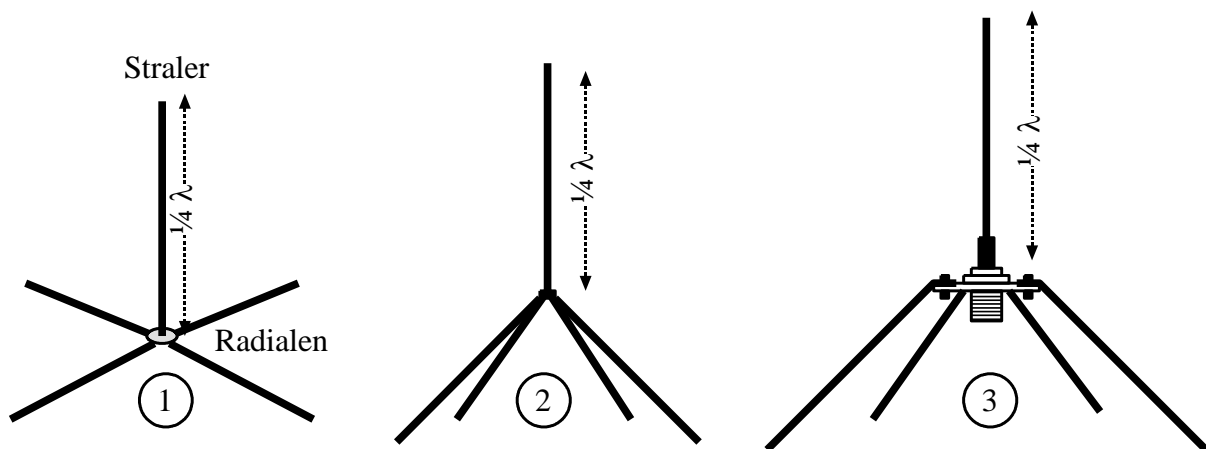
### Verticale antennes: de groundplane

Een dipool hoeft niet horizontaal te worden opgesteld. Verticaal kan in principe ook. Alleen is de antenne is dan niet meer symmetrisch, vooral niet bij grotere golflengten (=lagere frequenties). De oorzaak is dat de aarde dicht bij het ene uiteinde is dan het



andere. Naarmate de antennehoogte groter en/of de golflengte kleiner is, vermindert dit effect. Hoog of laag gaat in golflengten. Een antenne voor de 2-meterband hangt hoog op 10 meter hoogte (5 golflengten); één voor 80 m hangt op diezelfde hoogte laag ( $1/8$  golflengte).

Als een verticale antenne op de grond staat, kan in principe worden volstaan met een kwart golflengte. Die heet de *straler*. De aarde 'spiegelt' het andere kwart erbij. Omdat de aarde geen heel goede geleider is en dus verliezen oplevert, wordt die spiegeling er bij voorkeur kunstmatig bijgemaakt in de vorm van een aantal zogenoemde *radialen*. Die zijn een kwart golf of nog iets meer lang. Zie de afbeelding hieronder, overgenomen uit de cursustekst.

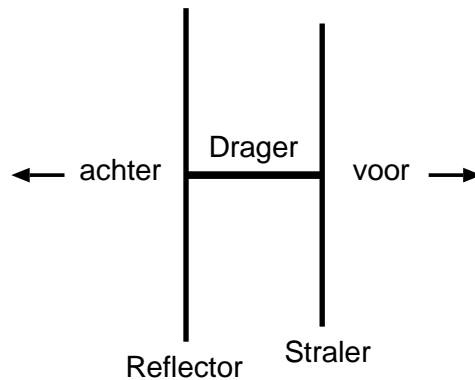


Op plaatje 1 staan de radialen loodrecht op de straler. Het aansluitpunt ligt op de kruising van radialen en straler. Daar is de impedantie ongeveer  $35 \Omega$ . Als de hoek tussen straler en radialen geen  $90^\circ$  is, maar  $135^\circ$ , dan is de aansluitimpedantie ongeveer  $50 \Omega$ . Dat is gebruikelijke aansluitimpedantie van een amateurzender. Met coaxkabel met een karakteristieke impedantie van  $50 \Omega$  krijg je een perfecte aansluiting. In plaatje 3 staat een groundplane met aansluitpunt afgebeeld.

De oplettende lezer zal zich misschien afvragen wat de situatie is als radialen en straler in elkaars verlengde liggen, dus een hoek van  $180^\circ$  maken. Dat lijkt op een dipool op zijn kant. Die zou dezelfde aansluitimpedantie moeten hebben als een verticaal geplaatste dipoolantenne. Inderdaad wordt daarvoor  $75 \Omega$  aangegeven, praktisch dezelfde waarde als de theoretische impedantie van  $73 \Omega$  voor een in het midden gevoede horizontale dipool.

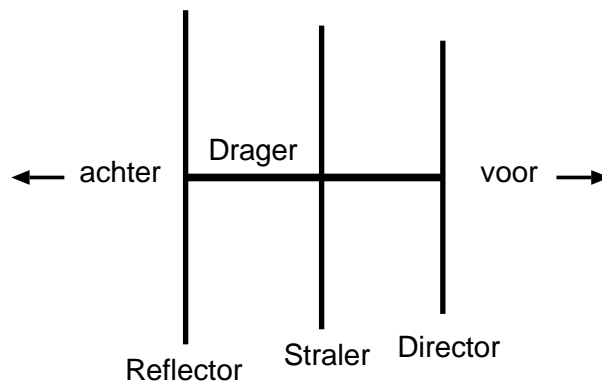
#### 14.3.4 Antennes met parasitaire elementen, de Yagi-antenne

Deze antennesoort heeft behalve een halvegolf straler nog minstens één ander element. De eenvoudigste variant zien we hieronder afgebeeld. We kijken er recht van boven (of onder) tegenaan.

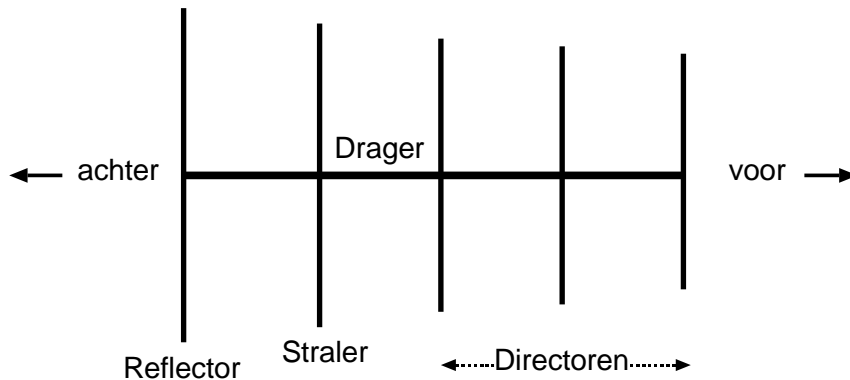


De *straler* is het kortere element rechts. Het andere element, iets langer dan de straler, heet *reflector*. De kant van de reflector noemen we *achter*, de andere kant *voor*. De reflector is iets langer dan de straler en staat op 0,15 tot 0,25 golflengte van de straler. De reflector ontvangt de naar achter uitgezonden golf van de straler en zendt hem iets vertraagd opnieuw uit. Daardoor verschillen de fasen van de opnieuw uitgezonden golf en die van de straler ongeveer 180 graden. Ze zijn in tegenfase. Gevolg: de naar achteren uitgezonden golf wordt verzwakt. Maar de naar voren heruitgezonden golf is in fase als hij de straler bereikt en versterkt de golf die naar voren gaat.

Zo ontstaat een antenne die meer vermogen naar voren uitstraalt dan naar achteren. Dit effect kan worden versterkt door het toevoegen van een zogenoemde *director*, iets korter dan de straler in plaats van iets langer. Die doet het omgekeerde van wat de reflector doet. De director bundelt de uitgezonden golf nog eens extra.



Zo ontstaat een antenne die het uitgezonden vermogen in voorwaartse richting sterker bundelt. Dat gaat ten koste van het uitgezonden vermogen in andere richtingen. Het aantal directoren kan verder worden opgevoerd om een nog sterkere bundeling te krijgen, zoals in de afbeelding hieronder. Yagi-antennes met meer dan 10 directoren zijn niet ongewoon, vooral op hogere frequenties waar de elementen kleiner zijn en een Yagi-antenne met veel elementen toch hanteerbaar blijft.



Bij zenden wordt het naar voren uitgezonden vermogen gebundeld en versterkt ten koste van het uitgezonden vermogen in andere richtingen. Bij ontvangen wordt de ontvangstgevoeligheid naar voren sterker ten opzichte van de gevoeligheid in andere richtingen.

### 14.3.5 Opmerkingen over alle opgaven over antennes

Tot zover de opgaven over antennes. We herhalen hieronder een aantal punten die van belang zijn om de werking van antennes te snappen.

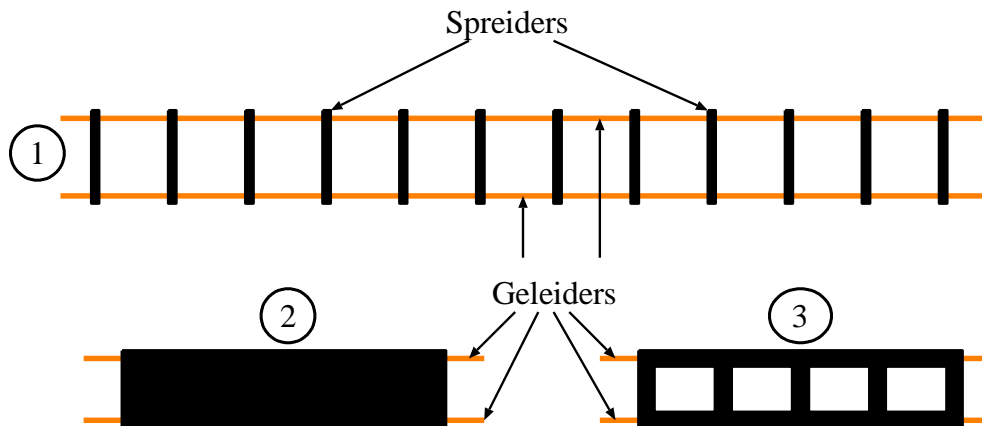
1. Stroom en spanning zijn ten opzichte van elkaar  $90^\circ$  in fase verschoven.
2. De spanning op de uiteinden van een antenne is altijd maximaal en de stroom minimaal. Wel hoopt zich op en bij de punt lading op. Omdat de capaciteit tussen de antennehelften klein is, moet de spanning op de punten wel hoog worden.
3. Als de stroom maximaal is, is de spanning minimaal, en andersom. Het faseverschil tussen de twee is dan ook  $90^\circ$ .
4. Bij maximale stroom en minimale spanning is de impedantie minimaal, en andersom. De wet van Ohm geldt ook hier.
5. Het voedingspunt van een antenne kan zowel een hoge als een lage impedantie hebben (= hoog- of laagohmig zijn).

### 14.3.6 Transmissielijnen: soorten en karakteristieke impedantie

De verbinding tussen zender of ontvanger en antenne is een *transmissielijn*. Elke lijn waar stroom doorheen loopt en spanningen variëren, straalt. Bij een transmissielijn is het juist de bedoeling dat dit niet gebeurt. De antenne moet stralen, de lijn ernaartoe niet. Om dat laatste voor elkaar te krijgen, bestaat een transmissielijn uit twee geleiders met tegengestelde elektromagnetische velden. Die heffen daardoor elkaar op. We bespreken in het kort twee soorten: open lijn en coaxiale lijn.

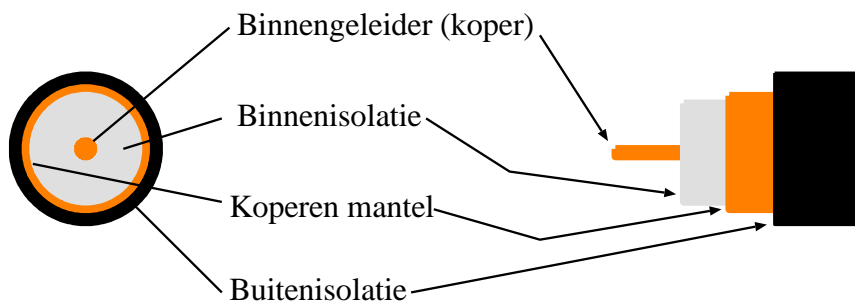
Open lijn bestaat uit twee leidingen van gelijke dikte en op een vaste afstand van ongeveer 1 tot 10 cm. Stroom en spanningen zijn tegengesteld, zodat de velden elkaar opheffen. Door de onderlinge afstand is er altijd wel een beetje straling. Die is minder naarmate de afstand tussen de leidingen, uitgedrukt in golflengten, kleiner is.

Hieronder enkele plaatjes van open leiding, overgenomen uit de cursustekst.



Nummer 1 heet ook wel *kippenladder*, nummer 2 wordt ook wel eens aangeduid als *twin-lead* en nummer 3 is iets daartussenin. Ze hebben alle drie gemeenschappelijk dat ze symmetrisch zijn. Ze worden daarom ook wel aangeduid als *symmetrische lijn*.

Dat laatste geldt niet voor de andere groep leidingen, de *coaxiale leiding*, meestal kortweg *coax* genoemd. Die bestaat uit een -meestal koperen- binnener met daaromheen isolatie en een koperen *mantel*. Het plaatje hieronder, ook uit de cursustekst, laat het zien.



Coax is duidelijk niet symmetrisch.

Alle soorten coax en open leiding hebben één gezamenlijke eigenschap, de *karakteristieke impedantie*. Die heeft te maken met de overbrenging van hoogfrequent vermogen. Dat gaat op één kant de lijn in en moet er op de andere kant weer uitkomen. Dat gaat niet zomaar. Sluit je zo'n leiding aan de andere kant kort, dan zou je misschien verwachten dat het vermogen in de lijn wordt omgezet in warmte. Dat is niet zo. Aan zo'n kortgesloten eind wordt het vermogen teruggekaatst, *gereflecteerd*. Datzelfde gebeurt als de leiding gewoon ergens ophoudt of, iets beeldender, is doorgeknipt.

Als de leiding met de **juiste** weerstand is afgesloten, wordt het vermogen door die weerstand volledig opgenomen. De grootte van die weerstand hangt af van sommige eigenschappen van de leiding (geen N-leerstof). Met die weerstand, de *karakteristieke impedantie*, moeten we wel bekend zijn. Bij afsluitweerstand, ongelijk aan de *karakteristieke impedantie*, wordt een deel van het vermogen opgenomen en een deel gereflecteerd. Hoeveel, hangt af van de verhouding van die weerstand en de karakteristieke impedantie.



De karakteristieke impedanties bij open leidingen zijn in het algemeen hoger dan bij coax. Bij open leiding gaat het doorgaans over enkele honderden  $\Omega$ , bij coax ligt die onder de 100  $\Omega$ . Bij amateurapparatuur is 50  $\Omega$  verreweg het meest algemeen; 75  $\Omega$  vind je veel bij kabelnetten voor omroep en internet.

#### 14.3.7 Impedantie-aanpassing van de zender aan voedingslijn en antenne

De transmissielijn van zender naar antenne wordt meestal aangeduid met de term *voedingslijn*. We zagen hiervoor dat bij vermogensoverdracht de karakteristieke impedantie van de voedingslijn en de grootte van de afsluitweerstand bepalen, welk deel van het vermogen bij die afsluiting wordt gereflecteerd en welk deel opgenomen. Ook apparatuur, zoals een zender, heeft zijn eigen uitgangsimpedantie. Bij een antenne is dat de impedantie op het aansluitpunt.

Als de uitgangsimpedantie van de zender, de karakteristieke impedantie van de kabel en de antenne-impedantie op het voedingspunt gelijk zijn, is er een volledige vermogensoverdracht van zender naar antenne. In de praktijk is dat natuurlijk niet altijd zo. Om dat te controleren, gebruikt praktisch elke amateur een meetinstrument dat wordt aangeduid met de naam *staandegolfmeter*, in examenvragen wel aangeduid met de afkorting SGM en in de amateurpraktijk met *SWR-meter*, waarbij de afkorting SWR staat voor *Standing Wave Ratio*.

#### 14.3.8 De staandegolfmeter (SGM, SWR-meter)

Een staandegolfmeter heeft zelf ook een eigen impedantie; in de amateurpraktijk is dat vrijwel altijd 50  $\Omega$ . De meter meet de verhouding van de impedanties die hij aan zijn ingang en aan zijn uitgang 'ziet'.

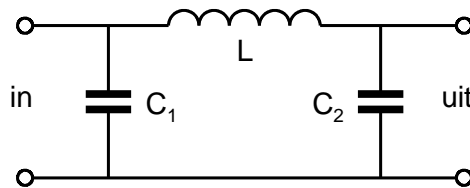
De aflezing is de hoogste impedantie van de twee gedeeld door de laagste. De gunstigste aflezing is dan ook 1 of 1:1. Dan zijn de impedanties aan in- en uitgang gelijk. Is de impedantie aan de ingang bijvoorbeeld 50  $\Omega$  en aan de uitgang 100  $\Omega$ , dan is de aflezing 2, of ook wel 2:1. Is de situatie omgekeerd, 100  $\Omega$  aan de ingang en 50  $\Omega$  aan de uitgang, dan is de aflezing ook 2, omdat het altijd gaat om de hoogste impedantie gedeeld door de laagste. Een waarde 1 is uitstekend, 2 kan er nog net mee door, 3 is niet best en bijvoorbeeld 10 is een reden, de apparatuur uit te zetten en te kijken wat er mis is. Een veel te hoge SWR kan leiden tot schade aan de eindtrap. Een fabrieksapparaat heeft vrijwel altijd een beschermingsschakeling, de ALC. Dat staat voor Automatic Level Control. De schakeling regelt het vermogen terug als er een te hoge SWR ontstaat. Het is overigens niet verstandig, daarop volledig te vertrouwen.

Eigenlijk zou een SWR-meter direct met de antenne moeten zijn verbonden. Dan meet hij daadwerkelijk wat de antenne van het uitgezonden vermogen opneemt. Dat is meestal onpraktisch omdat een zender binnenshuis pleegt te staan en de antenne buiten. Het praktisch compromis is dat de meter vlakbij de zender tussen zender en antennekabel wordt geplaatst.

### 14.3.9 Aanpassing in de eindtrap

De inwendige aanpassing van een zender is bedoeld om de uitgangsimpedantie van een zendereindtrap aan te passen aan de impedantie die hij op de aansluiting van de antenneleiding moet hebben. Bij de meeste amateurapparatuur is dat  $50\ \Omega$ , maar in principe mag het ook een andere waarde zijn, mits de uitwendige apparatuur (antenne of antenneleiding daarop is aangepast).

Nu het hoe. De uitgangsimpedantie van een zendereindtrap is niet vanzelf goed. Een belangrijk hulpmiddel voor aanpassing is het pi-filter. Het staat hieronder afgebeeld.



De verhouding tussen de impedanties aan in- en uitgang is ongeveer omgekeerd evenredig met de verhouding van de condensatoren  $C_1$  en  $C_2$ . Daarmee hebben we geen volledig recept voor de berekening van een pi-filter. Daar zijn meer gegevens voor nodig, maar het geeft een idee, hoe zo'n filter werkt.

Een bijkomend voordeel van een filter als dit is dat het ook een laagdoorlaatfilter is dat harmonischen onderdrukt. Als één filter niet genoeg is, mogen er ook twee of meer achter elkaar worden gezet.

### 14.3.10 De antennetuner

Een ander instrument voor het aanpassen van een antennesysteem (dat is antenne en voedingslijn) aan een zender (of een ontvanger) is de antennetuner, afgekort *tuner* of *ATU* van *Antenna Tuning Unit*.

Ook van een tuner is de hoofdfunctie aanpassing van zender of ontvanger aan een antennesysteem, maar een tuner is een apart apparaat tussen zenderuitgang en antennesysteem. Een tuner bevat ook een staandegolfmeter, anders is hij niet goed in te stellen. Vaak kan de meter ook dienst doen als vermogensmeter, zodat duidelijk is, hoeveel vermogen aan een antennesysteem wordt aangeboden. Daar zijn verscheidene schakelingen voor in gebruik. Veel ervan functioneren ook als laagdoorlaatfilter, maar dat geldt niet voor allemaal.

### 14.3.11 Voortplanting van elektromagnetische golven, frequentiegebieden

#### Soorten golven

We onderscheiden:

- Bodemgolven, ook grondgolven genoemd
- Directe golven
- Ruimtegolven



**Bodemgolven** volgen de kromming van het aardoppervlak. Doordat ze stromen in de aarde veroorzaken, verliezen ze onderweg veel vermogen. Ze zijn van belang op frequenties lager dan 3 MHz, hoe lager de frequentie, hoe meer.

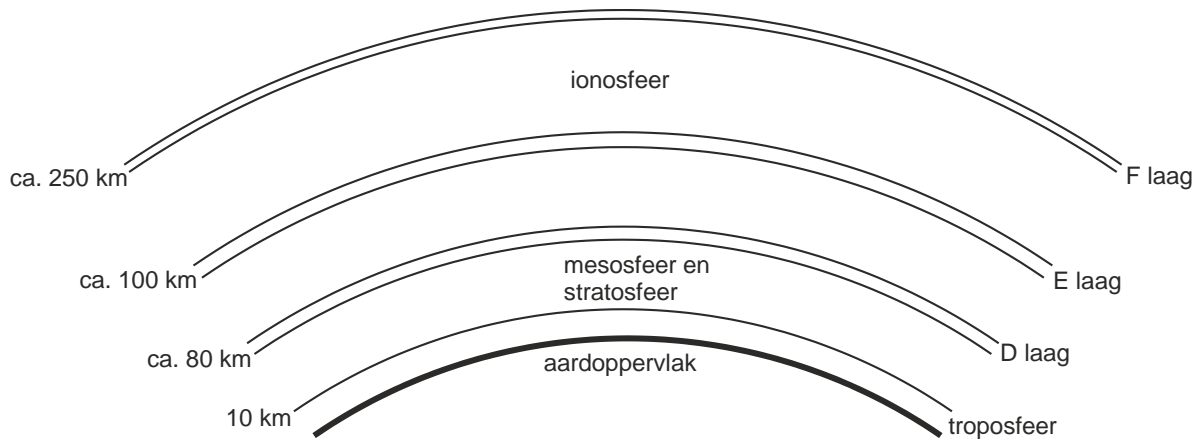
**Directe golven** worden nergens door gereflecteerd of afgebogen. In theorie gedragen ze zich als licht en komen in theorie niet verder dan de zichtbare horizon. Door *scatter* ofwel *verstrooiing* komen ze wel iets verder. Hoe hoger de frequentie, des te kleiner wordt dat effect. De antennehoogten aan de zend- en ontvangkant zijn grotendeels bepalend voor de reikwijdte.

Somt treedt *troposferische voortplanting* op. Die heeft vooral te maken met de aanwezigheid van temperatuurinversies, een warme luchtlaag boven een koudere in de troposfeer. Die laatste is de luchtlaag die op onze breedte reikt van zeeniveau tot ongeveer 10 km hoogte. Bij de polen is dat ongeveer 6 km, langs de evenaar zo'n 16 km. Normaal daalt de luchttemperatuur met toenemende hoogte, op onze breedte gemiddeld ongeveer 0,6 °C per 100 m hoogtetoename. Als dat het geval is, is er geen troposferische voortplanting. Die voortplanting of *propagatie* kan er wel zijn als door meteorologische oorzaken een warmere luchtloog boven een koudere ligt. Onder amateurs heet dat kortweg *tropo*.

**Ruimtegolven** zijn golven die zonder reflectie in de ruimte verdwijnen. In het HF-gebied (tabel hieronder) en aangrenzende frequenties worden ze meer of minder vaak gereflecteerd (weerkaatst). Daardoor kunnen op een aantal amateurfrequenties wereldwijd verbindingen worden gemaakt. De tabel hieronder geeft een samenvatting van frequentiegebieden, hun benaming, de belangrijkste gebruikers en de belangrijkste soort(en) golven.

Gebied	Frequentie	Golflengte	Belangrijkste gebruiker(s)	Soort golf (overwegend)
VLF	<30 kHz	> 10 km	Navigatie	Bodemgolf (grondgolf)
LF	30-300 kHz	10 km – 1 km	Omroep	Bodemgolf (grondgolf)
MF	300-3000 kHz	10 km – 100 m	Omroep, amateur	Bodemgolf (grondgolf)
HF	3-30 MHz	100 – 10 m	Omroep, amateur	Ruimtegolf
VHF	30-300 MHz	10 – 1 m	RTV, amateur	Directe golf, troposfeer
UHF	300 – 3000 MHz	1 m – 10 cm	RTV, amateur	Directe golf, troposfeer
SHF	3 – 30 GHz	10-1 cm	Radar, satelliet amateur	Directe golf
EHF	30 – 300 GHz	1 cm – 1 mm	Satelliet	Directe golf

In de ionosfeer onderscheiden we 3 belangrijke reflecterende lagen, de D-laag, de E-laag en de F-laag. Die zijn van belang bij radioverbindingen over grote afstanden. De tekening hieronder laat ze zien.



De *D-laag* is de onderste laag van de ionosfeer. De hoogte is ongeveer 80 km. Overdag absorbeert de laag EM-golven meer dan dat hij ze reflecteert. Absorptie treedt vooral op bij frequenties kleiner dan 2-3 MHz. Daardoor is op die frequenties het bereik overdag niet groot, maar na zonsondergang verdwijnt de D-laag en zijn de E- of F-laag reflector.

De *E-laag* ligt op een hoogte van ongeveer 100-125 km hoogte. Deze laag reflecteert EM-golven wel en kan overdag zelfs op VHF plotseling als reflector optreden. Dat laatste gebeurt vooral bij hoge zonneactiviteit, 's zomers en overdag. De voorspelbaarheid ervan is gering. De naam: *sporadische E-reflectie*.

De *F-laag* ligt 's nachts op circa 250 km hoogte en splitst zich overdag onder invloed van de zon 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.

Soms wordt een golf eerst in de ionosfeer gereflecteerd, vervolgens tegen het aardoppervlak en opnieuw in de ionosfeer. Dat kan zich een aantal keren herhalen. Met als gevolg een bereik rond de wereld. Dat verschijnsel heet in het Engels *multi-hop*. Dat kan zover gaan, dat bijvoorbeeld Zuid-Amerika in twee richtingen te bereiken is: over de Atlantische Oceaan en in tegenovergestelde richting via Azië. Men spreekt dan wel van het korte en het lange pad.

### 14.3.12 De zon en de lagen van de ionosfeer

De ionosferische lagen die voor reflectie van radiogolven van belang zijn, ontstaan door straling van de zon die deeltjes ioniseert, dat wil zeggen, ze splitst in positief en negatief geladen deeltjes. Die heten *ionen*.

In de D-laag bevat de atmosfeer nog relatief veel deeltjes per eenheid volume. Anders gezegd; de deeltjes zitten nog vrij dicht op elkaar. Daardoor verdwijnt de D-laag na zonsondergang snel, want de ionen recombineren dan in korte tijd tot neutrale deeltjes.



In de E-laag die ijler is, duurt dat wat langer en de F-laag die het hoogst ligt en dus het meest ijl is blijft de hele nacht bestaan, zoals hiervoor al vermeld.

Dag en nacht hebben dus een flinke invloed, maar dat geldt op onze breedte ook voor de seizoenen. In de 10-meterband (28-29,7 MHz) bijvoorbeeld, maak je op onze breedte de meeste verre verbindingen in de zomer, want dan staat bij ons de zon hoger dan 's winters en is 's zomers de energie-instraling het grootst.

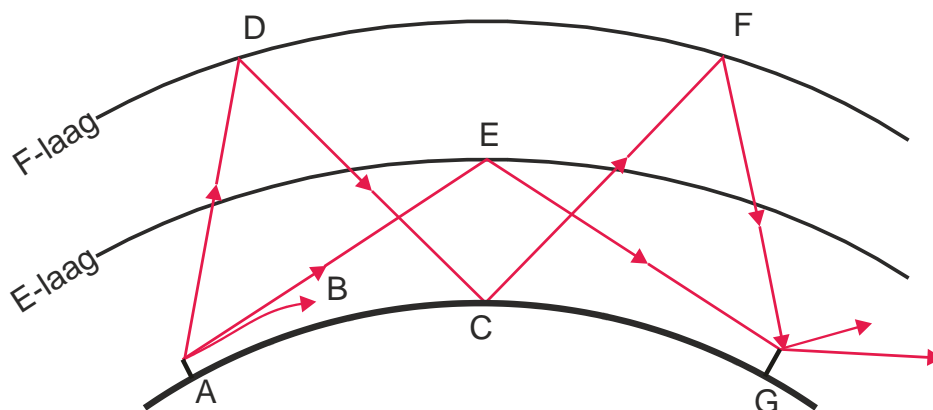
Een ander en veel langzamer verlopend verschijnsel is de zogenoemde zonneactiviteit. Als de zon heel actief is, zijn er veel uitbarstingen op de zon, is er meer straling met hoge energie en zijn de reflecterende lagen in de ionosfeer verder ontwikkeld. De gang van een minimum naar een maximum en terug duurt ongeveer 11 jaar.

Deze cyclus heet ook wel de *zonnevlekkencyclus* omdat de hoeveelheid zonnevlekken die betrekkelijk eenvoudig te tellen is, een goede maat is gebleken voor de zonneactiviteit.

### 14.3.13 Fading

Fading of *versluiering*, een weinig gebruikte term overigens, is het veranderen van sterkte van een ontvangen radiosignaal. De snelheid van de verandering kan variëren: soms in een seconde of nog minder, soms een halve minuut of nog trager.

De oorzaak is dat een signaal via de ionosfeer via meer dan één traject de ontvangantenne bereikt. Daardoor ontstaat een variërend faseverschil in hetzelfde signaal, met variërende sterkte als gevolg. De figuur hieronder, overgenomen uit de cursustekst, geeft wat voorbeelden.



De multi-hop-route ADCFG kan ook in 1 sprong (*single hop*) worden afgelegd. Zowel bij single- als bij multi-hop kunnen faseverschillen in één signaal optreden.

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



## 14.4 Opgaven



#### 14.4.51 Opgave 14-51

De voedingslijn die de beste aanpassing aan een kwartgolf groundplane antenne geeft is:

- A.  $300 \Omega$  gebalanceerde voedingslijn
- B.  $50 \Omega$  coaxkabel
- C.  $90 \Omega$  coaxkabel

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 13 mei 2015.




### 14.4.52 Opgave 14-52

Voor de koppeling van de zender met de antenne wordt vaak coaxiale kabel gebruikt.

Een belangrijke reden hiervoor is:

- A. Lage demping
- B. Afscherming tegen ongewenste straling
- C. Goede staandegolfverhouding

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 16 keer gevraagd; voor het laatst in maart 2019.



### 14.4.53 Opgave 14-53

De antenne-voedingslijn die het best dicht bij metalen objecten kan worden toegepast is:

- A. Open lijn
- B. Twin-lead
- C. Coaxiale kabel

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 20 keer gevraagd; voor het laatst 15 mei 2019.



#### 14.4.54 Opgave 14-54

In vergelijking met een open voedingslijn geldt dat bij een coaxiale kabel:

- A. De karakteristieke impedantie in het algemeen lager is
- B. De verliezen in het algemeen lager zijn
- C. Er geen staande golven kunnen optreden

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het najaarsexamen van 2005.



#### 14.4.55 Opgave 14-55

Een staandegolfmeter voor  $50 \Omega$  meet een staandegolfverhouding van 1 op een coaxkabel van  $50 \Omega$  wanneer deze is afgesloten met een:

- A. Hoge impedantie
- B. Kortsluiting
- C. Weerstand van  $50 \Omega$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



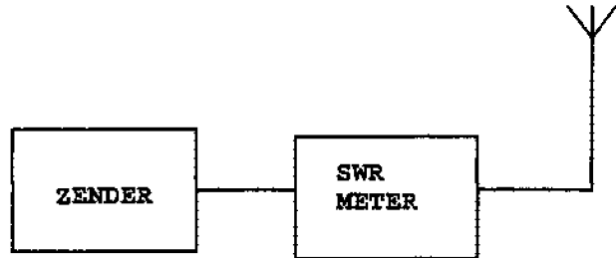
Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op 25 januari 2011.


**14.4.56 Opgave 14-56**

Een staandegolfmeter voor  $50 \Omega$  is aangesloten tussen een zendontvanger en een  $50 \Omega$  coaxiale kabel met een antenne.

De aanwijzing is 1. Dit betekent dat de:

- A. Antenne aangepast is aan de kabel
- B. Demping van de kabel minimaal is.
- C. Uitgangsimpedantie van de zendontvanger  $50 \Omega$  is.



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst in november 2016.





#### 14.4.57 Opgave 14-57

Een  $50 \Omega$  staandegolfmeter is met coaxkabel van  $50 \Omega$  opgenomen tussen een zender en een antenne. Deze meter geeft een SWR van 20:1 aan.

Dit betekent dat de:

- A. zender juist is aangepast
- B. antenne zeer slecht is aangepast
- C. antenne juist is aan gepast

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



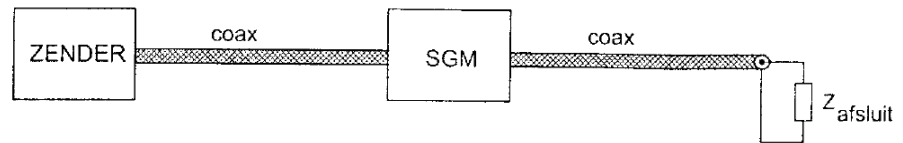
Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst november 2013.


**14.4.58 Opgave 14-58**

Een staandegolfmeter (SGM) voor 70 Ohm is opgenomen in een antennekabel van 70  $\Omega$ .

Bij welke afsluitimpedantie wijst de meter 1 aan?

- A. 50  $\Omega$
- B. 70  $\Omega$
- C. Kortsluiting



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst maart 2014.

**14.4.59 Opgave 14-59**

Een  $50 \Omega$  staandegolfmeter (SWR-meter) is met verliesvrije  $50 \Omega$  coaxkabel aangesloten tussen een zender en een antenne. De SWR-meter wijst 1 aan.

Dit betekent dat de energie uit de zender:

- A. Door de antenne volledig wordt gereflecteerd
- B. Door de antenne volledig wordt uitgestraald
- C. In de zender wordt gedissipeerd



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Aantal keren gevraagd: 1x op 15 mei 2013.




#### 14.4.60 Opgave 14-60

Tussen een zender en de coaxiale voedingslijn naar een meerbanden-antenne is een pi-filter opgenomen.

Het doel van dit filter is:

- A. Uitsluitend het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting
- B. Uitsluitend het verzwakken van harmonischen in het uitgezonden signaal
- C. Het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting en het onderdrukken van harmonischen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst september 2017



#### 14.4.61 Opgave 14-61

Het voornaamste doel van een aanpassingsnetwerk tussen zender en antennekabel is:

- A. Beveiliging tegen gevaar bij aanraking antennedraad
- B. Meting van de staandegolfverhouding in de antennekabel
- C. Optimale belasting van de zender

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Aantal keren gevraagd: onbekend.



#### 14.4.62 Opgave 14-62

Het uitgangsfILTER van een zender bevindt zich:

- A. Tussen oscillator en verdubbelaar
- B. Direct voor de eindtrap
- C. Tussen eindtrap en antennekabel

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst in januari 2015.



### 14.4.63 Opgave 14-63

Achter een zender wordt een filter geplaatst om het uitzenden van harmonischen te verminderen. Dat is een:

- A. Hoogdoorlaatfilter
- B. Bandsperfilter
- C. Laagdoorlaatfilter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst op november 2014.



#### 14.4.64 Opgave 14-64

Het uitstralen van harmonischen kan worden verminderd door:

- A. Een hoogdoorlaatfilter tussen de zender en de antennekabel te schakelen.
- B. De staandegolfverhouding op de antennekabel te verbeteren
- C. Een laagdoorlaatfilter tussen de zender en de antennekabel te schakelen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst op het najaarsexamen van 2006.






#### 14.4.65 Opgave 14-65

Een zender is via een kabel met de antenne verbonden. Door het toevoegen van een antennetuner tussen de zender en de kabel kan:

- A. De zender worden afgestemd
- B. De antenne aan de kabel worden aangepast
- C. De zender aan de antenne-inrichting worden aangepast

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 25 keer gevraagd; voor het laatst op 1 november 2019.



#### 14.4.66 Opgave 14-66

De staandegolfverhouding in de kabel tussen zender en antenne kan worden verbeterd door:

- A. De antenne beter aan te passen op de antennekabel
- B. De antennekabel beter aan te passen op de zenderuitgang
- C. De antennekabel te verkorten

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd: onbekend



#### 14.4.67 Opgave 14-67

Het deel van een EZB -station dat zou kunnen bijdragen aan de onderdrukking van hogere harmonischen in het uitgangssignaal is:

- A. De staandegolfmeter
- B. De antenne-aanpassingseenheid
- C. Het EZB -filter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst op 6 november 2019.



### 14.4.68 Opgave 14-68

Van elektromagnetische golven is juist:

- A. De voortplantingssnelheid in de lucht bedraagt ca. 300.000 km/s
- B. Bij elke frequentie worden zij door de ionosfeer gereflecteerd
- C. Bij elke frequentie volgen zij de kromming van de aarde

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst september 2015.



#### 14.4.69 Opgave 14-69

De hoogste laag in de ionosfeer is:

- A. De F-laag
- B. De E-laag
- C. De D-laag

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst in september 2019.



#### 14.4.70 Opgave 14-70

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

- A. Tussen 80 en 120 km hoogte
- B. Tussen zee –niveau en ongeveer 10 km
- C. Tussen 120 en 500 km hoogte

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 24 keer gevraagd; voor het laatst op 15 mei 2019.



#### 14.4.71 Opgave 14-71

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

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 19 keer gevraagd; voor het laatst in november 2016.



### 14.4.72 Opgave 14-72

Na inval van de schemering zijn signalen van ver verwijderde zenders op de 80-meter band sterker omdat:

- A. De F-laag is gestegen
- B. De D-laag is verdwenen
- C. De D-laag dikker is geworden

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 32 keer gevraagd; voor het laatst op 24 juni 2020.





### 14.4.73 Opgave 14-73

De golflengte van een signaal, dat gereflecteerd wordt door de F-laag, kan zijn:

- A. 10 m
- B. 10 cm
- C. 1 m

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 21 keer gevraagd; voor het laatst in november 2018.



#### 14.4.74 Opgave 14-74

In de UHF-band ligt de frequentie:

- A. 432 MHz
- B. 144 MHz
- C. 136 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd en wel in maart 2014.



#### 14.4.75 Opgave 14-75

Lange afstand-communicatie op HF banden wordt mogelijk gemaakt door het afbuigen van radiogolven in de:

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 28 keer gevraagd; voor het laatst in september 2018.



#### 14.4.76 Opgave 14-76

Radiogolven met een frequentie van 10 MHz kunnen worden teruggekaatst in de:

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 29 mei 2018.



### 14.4.77 Opgave 14-77

Verbindingen in de 14 MHz band over grote afstanden worden gemaakt via:

- A. Aurora-reflectie
- B. De troposfeer
- C. De ionosfeerlagen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 18 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019.



### 14.4.78 Opgave 14-78

Elektromagnetische golven met een frequentie van ongeveer 1,8 MHz:

- A. Worden gereflecteerd als gevolg van temperatuurinversie
- B. Geven bij afstanden in het algemeen 's nachts een betere ontvangst dan overdag
- C. Zijn uitermate geschikt om afstanden van meer dan 10.000 km te overbruggen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst in maart 2019.



### 14.4.79 Opgave 14-79

Overdag is een noord-zuid radioverbinding over 10.000 km vrijwel steeds mogelijk op:

- A. 14 MHz
- B. 28 MHz
- C. 7 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 17 keer gevraagd; voor het laatst in november 2018.



#### 14.4.80 Opgave 14-80

HF-signalen zijn over lange afstanden veelal onderhevig aan snelle fading.

Dit wordt veroorzaakt door onregelmatigheid van:

- A. Reflecties op de zee-oppervlakte
- B. De demping in de D-laag
- C. De reflecties in de F-laag

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 25 keer gevraagd; voor het laatst in maart 2020.






#### 14.4.81 Opgave 14-81

Lange afstand HF-signalen zijn veelal onderhevig aan fading.

Dit wordt in het algemeen veroorzaakt door:

- A. Veranderende demping van de atmosfeer
- B. Veranderend zendvermogen
- C. Veranderende trajecten van het signaal tussen zender en ontvanger

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 20 keer gevraagd; voor het laatst in januari 2020.




#### 14.4.82 Opgave 14-82

Welke bewering is het meest juist?

Radiogolven met een golflengte van 2 meter:

- A. Volgen de kromming van het aardoppervlak
- B. Planten zich vrijwel rechtlijnig voort
- C. Worden gereflecteerd door de ionosfeer

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 17 keer gevraagd; voor het laatst in september 2019.



### 14.4.83 Opgave 14-83

Radioverbindingen in de 2-meter band tussen stations op aarde vinden in het algemeen plaats via de:

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 23 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.



#### 14.4.84 Opgave 14-84

Bij normale condities zullen radiogolven van circa 2-meter golflengte:

- A. Met het aardoppervlak meebuigen
- B. Zich volgens een vrijwel rechte lijn voortplanten
- C. Van het aardoppervlak afbuigen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 18 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020.



#### 14.4.85 Opgave 14-85

Bij gebruik van frequenties in het VHF-gebied kunnen grote afstanden beter overbrugd worden door:

- A. Temperatuurinversies
- B. Een goed geleidend aardoppervlak
- C. Reflecties tegen geïoniseerde F-lagen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 15 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.



### 14.4.86 Opgave 14-86

De voortplanting van radiogolven over grote afstand in de 2-meter band is vooral afhankelijk van:

- A. Het aantal zonnevlekken
- B. De stand van de zon
- C. De temperatuurverdeling in de onderste luchtlagen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 15 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.



#### 14.4.87 Opgave 14-87

De afstand, waarover in de 2-meter band een verbinding gemaakt kan worden, wordt soms sterk vergroot door:

- A. Een relatief hoog aantal zon –uren per dag
- B. Buiging in luchtlagen van verschillende temperatuur
- C. Veel stof in de lucht

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 18 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020.



### 14.4.88 Opgave 14-88

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

- A. De ultra-violette zonnestraling
- B. Temperatuurinversie
- C. Magnetische stormen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst april 2008.





### 14.4.89 Opgave 14-89

Regelmatige veranderingen in de ionosfeer ten gevolge van zonnevlekkenactiviteit treden op in een cyclus van:

- A. 11 maanden
- B. 11 jaren
- C. 11 dagen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Deze opgave en de twee volgende die er sterk op lijken, zijn in totaal van 2000 tot 1 juli 2020 32 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



#### 14.4.90 Opgave 14-90

Een zonnevlekkenmaximum komt voor, (gemiddeld) eens per:

- A. 11 maanden
- B. 11 jaren
- C. 11 dagen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Deze opgave, de vorige en de volgende die sterk op elkaar lijken, zijn in totaal van 2000 tot 1 juli 2020 32 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



#### 14.4.91 Opgave 14-91

Een zonnevlekkencyclus duurt gemiddeld:

- A. 11 maanden
- B. 11 jaren
- C. 11 dagen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Deze opgave en de twee vorige die sterk op elkaar lijken, zijn in totaal van 2000 tot 1 juli 2020 32 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



#### 14.4.92 Opgave 14-92

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

- A. Overdag, gedurende een periode van een minimum aantal zonnevlekken.
- B. 's Nachts, gedurende een periode van een minimum aantal zonnevlekken
- C. Overdag, gedurende een periode van een maximum aantal zonnevlekken

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst maart 2019.




### 14.4.93 Opgave 14-93

Twee of meer golven van een radiosignaal kunnen verschillende wegen volgen naar de ontvangantenne, waardoor de sterkte van het ontvangen signaal varieert.

Deze sterkteverandering heet:

- A. Reflectie
- B. Fading
- C. Absorptie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 26 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.



#### 14.4.94 Opgave 14-94

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

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 16 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



#### 14.4.95 Opgave 14-95

Fading of versluiering van radiogolven beneden 30 MHz ontstaat doordat:

- A. De D –laag alleen overdag aanwezig is en deze de radiogolven grotendeels absorbeert
- B. De absorptie van de D–laag afneemt met toenemende frequentie
- C. Ze langs meer dan één pad de ontvangantenne bereiken

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 17 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.




#### 14.4.96 Opgave 14-96

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 plotselinge troposferische verstoring
- C. Een fout in de zender

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 19 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020.





## 14.5 Uitwerkingen

### 14.5.51 Uitwerking van Opgave 14-51

De voedingslijn die de beste aanpassing aan een kwartgolf groundplane antenne geeft is:

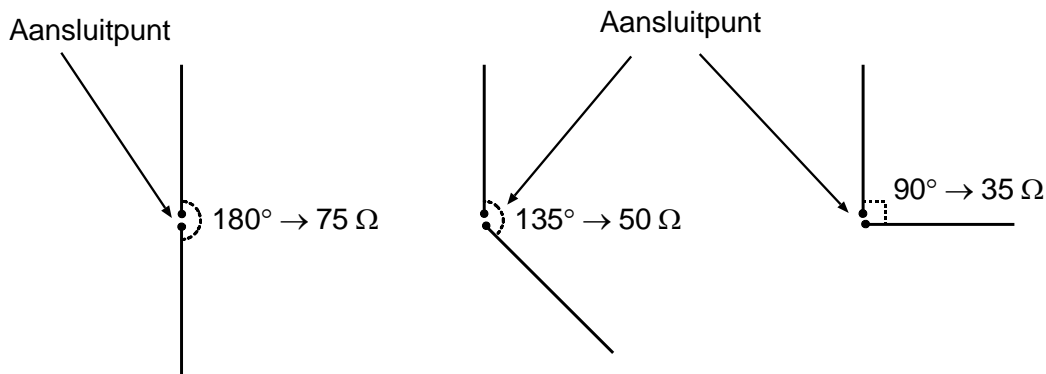
- A.  $300\ \Omega$  gebalanceerde voedingslijn
- B.  $50\ \Omega$  coaxkabel
- C.  $90\ \Omega$  coaxkabel

#### Uitwerking

De groundplane antenne is een asymmetrische antenne. De straler en de radialen zijn nu eenmaal ongelijk en gedragen zich ook ongelijk.

Daarmee vervalt de gebalanceerde (= symmetrische) voedingslijn van antwoord A en blijft asymmetrische coax over. Nu is nog de vraag, hoe groot de karakteristieke impedantie van die kabel dan zou moeten zijn.

Dat hangt af van de hoek die de radialen met de straler maken. Het plaatje hieronder laat een en ander zien.



De hoek tussen straler en radialen bepaalt de impedantie op het aansluitpunt van een groundplane-antenne

Liggen ze in elkaars verlengde ( $180^\circ$ ), dan is de impedantie op het aansluitpunt ongeveer  $75\ \Omega$ .

Maken ze een hoek van  $135^\circ$ , dan is de impedantie op het aansluitpunt ongeveer  $50\ \Omega$ .

Maken ze een hoek van  $90^\circ$ , dan ligt de impedantie in de buurt van  $35\ \Omega$ .

Hier past  $50\ \Omega$  coax uitstekend en dat is een heel gangbare waarde. Dit verklaart ook waarom bij amateurs die een groundplane gebruiken, de hoek tussen straler en radialen vrijwel altijd  $135$  graden is.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.52 Uitwerking van Opgave 14-52

Voor de koppeling van de zender met de antenne wordt vaak coaxiale kabel gebruikt.

Een belangrijke reden hiervoor is:

- A. Lage demping
- B. Afscherming tegen ongewenste straling**
- C. Goede staandegolfverhouding

#### Uitwerking

Een coaxkabel heeft door zijn afschermmantel een goede bescherming tegen instralen en afstralen, waardoor hij minder gevoelig is voor storingen en minder gemakkelijk storingen veroorzaakt dan symmetrische open lijn.

Antwoord B.

#### Opmerkingen

De demping van coaxkabel neemt vooral op VHF (30-300 MHz) en nog meer op UHF (300 – 3000 MHz) toe met de frequentie.

De staandegolfverhouding (SWR) heeft hier niets mee te maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.53 Uitwerking van Opgave 14-53

De antenne-voedingslijn die het best dicht bij metalen objecten kan worden toegepast is:

- A. Open lijn
- B. Twin-lead
- C. **Coaxiale kabel**

#### **Uitwerking**

Een coaxiale kabel heeft afscherming in de vorm van de mantel rondom de binnengeleider. Daardoor is hij minder gevoelig voor instraling en straalt minder (in principe: niet) dan open lijn, inclusief twin-lead. Daardoor is coax-kabel van de drie genoemde mogelijkheden het minst gevoelig voor de nabijheid van metalen voorwerpen als zinken dakgoten, stroomleidingen, metalen regenpijpen, enzovoort.

Antwoord C

#### **Opmerking**

Open lijn en twin-lead hebben die gevoeligheid wel, doordat het twee evenwijdige leidingen zijn die elkaars veld goeddeels maar nooit helemaal opheffen, omdat ze niet exact op dezelfde plek liggen (“waar het één is kan het ander niet zijn”). Omdat afscherming ontbreekt, kunnen ze de oorzaak zijn dat nabije metalen voorwerpen op ongecontroleerde wijze mee gaan doen met het stralingsproces en ook ontvangst kunnen beïnvloeden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.54 Uitwerking van Opgave 14-54

In vergelijking met een open voedingslijn geldt dat bij een coaxiale kabel:

- A. De karakteristieke impedantie in het algemeen lager is
- B. De verliezen in het algemeen lager zijn
- C. Er geen staande golven kunnen optreden

#### Uitwerking

In een coaxiale kabel ligt de karakteristieke impedantie in het algemeen onder de  $100 \Omega$ ; bij een open voedingslijn kan die wel 300 of  $600 \Omega$  zijn.

Antwoord A.

#### Opmerking

Zowel in open lijn als in coax kunnen staande golven optreden. De verliezen zijn bij coax in het algemeen hoger dan bij open lijn.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



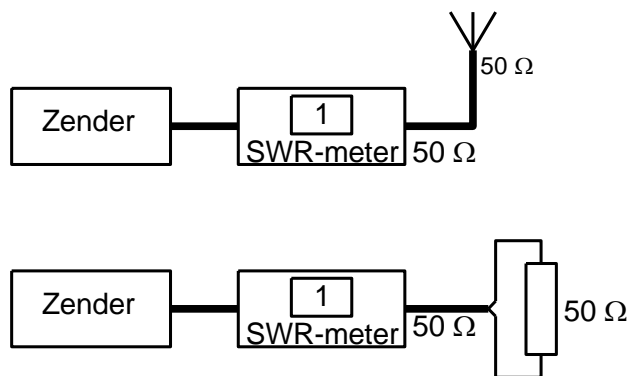
### 14.5.55 Uitwerking van Opgave 14-55

Een staandegolfmeter voor  $50\ \Omega$  meet een staandegolfverhouding van 1 op een coaxkabel van  $50\ \Omega$  wanneer deze is afgesloten met een:

- A. Hoge impedantie
- B. Kortsluiting
- C. Weerstand van  $50\ \Omega$

#### Uitwerking

De SWR-meter voor  $50\ \Omega$  geeft 1 aan als hij op zijn antenne-aansluiting een  $50\ \Omega$ -kabel 'ziet' die is afgesloten met een weerstand van  $50\ \Omega$ . Dat kan de aansluiting van een antenne zijn die in resonantie is en dan een impedantie heeft van  $50\ \Omega$ , maar een



inductie- en capaciteitsvrije weerstand van die waarde kan ook. Zie het plaatje links.

In dat geval wordt aan het eind van de coax-kabel geen vermogen weerkaatst. Dat gebeurt wel als die waarde anders is dan  $50\ \Omega$ . De SWR-waarde bij een  $50\text{-ohms}$  aansluiting zoals hier is de verhouding van  $50\ \Omega$  en de aangesloten

waarde. Bij een SWR van bijvoorbeeld 2 is die laatste 100 of 25  $\Omega$ . De SWR geeft namelijk de impedantieverhouding, waarbij de grootste van de twee in de teller (boven de deelstreep) staat en de kleinste in de noemer, dus onder de deelstreep. Een SWR kan dus nooit kleiner worden dan 1.

Bij een SWR die niet 1 is, wordt vanaf de aangesloten impedantie een deel van het aangeleverde vermogen teruggekaatst naar de bron. Zolang de SWR niet boven een getal 2 komt, is er nog niet zoveel aan de hand, bij (veel) grotere waarden komt in een goed gebouwde zender de ALC (*Automatic Level Control*) in actie om het vermogen terug te regelen. De teruggekaatste energie moet nu eenmaal ergens blijven en mag niet zo groot worden dat de eindtrap van de zender beschadigd wordt.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

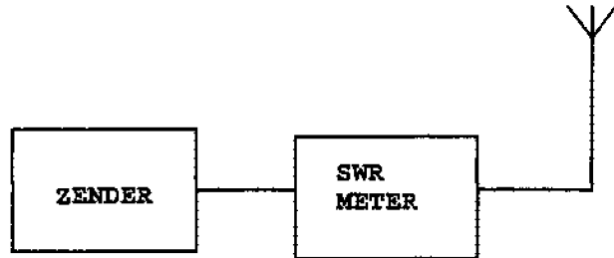


### 14.5.56 Uitwerking van Opgave 14-56

Een staandegolfmeter voor  $50 \Omega$  is aangesloten tussen een zendontvanger en een  $50 \Omega$  coaxiale kabel met een antenne.

De aanwijzing is 1. Dit betekent dat de:

- A. Antenne aangepast is aan de kabel
- B. Demping van de kabel minimaal is.
- C. Uitgangsimpedantie van de zendontvanger  $50 \Omega$  is.



### Uitwerking

Als een staandegolfmeter (SWR-meter) 1 aanwijst, betekent dat een volledige aanpassing van de zender aan kabel en van de kabel aan de antenne is. De  $50 \Omega$  uitgang van de SWR-meter 'ziet' een  $50 \Omega$  kabel en blijktbaar is de antenne op zijn aansluitpunt ook  $50 \Omega$ , zodat van het afgegeven vermogen niets wordt gereflecteerd en dus -op de kabelverliezen na- alles wordt opgenomen door de antenne.

Antwoord A.

### Opmerking

De demping door de kabel heeft niets te maken met de staandegolfverhouding..



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.57 Uitwerking van Opgave 14-57

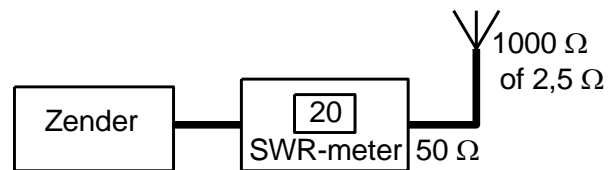
Een  $50 \Omega$  staandegolfmeter is met coaxkabel van  $50 \Omega$  opgenomen tussen een zender en een antenne. Deze meter geeft een SWR van 20:1 aan.

Dit betekent dat de:

- A. zender juist is aangepast
- B. antenne zeer slecht is aangepast**
- C. antenne juist is aangepast

#### Uitwerking

Het plaatje geeft de situatie weer. De SWR-waarde van 20, ook wel aangeduid met 20:1, geeft de verhouding weer tussen impedantie van  $50 \text{ ohm}$  van de aansluiting en die op het voedingspunt van de antenne, mits de voedingskabel naar de antenne een karakteristieke impedantie van  $50 \Omega$  heeft.



Die verhouding betekent dat de aanpassing van zender naar antenne heel slecht is. Het komt erop neer dat de antenne op het voedingspunt òfwel  $50 * 20 = 1000 \text{ ohm}$ , òfwel  $50:20 = 2,5 \text{ ohm}$  is.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

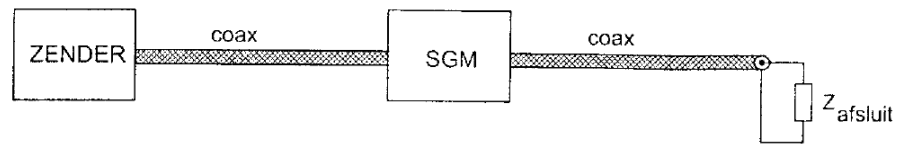
Naar de volgende opgave



**14.5.58 Uitwerking van Opgave 14-58**

Een staandegolfmeter (SGM) voor 70 Ohm is opgenomen in een antennekabel van 70  $\Omega$ . Bij welke afsluitimpedantie wijst de meter 1 aan?

- A. 50  $\Omega$
- B. 70  $\Omega$
- C. Kortsluiting

**Uitwerking**

Voor een SGV (staandegolfverhouding, SWR) van 1 moeten kabel, SWR en voedingspunt van de antenne allemaal 70  $\Omega$  zijn. In dit geval is de antenne vervangen door een afsluitweerstand (dummyload). Die moet dan evengoed 70  $\Omega$  zijn. De aansluiting vraagt 70  $\Omega$  voor een SGV van 1 en waardoor die 70  $\Omega$  wordt veroorzaakt, doet niet ter zake.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.59 Uitwerking van Opgave 14-59

Een  $50 \Omega$  staandegolfmeter (SWR-meter) is met verliesvrije  $50 \Omega$  coaxkabel aangesloten tussen een zender en een antenne. De SWR-meter wijst 1 aan.

Dit betekent dat de energie uit de zender:

- A. Door de antenne volledig wordt gereflecteerd
- B. Door de antenne volledig wordt uitgestraald**
- C. In de zender wordt gedissipeerd



### Uitwerking

Als de SWR-meter 1 aanwijst, betekent dit dat alle door de zender geleverde vermogen wordt doorgegeven aan de antenne. Als de zaak verliesvrij is, wat volgens de gegevens het geval is, wordt het volledige aangeleverde vermogen door de antenne uitgestraald.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.60 Uitwerking van Opgave 14-60

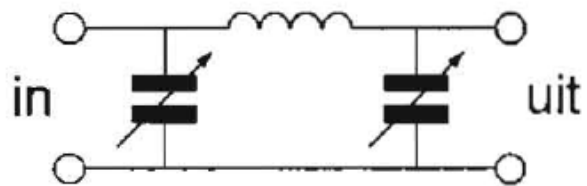
Tussen een zender en de coaxiale voedingslijn naar een meerbanden-antenne is een pi-filter opgenomen.

Het doel van dit filter is:

- A. Uitsluitend het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting
- B. Uitsluitend het verzwakken van harmonischen in het uitgezonden signaal
- C. **Het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting en het onderdrukken van harmonischen**

#### Uitwerking

Om te beginnen het schema van een pi-filter.



Het filter is in de eerste plaats bedoeld om een goede aanpassing te maken tussen zenderuitgang en antenne(kabel). Omdat het tegelijk een laagdoorlaatfilter is, onderdrukt het ook harmonischen. Het doet dus allebei: zenderuitgang aanpassen aan de belasting en harmonischen onderdrukken.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.61 Uitwerking van Opgave 14-61

Het voornaamste doel van een aanpassingsnetwerk tussen zender en antennekabel is:

- A. Beveiliging tegen gevaar bij aanraking antennedraad
- B. Meting van de staandegolfverhouding in de antennekabel
- C. Optimale belasting van de zender**

#### **Uitwerking**

Een aanpassingsnetwerk zoals bijvoorbeeld het pi-filter in de vorige opgave, meet niets, beveiligt niets, maar zorgt voor een zo goed mogelijke aanpassing tussen de zendereindtrap en het antennesysteem (=antenne en voedingskabel). Dat komt neer op

Antwoord C

#### **Opmerking**

Meestal zal zo'n netwerk ook harmonischen onderdrukken, maar er zijn ook aanpassingsnetwerken die dat niet doen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.62 Uitwerking van Opgave 14-62

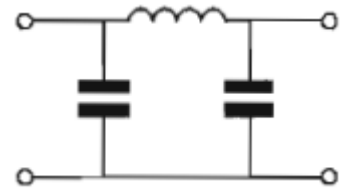
Het uitgangsfiler van een zender bevindt zich:

- A. Tussen oscillator en verdubbelaar
- B. Direct voor de eindtrap
- C. **Tussen eindtrap en antennekabel**

#### Uitwerking

Een uitgangsfiler is bijvoorbeeld een pi-filer (plaatje rechts). Het kunnen er ook meer dan één in serie zijn.

Het uitgangsfiler van een zender is bedoeld om een goede aanpassing te maken tussen eindtrap en belasting. Het ligt dan ook voor de hand, dat het filter zit tussen eindtrap en antennekabel. En dat is ook zo.



Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.63 Uitwerking van Opgave 14-63

Achter een zender wordt een filter geplaatst om het uitzenden van harmonischen te verminderen. Dat is een:

- A. Hoogdoorlaatfilter
- B. Bandsperfilter
- C. **Laagdoorlaatfilter**

#### **Uitwerking**

Bij gebruik van een hoogdoorlaatfilter worden hogere dan gewenste frequenties, zoals harmonischen, bevoordeeld ten opzichte van de bedoelde frequenties. Dan wordt het omgekeerde bereikt van wat de bedoeling is.

Een bandsperfilter verzwakt een aaneengesloten frequentiegebied. Voor het verzwakken van harmonischen heeft dat weinig nut, omdat hooguit een deel van de harmonischen binnen zo'n frequentiegebied zal vallen.

Een laagdoorlaatfilter zal met de juiste L- en C-waarden de gewenste frequenties doorlaten en hogere, zoals harmonischen, onderdrukken.

Antwoord C.

#### **Opmerking**

Zie ook de uitwerking van Opgave 14-60.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.64 Uitwerking van Opgave 14-64

Het uitstralen van harmonischen kan worden verminderd door:

- A. Een hoogdoorlaatfilter tussen de zender en de antennekabel te schakelen.
- B. De staandegolfverhouding op de antennekabel te verbeteren
- C. **Een laagdoorlaatfilter tussen de zender en de antennekabel te schakelen**

#### Uitwerking

Voor het onderdrukken van harmonischen gebruikt men tussen eindtrap en antenneaansluiting een laagdoorlaatfilter.

Antwoord C.

#### Opmerkingen

Een hoogdoorlaatfilter (antwoord A) werkt averechts; zie ook de uitwerking van Opgave 14-63. De staandegolfverhouding heeft niets te maken met de uitstraling van harmonischen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 14.5.65 Uitwerking van Opgave 14-65

Een zender is via een kabel met de antenne verbonden. Door het toevoegen van een antennetuner tussen de zender en de kabel kan:

- A. De zender worden afgestemd
- B. De antenne aan de kabel worden aangepast
- C. De zender aan de antenne-inrichting worden aangepast**

#### **Uitwerking**

Om de zender goed te belasten, zodat zo min mogelijk vermogen wordt gereflecteerd door de belasting, moet de eindtrap van de zender zijn aangepast aan de belasting van de antenne-inrichting, dat is voedingslijn plus antenne. Een antennetuner kan vaak die aanpassing verbeteren, omdat de zender over een zeker frequentiegebied moet kunnen worden verstemd en de aanpassing van de eindtrap van de zender een vaste instelling heeft.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.66 Uitwerking van Opgave 14-66

De staandegolfverhouding in de kabel tussen zender en antenne kan worden verbeterd door:

- A. De antenne beter aan te passen op de antennekabel
- B. De antennekabel beter aan te passen op de zenderuitgang
- C. De antennekabel te verkorten

#### **Uitwerking**

Aanpassing zou eigenlijk moeten gebeuren op de aansluiting van de voedingskabel op de antenne, zodat een zo hoog mogelijk vermogen de antenne bereikt. Dat is in de praktijk zacht gezegd nogal onhandig. Daarom nemen we bij wijze van compromis genoeg met een positie van de antennetuner tussen zenderuitgang en antennekabel.

Het lijkt daarom op grond van de praktijk of antwoord B goed is, maar strikt genomen is het

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.67 Uitwerking van Opgave 14-67

Het deel van een EZB -station dat zou kunnen bijdragen aan de onderdrukking van hogere harmonischen in het uitgangssignaal is:

- A. De staandegolfmeter
- B. De antenne-aanpassingseenheid**
- C. Het EZB -filter

#### **Uitwerking**

Hinderlijke harmonischen kunnen vooral ontstaan in de eindtrap van een zender. Wat eerder ontstaat, wordt vaak onderdrukt door filtering in de voorversterkertrap. Daarmee valt bijvoorbeeld het EZB-filter (antwoord C) af als kandidaat voor een juist antwoord.

In de antenne-aanpassingseenheid zitten wel mogelijkheden. Verschillende schakelingen, zoals een pi-filter, kunnen behalve als impedantie-omzetter ook dienen als laagdoorlaatfilter dat harmonischen onderdrukt.

Antwoord B.

#### **Opmerking:**

De staandegolfmeter laat zien hoe goed (of hoe slecht) de aanpassing is, maar is niet ingericht op het onderdrukken van harmonischen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.68 Uitwerking van Opgave 14-68

Van elektromagnetische golven is juist:

- A. De voortplantingssnelheid in de lucht bedraagt ca. 300.000 km/s
- B. Bij elke frequentie worden zij door de ionosfeer gereflecteerd
- C. Bij elke frequentie volgen zij de kromming van de aarde

#### Uitwerking

Van dit setje antwoorden is alleen antwoord A goed. De voortplantingssnelheid van elektromagnetische golven in de vrije ruimte is vrijwel gelijk aan 300.000 km/s en de voortplantingssnelheid in lucht wijkt daar wel iets, maar voor ons doel niet noemenswaard van af.

Antwoord A.

#### Opmerking

Niet elke frequentie wordt door de ionosfeer gereflecteerd en ook niet onder alle omstandigheden. Niet elke frequentie volgt de kromming van de aardbol. In feite zijn het alleen relatief lage frequenties tot zo'n 3 MHz die dit laatste doen; de lagere frequenties beter dan de hogere.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.69 Uitwerking van Opgave 14-69

De hoogste laag in de ionosfeer is:

- A. De F-laag
- B. De E-laag
- C. De D-laag

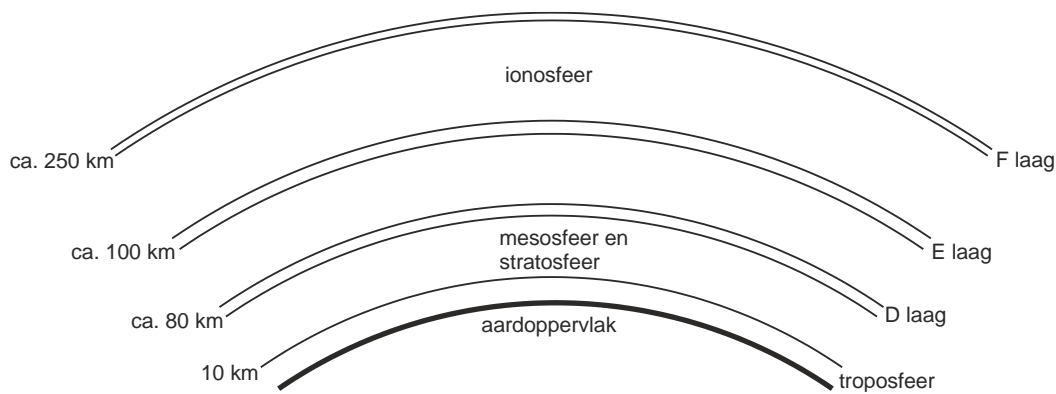
#### Uitwerking

De hoogste laag is de F-laag die overdag bestaat uit de F1- en de F2-laag, waarvan de F2-laag dan weer de hoogste is.

Antwoord A.

#### Opmerking

Hieronder is de geschematiseerde figuur met ionosferische lagen en hun hoogtes, overgenomen uit de cursustekst.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.70 Uitwerking van Opgave 14-70

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

- A. Tussen 80 en 120 km hoogte
- B. Tussen zee –niveau en ongeveer 10 km**
- C. Tussen 120 en 500 km hoogte

#### **Uitwerking**

De troposfeer begint aan het aardoppervlak en reikt tot ongeveer 6 km hoogte in de poolgebieden en tot 16-18 km bij de evenaar. Als gemiddelde wordt vaak 10 km aangehouden. Op onze breedte is dat ook zo ongeveer de echte waarde.

Antwoord B.

#### **Opmerking**

Zie ook de figuur onder de uitwerking van Opgave 14-69.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.71 Uitwerking van Opgave 14-71

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

- A. VHF- en HF-band
- B. VHF-band**
- C. HF-band

#### Uitwerking

Voor de 2m-band staat bij zendamateurs bekend om voortplanting van EM-golven via de troposfeer. Die band behoort tot het VHF-gebied (30-300 MHz). Normaal gesproken neemt in de troposfeer de luchttemperatuur af met toenemende hoogte, gemiddeld ongeveer 0,6 graad Celsius per 100 m. Onder die omstandigheden bepaalt op VHF de zichthorizon de propagatie-afstand.

Als echter door meteorologische oorzaken een warme luchtlaag boven een koudere ligt, kan deze zogenoemde *temperatuurinversie* EM-golven in het VHF-gebied reflecteren en verbindingen tot vele honderden km mogelijk maken.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.72 Uitwerking van Opgave 14-72

Na inval van de schemering zijn signalen van ver verwijderde zenders op de 80-meter band sterker omdat:

- A. De F-laag is gestegen
- B. De D-laag is verdwenen**
- C. De D-laag dikker is geworden

#### Uitwerking

De D-laag is de onderste geïoniseerde laag van de ionosfeer. Ionisatie betekent dat luchtdeeltjes daar onder invloed van zon-instraling worden gesplitst in positief en negatief geladen deeltjes, die *ionen* worden genoemd. De D-laag heeft de eigenschap, elektromagnetische golven te absorberen in de lagere HF-frequenties en in de zogenoemde middenfrequenties (0,3-3 MHz, niet te verwarren met de MF in ontvangers). Binnen die gebieden vallen bijvoorbeeld de 80-meter- en de 160-meter-amateurbanden.

Zodra 's avonds de zonnestraling is weggefallen, lost de D-laag op, de eerst geabsorbeerde straling vindt nu zijn weg naar de E- en de F-laag die het zonder zon langer volhouden (F verdwijnt niet volledig) en wordt daar gereflecteerd naar de aarde, zodat een veel groter bereik ontstaat.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





**14.5.73 Uitwerking van Opgave 14-73**

De golflengte van een signaal, dat gereflecteerd wordt door de F-laag, kan zijn:

- A. 10 m
- B. 10 cm
- C. 1 m

**Uitwerking**

De F-laag reflecteert golven in het HF-gebied, dat is 3-30 MHz en daaronder als 's nachts de D-laag is weggevallen. De enige golflengte van het drietal mogelijkheden die daar net binnen valt, is 10 m, ofwel 30 MHz. 1 m is 300 MHz (overgang VHF-UHF) en 10 cm is 3 GHz (overgang UHF-SHF), Verbindingen met de laatste twee zijn directe golven en vallen er dus buiten.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.74 Uitwerking van Opgave 14-74

In de UHF-band ligt de frequentie:

- A. 432 MHz
- B. 144 MHz
- C. 136 kHz

#### **Uitwerking**

VHF loopt van 30 tot 300 MHz

UHF loopt van 300 MHz tot 3 GHz

In die laatste valt de frequentie van 432 MHz

Antwoord A

#### **Opmerking**

De 136 kHz van antwoord C hoort tot het LF-gebied (Low Frequencies) van 30 – 300 kHz, dus strikt genomen liggen audiofrequenties, die we regelmatig LF noemen, nog lager.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.75 Uitwerking van Opgave 14-75

Lange afstand communicatie op HF banden wordt mogelijk gemaakt door het afbuigen van radiogolven in de:

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

#### Uitwerking

In het HF-frequentiegebied (3-30 MHz) maakt men voor verre verbindingen gebruik van reflectie door lagen in de ionosfeer. Dat zijn de E-laag en vooral de F-laag. Die laatste splitst zich overdag in de F1- en de F2-laag. De F2 reikt boven de polen tot ongeveer 225 km hoogte en nabij de evenaar tot ongeveer 400 km.

Antwoord C.

#### Opmerkingen

De troposfeer reikt vanaf het aardoppervlak tot gemiddeld ongeveer 10 km hoogte; in de poolgebieden minder en bij de evenaar meer. De stratosfeer ligt daar direct boven en reikt tot ongeveer 50 km.

Verbindingen via de troposfeer zijn meestal direct-zicht verbindingen. Dat zijn verbindingen die nauwelijks verder komen dan de zichtbare horizon. Soms kan een temperatuurinversie (zie uitwerking Opgave 14-71) leiden tot overbrugging van vele honderden km.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.76 Uitwerking van Opgave 14-76

Radiogolven met een frequentie van 10 MHz kunnen worden teruggekaatst in de:

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

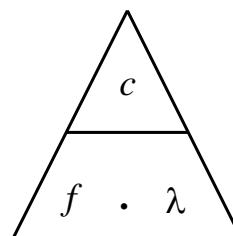
#### Uitwerking

10 MHz (golflengte 30 m) ligt in het HF-gebied dat loopt van 3 MHz (100 m) tot 30 MHz (10 m). In dat frequentiegebied kunnen verre verbindingen worden gemaakt dankzij reflectie in de ionosfeer.

Antwoord A.

#### Opmerking

Voor wie even kwijt is hoe je van frequentie naar golflengte komt of omgekeerd, staat rechts nog een keer de driehoek die het verband tussen frequentie  $f$ , golflengte  $\lambda$  en lichtsnelheid  $c$  aangeeft. Zet bij voorkeur  $c$  in Mm/s, dus  $c = 300$  Mm/s (=300 000 km/s);  $f$  in MHz en  $\lambda$  in m.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.77 Uitwerking van Opgave 14-77

Verbindingen in de 14 MHz band over grote afstanden worden gemaakt via:

- A. Aurora-reflectie
- B. De troposfeer
- C. De ionosfeerlagen

#### Uitwerking

De 14 MHz-band (14,00-14,35 MHz) is voor zendamateurs de lange-afstand-band (DX-band) bij uitstek. Hij is vooral overdag “open” als de ionosfeerlagen maximaal geïoniseerd zijn.

Antwoord C.

#### Opmerkingen

Verbindingen via de troposfeer (de onderste luchtlaag; op onze breedte ongeveer 10 km dik) zijn voor de 2-m band meest zichtverbindingen plus nog wat extra km. Met zo'n 100 km is het meestal wel ongeveer gebeurd. Maar als door meteorologische oorzaken een warme luchtlaag boven een koudere komt te liggen -dat heet een *temperatuurinversie*- kan het bereik plotseling oplopen tot vele honderden km.

Aurora (voluit *Aurora borealis*) is hetzelfde als Noorderlicht. Het wordt veroorzaakt door uitbarstingen op de zon. Daardoor worden geladen deeltjes het heelal in geslingerd. Als die deeltjes in de buurt van de aarde terechtkomen, worden ze aangetrokken door de magnetische noord- en zuidpool. Dat leidt in de buitenste lagen van de atmosfeer tot sterke ionisatie en lichtverschijnselen. De ionisatie leidt tot reflectie van EM-golven, maar doordat de geïoniseerde gebieden snel van plaats en ionisatiegraad veranderen, treedt sterke vervorming van signalen op. Aurorareflectie speelt vooral een rol in het VHF-gebied op de 50- en 70-MHz banden en in mindere mate de 144-MHz band. De eerste twee zijn, als het om zenden gaat, alleen voor F-amateurs toegankelijk.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.78 Uitwerking van Opgave 14-78

Elektromagnetische golven met een frequentie van ongeveer 1,8 MHz:

- A. Worden gereflecteerd als gevolg van temperatuurinversie
- B. Geven bij afstanden van meer dan 500 km in het algemeen 's nachts een betere ontvangst dan overdag**
- C. Zijn uitermate geschikt om afstanden van meer dan 10.000 km te overbruggen

#### **Uitwerking**

Door het 's nachts wegvallen van de D-laag is dan het afstandsbereik op 1,8 MHz veel groter dan overdag. Dan worden de golven niet meer door de D-laag worden geabsorbeerd en kunnen ze worden gereflecteerd door hogere ionosferische lagen. Stations op afstanden van 500 km of verder kunnen daardoor 's nachts wel en overdag meestal niet worden beluisterd.

Antwoord B.

#### **Opmerking**

Temperatuurinversies zijn vooral van belang op VHF (30-300 MHz) en voor afstanden van 10 000 km of meer gebruiken we HF-banden voor verbindingen via de ionosfeer.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.79 Uitwerking van Opgave 14-79**

Overdag is een noord-zuid radioverbinding over 10.000 km vrijwel steeds mogelijk op:

- A. 14 MHz
- B. 28 MHz
- C. 7 MHz

**Uitwerking**

14 MHz (20-m band) is geschikt voor lange-afstandsverbindingen overdag en vaak ook in de vroege avond. Noord-zuid werkt vaak het best langs de overgang van dag naar nacht.

Antwoord A

**Opmerking**

Op 28 MHz zijn verre noord-zuid verbindingen overdag soms mogelijk, vooral tijdens zonnevlekkenmaxima.

7 MHz kan bij maxima en minima van de zonnevlekken-cyclus verre verbindingen mogelijk maken, vooral in de avond.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.80 Uitwerking van Opgave 14-80

HF-signalen zijn over lange afstanden veelal onderhevig aan snelle fading.

Dit wordt veroorzaakt door onregelmatigheid van:

- A. Reflecties op de zee-oppervlakte
- B. De demping in de D-laag
- C. **De reflecties in de F-laag**

#### Uitwerking

Snelle fading wordt veroorzaakt doordat signalen die door de F-laag worden gereflecteerd en daarbij meer dan één pad volgen, waardoor faseverschillen en snelle variaties in sterkte (*snelle fading*) ontstaan. Dit verschijnsel heet daarom ook wel *meerwegfading* of *multipadfading*. In antwoord C staat het woord 'reflecties' waarschijnlijk niet voor niets in het meervoud.

Antwoord C.

#### Opmerking

Reflecties op het zee-oppervlak en demping in de D-laag zijn bij fading niet aan de orde.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 14.5.81 Uitwerking van Opgave 14-81

Lange afstand HF-signalen zijn veelal onderhevig aan fading.

Dit wordt in het algemeen veroorzaakt door:

- A. Veranderende demping van de atmosfeer
- B. Veranderend zendvermogen
- C. Veranderende trajecten van het signaal tussen zender en ontvanger**

#### Uitwerking

Fading wordt vooral veroorzaakt doordat een signaal via verschillende trajecten (routes) op een ontvangantenne belandt. Verschillende trajecten betekenen verschillende afgelegde afstanden en verschillende afgelegde afstanden betekenen verschillen in fase tussen signalen die via die verschillende trajecten binnenkomen. Veranderende faseverschillen betekenen veranderende signaalsterkten

Die verschillen in fase veranderen ook nog eens in de tijd. Dat leidt tot veranderende signaalsterkten, fading dus.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.82 Uitwerking van Opgave 14-82

Welke bewering is het meest juist?

Radiogolven met een golflengte van 2 meter:

- A. Volgen de kromming van het aardoppervlak
- B. Planten zich vrijwel rechtlijnig voort**
- C. Worden gereflecteerd door de ionosfeer

#### Uitwerking

Een golflengte van 2 meter komt neer op 150 MHz, vlak naast de 2-meter amateurband van 144-146 MHz. Dat is in het VHF-gebied.

Radiogolven die de kromming van het aardoppervlak volgen, heten *grondgolven*. Die doen zich vooral voor bij lage frequenties (van enkele kHz tot hooguit zo'n 3 MHz). Die vallen hier dus af.

Radiogolven die zich (vrijwel) rechtlijnig voortplanten zitten op VHF (30-300 MHz) en hoger. Dat riekt naar antwoord B. Toch kijken we nog even verder.

Radiogolven in het HF-gebied hebben vaak een groot bereik, doordat ze in de ionosfeer worden gereflecteerd. Dat komt op 2 meter wel eens, maar toch zelden voor.

Inderdaad antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.83 Uitwerking van Opgave 14-83

Radioverbindingen in de 2-meter band tussen stations op aarde vinden in het algemeen plaats via de:

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

#### **Uitwerking**

Radioverbindingen in de 2-meterband (144-146 MHz) vinden in hoofdzaak plaats via de troposfeer, dat is de onderste (circa) 10 km van de atmosfeer. In de zomer wil het ook wel eens lukken via de ionosfeer (*sporadische E-reflectie*), maar het overgrote deel van de verbindingen op 2 m gaat via de troposfeer.

Antwoord B.

#### **Opmerking**

De stratosfeer is het deel van de atmosfeer direct boven de troposfeer en eindigt op ongeveer 50 km hoogte. De ionosfeer begint op ongeveer 80 km hoogte.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.84 Uitwerking van Opgave 14-84

Bij normale condities zullen radiogolven van circa 2-meter golflengte:

- A. Met het aardoppervlak meebuigen
- B. Zich volgens een vrijwel rechte lijn voortplanten**
- C. Van het aardoppervlak afbuigen

#### Uitwerking

Radiogolven met een golflengte van ongeveer 2 meter zullen zich onder normale omstandigheden ongeveer in rechte lijn voortplanten.

Grondgolven hebben in het VHF-gebied, waartoe de 2-meterband toe behoort, geen betekenis. De golven zullen zich ook niet van het aardoppervlak afbuigen. Het is omgekeerd: het aardoppervlak buigt zich, doordat de golven zich in rechte lijn verplaatsen, juist onder deze golven vandaan.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



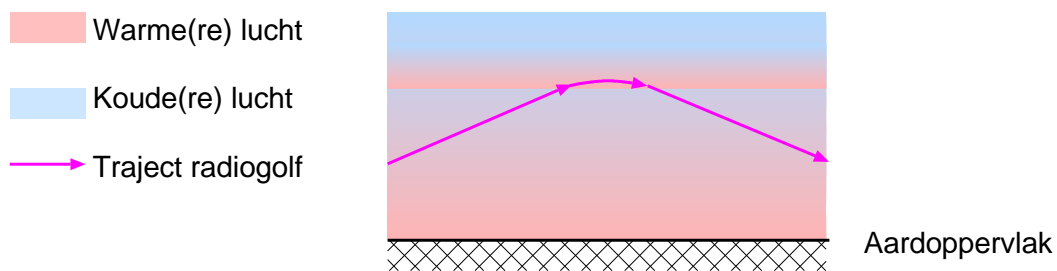
### 14.5.85 Uitwerking van Opgave 14-85

Bij gebruik van frequenties in het VHF-gebied kunnen grote afstanden beter overbrugd worden door:

- A. Temperatuurinversies
- B. Een goed geleidend aardoppervlak
- C. Reflecties tegen geïoniseerde F-lagen

#### Uitwerking

Het gaat hier vooral om temperatuurinversies. Normaal wordt de lucht in de troposfeer kouder met toenemende hoogte, gemiddeld ongeveer  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  per 100 meter. Door meteorologische oorzaken kan dit beeld zo veranderen, dat er een warmere luchtlaag boven een koudere komt te liggen. In dat geval kunnen op VHF en soms ook UHF uitgezonden radiogolven worden gereflecteerd of teruggebogen naar de aarde. De afbeelding hieronder is bedoeld om daar een idee van te geven.



Als de hoge warme luchtlaag zelf ook weer gelaagd is, wat soms het geval is, kunnen meerdere reflecties binnen de laag de oorzaak zijn van nog verdere verbindingen. Zo'n situatie wordt wel een *duct* genoemd.

Antwoord A.

#### Opmerkingen

Een geleidend aardoppervlak is interessant voor een verre voortplanting van de grondgolf op frequenties tot zo'n 3 MHz. Geïoniseerde F-lagen hebben op VHF-golven zelden enige invloed. Dat hebben ze wel op HF (3-30 MHz).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.86 Uitwerking van Opgave 14-86

De voortplanting van radiogolven over grote afstand in de 2-meter band is vooral afhankelijk van:

- A. Het aantal zonnevlekken
- B. De stand van de zon
- C. De temperatuurverdeling in de onderste luchtlagen

#### Uitwerking

In de uitwerking van Opgave 14-85 (de vorige opgave dus) is naar voren gekomen dat de verre voortplanting van radiogolven in de 2-meterband vooral afhankelijk is van temperatuurinversies in de troposfeer, dat is de onderste laag van de atmosfeer. Dat komt voor deze opgave neer op antwoord C.

#### Opmerkingen

Temperatuurinversies komen vooral voor in hogedrukgebieden. Daarin is de atmosfeer relatief rustig, waardoor een inversie langere tijd kan blijven bestaan. Inversies kunnen ook ontstaan in de winter als boven Europa een koudegebied aanwezig is, vaak in combinatie met een sneeuwdek, en warmere oceaanolucht die door zijn hogere temperatuur wat lichter is, over de koude lucht heen stroomt. Onder meteorologen heet het dan dat de koude lucht 'plakt'.

Het aantal zonnevlekken heeft vooral betrekking op het HF-frequentiegebied (3-30 MHz). De stand van de zon heeft met dit onderwerp nagenoeg niets te maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.87 Uitwerking van Opgave 14-87

De afstand, waarover in de 2-meter band een verbinding gemaakt kan worden, wordt soms sterk vergroot door:

- A. Een relatief hoog aantal zon –uren per dag
- B. Buiging in luchtlagen van verschillende temperatuur**
- C. Veel stof in de lucht

#### **Uitwerking**

Uit de uitwerkingen van Opgave 14-85 en Opgave 14-86 valt het juiste antwoord bij deze opgave eenvoudig af te leiden:

Antwoord B.

#### **Opmerking**

Het aantal zon-uren per dag en stof in de lucht hebben met de maximale afstand van verbindingen in de 2-meterband niets te maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.88 Uitwerking van Opgave 14-88

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

- A. De ultraviolette zonnestraling
- B. Temperatuurinversie**
- C. Magnetische stormen

#### **Uitwerking**

Wie de voorgaande drie opgaven heeft uitgewerkt, weet het eigenlijk al: temperatuurinversies. Ultraviolette zonnestraling en magnetische stormen klinken misschien geleerd, maar hebben met radioverbindingen op grote afstand in de 2-meterband hoegenaamd niets te maken.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.89 Uitwerking van Opgave 14-89

Regelmatige veranderingen in de ionosfeer ten gevolge van zonnevlekkenactiviteit treden op in een cyclus van:

- A. 11 maanden
- B. 11 jaren**
- C. 11 dagen

#### Uitwerking

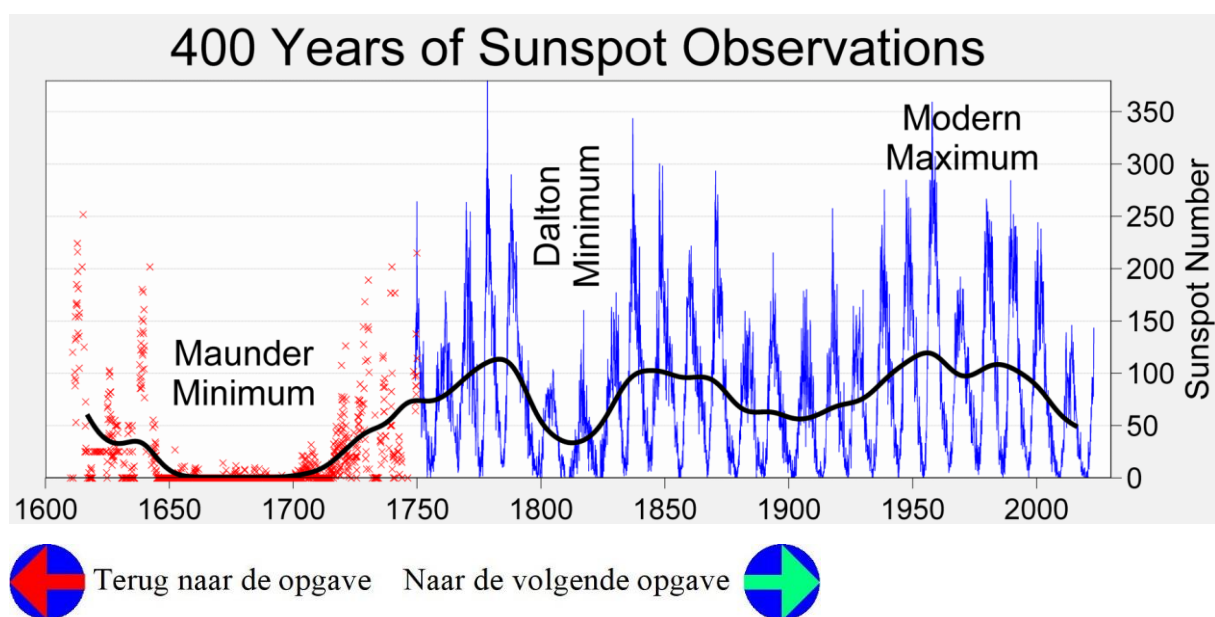
Hier is geen discussie of toelichting bij nodig. Het antwoord is: gemiddeld 11 jaar De ene cyclus kan een beetje langer duren dan de andere, maar de verschillen zijn klein ten opzichte van de gemiddelde duur. De intensiteit van opeenvolgende cycli kan wel (sterk) verschillen.

Antwoord B.

#### Opmerkingen

De propagatie (voortplanting) van HF-radiogolven hangt direct samen met de zonne-activiteit omdat deze een grote invloed heeft op de ontwikkeling van reflecterende lagen in de ionosfeer. Een actieve zon betekent veel mogelijkheden voor lange-afstandsverbindingen, een weinig actieve zon leidt tot veel minder mogelijkheden.

Zonnecycli zijn niet allemaal even sterk. Zonne-activiteit wordt meestal afgemeten naar het zogenoemde zonnevlekkengetal (*Sunspot number*); dat is een maat voor de zonne-activiteit. Zie ook <https://www.spaceweather.com/>, helaas in het Engels. Door de eeuwen heen kunnen de cycli sterk variëren en zelfs een eeuw of wellicht langer afwezig zijn. Zie de grafiek hieronder (ongeveer uit 2020), afkomstig van Wikipedia.





### 14.5.90 Uitwerking van Opgave 14-90

Een zonnevlekkenmaximum komt voor, (gemiddeld) eens per:

- A. 11 maanden
- B. 11 jaren**
- C. 11 dagen

#### **Uitwerking**

Antwoord B. Zie voor meer informatie de uitwerking van Opgave 14-89.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.91 Uitwerking van Opgave 14-91

Een zonnevlekkencyclus duurt gemiddeld:

- A. 11 maanden
- B. 11 jaren**
- C. 11 dagen

#### **Uitwerking**

Antwoord B. Zie voor meer informatie de uitwerking van Opgave 14-89.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.92 Uitwerking van Opgave 14-92

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

- A. Overdag, gedurende een periode van een minimaal aantal zonnevlekken.
- B. 's Nachts, gedurende een periode van een minimaal aantal zonnevlekken
- C. **Overdag, gedurende een periode van een maximaal aantal zonnevlekken**

#### Uitwerking

De 28-MHz-band is vooral bruikbaar voor intercontinentaal verkeer bij een maximaal aantal zonnevlekken, omdat dan de F-lagen (F1 en F2) in de ionosfeer als gevolg van de hoge zonneactiviteit het sterkst ontwikkeld zijn. De bruikbaarheid van de F-laag voor deze frequentie valt 's nachts sterk terug, doordat dan de ionisatiegraad van de F-laag vermindert.

Antwoord C.

#### Opmerking

Ook het seizoen heeft een effect, doordat 's winters de zon veel lager staat dan 's zomers. Op onze geografische breedte heeft dat laatste een minder sterke ontwikkeling van de F-laag tot gevolg.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.93 Uitwerking van Opgave 14-93

Twee of meer golven van een radiosignaal kunnen verschillende wegen volgen naar de ontvangantenne, waardoor de sterkte van het ontvangen signaal varieert.

Deze sterkteverandering heet:

- A. Reflectie
- B. Fading**
- C. Absorptie

#### Uitwerking

De meest voorkomende vorm van radiogolven die bij ontvangst afwisselend zwakker en sterker worden is zogenoemde *meerwegfading* (het Nederlandse woord voor *fading* is *versluiering* en wordt weinig gebruikt). Dan komt een radiogolf via verschillende trajecten bij de ontvangstantenne aan. Gevolg is dat de weg van de ene golf langer is dan de andere en er een voortdurend veranderend faseverschil ontstaat. Doordat reflecterende lagen nu eenmaal op verschillende plaatsen tegelijk van ligging, hoogte en vorm veranderen, ontstaat dit verschijnsel.

Daardoor kan eenzelfde signaal dat via ongelijke trajecten binnenkomt, van sterk (in fase) veranderen in zwak (in tegenfase) en omgekeerd.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.94 Uitwerking van Opgave 14-94

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

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

#### **Uitwerking**

In de uitwerking van Opgave 14-93 hebben we al besproken dat dit komt door meer dan één verschillende propagatieweg (Antwoord A suggereert dat het er twee zijn, maar meer kan ook).

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.95 Uitwerking van Opgave 14-95

Fading of versluiering van radiogolven beneden 30 MHz ontstaat doordat:

- A. De D –laag alleen overdag aanwezig is en deze de radiogolven grotendeels absorbeert
- B. De absorptie van de D–laag afneemt met toenemende frequentie
- C. **Ze langs meer dan één pad de ontvangantenne bereiken.**

#### **Uitwerking**

Eigenlijk is dit ongeveer dezelfde vraag als de vorige, alleen zijn de onjuiste antwoorden een beetje anders. Een wat uitvoeriger uitleg vind je in de uitwerking van Opgave 14-93.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.96 Uitwerking van Opgave 14-96

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 plotselinge troposferische verstoring
- C. Een fout in de zender

#### Uitwerking

De hoofdoorzaak is dezelfde als bij 'gewone' fading: meer dan één propagatietraject. Daardoor komt een signaal via verschillende trajectlengtes bij de ontvangstantenne aan, met variërende faseverschillen tot gevolg. Bij selectieve fading verschillen die lengtes ook nog per frequentie, waardoor vlak bij elkaar gelegen frequenties verschillend worden beïnvloed.

Dat kan bij ontvangst van AM nogal hinderlijk zijn als de ene zijband anders wordt beïnvloed dan de andere. Dit leidt tot flinke vervorming. EZB (SSB) is door de afwezigheid van een draaggolf en een zijband voor selectieve fading veel minder gevoelig dan AM of dubbelzijband (een modulatiemethode waarbij alleen de draaggolf is onderdrukt en twee zijbanden overblijven; zit niet in het N-pakket).

Antwoord A.



Terug naar de opgave

**Einde van de opgaven bij hoofdstuk 14**