

# 1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 22.10.2012

1. Svetilka v koordinatnem izhodišču krogelnega koordinatnega sistema  $(r, \theta, \phi)$  seva svetlobno moč  $P=50W$  enakomerno v vse smeri. Kolikšen je Poynting-ov vektor  $\vec{S}=?$  na razdalji  $r=1m$ ? Absorpcija vidne svetlobe v zraku je zanemarljivo majhna.

- (A)  $\vec{I}_r \cdot 6W/m^2$  (B)  $\vec{I}_\phi \cdot 6W/m^2$  (C)  $\vec{I}_\theta \cdot 4W/m^2$  (D)  $\vec{I}_r \cdot 4W/m^2$

2. Ladja odpluje iz Lizbone ( $\lambda=9^\circ W$ ,  $\phi=38^\circ N$ ) na zahod po vzporedniku  $38^\circ N$  proti otočju Azori. Čez 1050km ladja zaide v neurje in se potopi. Na kateri zemljepisni dolžini  $\lambda'=?$  naj iščejo brodolomce?

- (A)  $21^\circ W$  (B)  $12^\circ W$  (C)  $18.5^\circ W$  (D)  $28.5^\circ W$

3. Če je  $T(x,y,z)$  funkcija porazdelitve absolutne temperature v prostoru s kartezičnimi koordinatami  $x$ ,  $y$  in  $z$ , je rezultat računske operacije odvajanja  $\text{grad}(T)=?$  fizikalna veličina z merskimi enotami:

- (A) vektor, K/m (B) skalar, K/m (C) vektor, K.m (D) skalar, K.m

4. Fluorescentna svetilka moti radijski sprejemnik na frekvenci  $f=918kHz$  ob vsakem vžigu, torej dvakrat v eni periodi izmeničnega toka frekvence  $f_{\check{z}}=50Hz$ . Na mestu sprejema na oddaljenosti  $r=10m$  od svetilke za elektromagnetne veličine motenj velja:

- (A)  $|\vec{E}|/|\vec{H}|=377\Omega$  (B)  $|\vec{E}|/|\vec{H}|>377\Omega$  (C)  $|\vec{E}|/|\vec{H}|<377\Omega$  (D)  $|\vec{E}|=0$

5. GPS sprejemnik je opremljen z anteno, ki hkrati sprejema vse vidne radio-navigacijske satelite nad obzorjem na frekvenci  $f=1.57542GHz$ . Smernost  $D=?$  antene GPS sprejemnika sme znašati največ:

- (A) 3dBi (B) 3dBd (C) 3 (D) 2dBi

6. S spektralnim analizatorjem opazujemo radiodifuzni frekvenčni pas 88MHz..108MHz z ločljivostjo  $B=10kHz$  (širina pasovnega sita v medfrekvenci spektralnega analizatorja). Čas ene meritve spektra  $t=?$  znaša:

- (A)  $2\mu s$  (B) 2ms (C) 20ms (D) 0.2s

7. WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_o=+20dBm$  na neusmerjeni anteni ( $G_o=1$ ) na frekvenci  $f=2.5GHz$ . Prenosni računalnik na oddaljenosti  $r=30m$  je prav tako opremljen z neusmerjeno sprejemno anteno ( $G_s=1$ ). Jakost sprejema  $P_s=?$  znaša:

- (A) -70dBm (B) -60dBm (C) -50dBm (D) -40dBm

8. Smerni diagram ground-plane antene na frekvenci  $f=150MHz$  kazijo neželjeni tokovi v nosilcu antene. Dolžino radialov  $l=?$  (palčke, ki sestavljajo srajčko spodnjega dela antene) izberemo za najnižji tok v nosilcu:

- (A) 0.4m (B) 0.5m (C) 0.6m (D) 0.7m

9. Radioteleskop dela na frekvenci vodikove črte  $f=1421MHz$ . Premera antene radioteleskopa znaša  $d=100m$ . Na kateri najmanjši razdalji  $r=?$  dosega takšna antena enake lastnosti kot za opazovane nebesne predmete?

- (A) 95m (B) 950m (C) 9500m (D) 95km

10. Antene za  $f=1GHz$  žal ne moremo pritrditi drugače na os vrtiljaka kot tako, da se fazno središče antene nahaja na ekscentričnosti  $e=1cm$  od osi vrtiljaka. Ekscentričnost vnese v meritve polja napako faze  $\phi=?$ :

- (A)  $\pm 6^\circ$  (B)  $\pm 12^\circ$  (C)  $\pm 18^\circ$  (D)  $\pm 24^\circ$

11. Mala žična zanka (točkasti magnetni dipol, majhen tudi glede na valovno dolžino) ima sevalno upornost  $R_s=1m\Omega$  pri frekvenci  $f=1MHz$ . Pri kateri frekvenci  $f'=?$  se sevalna upornost zanke podvoji:

- (A) 1.091MHz (B) 1.189MHz (C) 1.414MHz (D) 2MHz

12. Polvalovni dipol izdelamo iz razmeroma debele žice  $d=0.05\lambda$ . Na frekvenci, ko dolžina takšnega dipola ustreza natančno polovici valovne dolžine, bo impedanca debelega dipola  $Z=R+jX=?$  pri napajanju točno v sredini:

- (A)  $R>73\Omega$ ,  $X<0\Omega$  (B)  $R=73\Omega$ ,  $X=0\Omega$  (C)  $R=73\Omega$ ,  $X>0\Omega$  (D)  $R<73\Omega$ ,  $X=0\Omega$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 06.11.2012

1. Visokofrekvenčno moč na sprejemni anteni merimo s toplotnim merilnikom, ki meri sproščeno toploto na bremenskem upor s pomočjo termočlena. S takšnim toplotnim merilnikom zanesljivo merimo najnižjo moč  $P_{MIN}=?$

- (A) +30dBm (B) 10mW (C) 10 $\mu$ W (D) -80dBm

2. Gornjo frekvenčno mejo koaksialnega voda določa pojav višjih valovodnih rodov. Laboratorijski merilni inštrumenti so opremljeni s koaksialnimi vtičnicami in vtikači iz družine "Precision-N", ki imajo gornjo frekvenčno mejo  $f_{MAX}=?$

- (A) 2.45GHz (B) 18GHz (C) 94GHz (D) 517GHz

3. Neprosojen zaslon se nahaja v ravnini XZ. Na zaslon vpada ravninski val iz smeri -y (polprostor  $y < 0$ ). Majhna odprtina ( $\Delta x, \Delta z \ll \lambda$ ) v zaslonu v koordinatnem izhodišču se obnaša kot Huygens-ov izvor, ki seva v polprostor  $y > 0$  s smernim diagramom  $F(\theta, \phi) = ?$

- (A)  $1 + \sin(\theta) \cdot \sin(\phi)$  (B)  $1 + \sin(\theta) \cdot \cos(\phi)$  (C)  $1 + \cos(\theta_x)$  (D)  $1 + \cos(\theta)$

4. Skok tangencialne komponente električnega polja  $\bar{I}_N \times (\bar{E}_1 - \bar{E}_2)$  opišemo z magnetnim ploskovnim tokom  $\bar{K}_m$ . Magnetni naboji in tokovi sicer v resnici ne obstajajo, so le računski pripomoček, kjer ima  $\bar{K}_m$  merske enote:

- (A) 377 $\Omega$ /m (B) A/m (C) m/A (D) V/m

5. Sevanje neznane antene računamo po Lorentz-ovem izreku o recipročnosti. Kot sondo uporabimo polvalovni električni dipol na dovolj veliki razdalji  $r > 2 \cdot d^2 / \lambda$  v Fraunhofer-jevem področju. Izračun nam neposredno daje:

- (A)  $\bar{I}_r \cdot \bar{S}$  (B)  $\bar{I}_s \cdot \bar{E}$  (C)  $\bar{I}_s \cdot \bar{H}$  (D)  $\bar{E}$  in  $\bar{H}$

6. Enakomerno osvetljena kvadratna odprtina (brez fazne napake) dosega smernost  $D = 31$  dB pri frekvenci  $f = 10$  GHz. Kolikšna je velikost odprtine  $a = ?$  (stranica kvadrata)? ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s)

- (A) 10cm (B) 30cm (C) 1m (D) 3m

7. Piramidni lijak vzbuja z osnovnim rodom  $TE_{01}$  v pravokotnem valovodu. Dolžino lijaka  $l$  izberemo tako, da nam kvadratna napaka faze prinaša izgubo smernosti  $a = 1$  dB. Kolikšna je smernost odprtine  $D = ?$  s stranicama  $a = 5.5\lambda$  in  $b = 4.5\lambda$ ?

- (A) 25dBi (B) 24dBi (C) 23dBi (D) 22dBi

8. Najmočnejši stranski snopi velike ( $a, b \gg \lambda$ ), enakomerno osvetljene pravokotne odprtine so glede na glavni snop sevanja antene oslabljeni za  $a = ?$  [dB]? Napaka faze osvetlitve odprtine je zanemarljivo majhna.

- (A) -45dB (B) -31dB (C) -7dB (D) -13dB

9. Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d = 2$  m. Globina zrcala v temenu znaša  $h = 20$  cm. Na kateri oddaljenosti  $f = ?$  od temena se nahaja gorišče rotacijsko-simetričnega zrcala?

- (A) 80cm (B) 100cm (C) 125cm (D) 160cm

10. Umetni dielektrik izdelamo s kovinskimi palčkami. Palčke usmerimo v smer električnega polja. Najbolj učinkovito povečanje navidezne relativne dielektrične konstante prostora  $\epsilon_r$  dosežemo s palčkami dolžine  $l = ?$

- (A)  $\lambda/4 < l < \lambda/2$  (B)  $l = \lambda/2$  (C)  $\lambda/2 < l < 3\lambda/4$  (D)  $l = 3\lambda/4$

11. Glavna prednost eno-zrcalne parabolične antene izmaknjene (offset) izreza v primerjavi z anteno z rotacijsko-simetričnim izrezom zrcala je v naslednji lastnosti izdelane antene:

- (A) mala antena (B) manjši žarilec (C) preprosta oblika (D) ni senčenja

12. Eno-zrcalna antena z izrezom paraboličnega zrcala in preprostim žarilcem v njegovem gorišču doseže največjo smernost  $D_{MAX}$  in največji dobitok  $G_{MAX}$ , ko osvetlitev roba zrcala upade za  $A = ?$  glede na sredino zrcala:

- (A) -10dB (B) -20dB (C) -30dB (D) -40dB

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

### 3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 27.11.2012

1. Vektorski voltmeter z dvema visokofrekvenčnima vhodoma meri naslednje fizikalne veličine kazalcev napetosti v frekvenčnem pasu od 1MHz do 1000MHz:

- (A) razliko faze in obe amplitudi      (B) razliko faze in razmerje amplitud      (C) obe fazi in razmerje amplitud      (D) obe fazi in obe amplitudi

2. Pravokotni kovinski valovod WR90 za frekvenčni pas od 8.2GHz do 12.4GHz (laboratorijske vaje v pasu 10GHz) ima naslednje notranje izmere a x b (v milimetrih), da dosežemo enorodovno delovanje v navedenem frekvenčnem pasu:

- (A) 165.1x82.55      (B) 86.36x43.18      (C) 22.86x10.16      (D) 7.112x3.556

3. Bočno skupino sestavimo iz dveh neusmerjenih (izotropnih) izvorov na razdalji  $d=?$ , ki jih napajamo z enako amplitudo in enako fazo ( $I_1=I_2$ ). V katerem območju  $d=?$  ima smerni diagram skupine tri snope sevanja?

- (A)  $\lambda/4 < d < 3\lambda/4$       (B)  $\lambda/2 < d < 3\lambda/2$       (C)  $\lambda < d < 2\lambda$       (D)  $\lambda/4 < d < \lambda$

4. Osno skupino dveh izotropnih virov na izbrani razdalji  $d$  napajamo z enako velikima tokovoma  $I_1=I_2e^{j\phi}$ . Veličini  $d$  in  $\phi$  izbiramo za največjo smernost osne skupine  $D_{MAX}$  ne glede na sevalni izkoristek  $\eta$ . Kolikšen mora biti fazni zamik  $\phi=?$  za  $D_{MAX}$ ?

- (A)  $\phi=-kd$       (B)  $\phi=kd/2$       (C)  $\phi=kd$       (D)  $\phi=\pi$

5. Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih anten, ki imata vsaka zase  $D_e=3\text{dBi}$  in impedanco  $Z=50\Omega$ . Kolikšna je smernost skupine  $D=?$ , če znaša  $\text{Re}(Z_{12})=-5\Omega$  na izbrani razdalji  $d$  med antenama in anteni napajamo sofazno z enako velikima tokovoma  $I_1=I_2$ ?

- (A) 5.5dBi      (B) 6dBi      (C) 6.5dBi      (D) 7dBi

6. Mikrotrakasta antena je izdelana kot bakrena pravokotna krpica s stranicama  $a$  in  $b$  na eni strani dvostranskega tiskanega vezja debeline  $d$  in dielektričnosti  $\epsilon_r$  ter veliko bakreno ravnino mase na drugi strani. Glavni vzrok za slab sevalni izkoristek  $\eta$  je:

- (A) majhen  $a$       (B) majhna  $a$  in  $b$       (C) majhen  $d$       (D) majhen  $\epsilon_r$

7. Sevanje bočne skupine želimo električno odkloniti navzdol za kot  $\alpha=10^\circ$  pod obzorje. Kolikšen naj bo fazni zasuk  $\phi=?$  med sosednjima antenama na pokončni razdalji  $d=\lambda$  (gornja antena prehiteva), da dosežemo zahtevani odklon glavnega snopa?

- (A)  $31.3^\circ$       (B)  $62.5^\circ$       (C)  $90^\circ$       (D)  $125^\circ$

8. V prostoru izmerimo amplitudi obeh komponent električne poljske jakosti in sicer:  $|E_V|=8\text{V/m}$  in  $|E_H|=6\text{V/m}$ . Uporabljeni merilnik ne zna meriti faze. V kakšnih mejah se lahko nahaja osno razmerje polarizacije  $R=?$  (v linearnih enotah)?

- (A)  $1 \leq R \leq 1.333$       (B)  $1.333 \leq R \leq \infty$       (C)  $0.75 \leq R \leq 1.333$       (D)  $0.75 \leq R \leq 1$

9. Umetni satelit je opremljen z linearno polarizirano oddajno anteno in se nenadzorovano suče. Kolikšno je razmerje sprejete moči  $P_{MAX}/P_{MIN}=?$  na zemeljski postaji, ki je opremljena z neidealno krožno polarizirano anteno s  $|Q_S|=0.1$ ?

- (A) 1.1      (B) 1.22      (C) 2.23      (D) 1.5

10. Huygens-ov izvor z izmerami  $\Delta x=0.01\lambda$  in  $\Delta y=0.03\lambda$  v ravnini  $xy$  osvetlimo z idealno desno-krožno polariziranim valovanjem (RHCP,  $Q=0$ ) v spodnjem pol-prostoru  $z<0$ . S kakšno polarizacijo seva Huygens-ov izvor v gornji pol-prostor  $z>0$ ?

- (A) eliptično  $R=3$       (B) eliptično  $R=9$       (C) odvisno od  $\theta, \phi$       (D) RHCP

11. UMTS telefon je opremljen z neusmerjeno anteno v frekvenčnem pasu 2.1GHz. Šumna temperatura neba v navedenem frekvenčnem pasu znaša  $T_N=10\text{K}$ , šumna temperatura tal pa  $T_Z=290\text{K}$ . Kolikšna je šumna temperatura (brezizgubne) antene  $T_A=?$

- (A) 150K      (B) 290K      (C) 54K      (D) 10K

12. Sonce vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{\text{sonca}}=0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T=10^6\text{K}$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T=?$  usmerjene antene s smernim diagramom v obliki stožca z  $\alpha_{\text{antene}}=5^\circ$ , ko jo iz hladnega neba zasukamo v sonce?

- (A)  $10^4\text{K}$       (B)  $10^5\text{K}$       (C)  $10^6\text{K}$       (D)  $10^8\text{K}$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

#### 4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 11.12.2012

1. Prevajalna funkcija četveropola  $H(\omega)$  med priključkoma dveh anten v reverberančni komori ima naslednjo časovno odvisnost, ko se oba mešalnika rodov vrtila:

- (A) naključni fazo in amplitudo      (B) stalno fazo in naključno amplitudo      (C) naključno fazo in stalno amplitudo      (D) stalni fazo in amplitudo

2. Sprejemna merilna glava skalarnega analizatorja vezij (za merjenje smernega diagrama anten) pravilno deluje z visokofrekvenčnim izvorom z modulacijo:

- (A) AM 1kHz pravokotnik      (B) AM 27kHz pravokotnik      (C) AM 50Hz sinus      (D) CW (brez modulacije)

3. Pravokotni valovodni lijak za frekvenco  $f=10\text{GHz}$  ima pravokotno odprtino s stranicama  $a=10\text{cm}$  in  $b=16\text{cm}$ . Polarizacija takšnega lijaka je:

- (A) vedno linearna,  $\vec{E}$  v smeri  $a$       (B) vedno linearna,  $\vec{E}$  v smeri  $b$       (C) odvisna od vzbujanja lijaka      (D) krožna ni možna

4. Če na zveznico oddajnik-sprejemnik vstavimo pod pravim kotom neprosojen zaslon, ki ima izrezano prvo Fresnel-ovo cono (prva Fresnel-ova cona ni senčena), smo v radijsko zvezo vnesli fazni zasuk:

- (A)  $90^\circ$       (B)  $180^\circ$       (C)  $270^\circ$       (D)  $360^\circ$

5. Radijska zveza na frekvenci  $f=150\text{MHz}$  premošča razdaljo  $d=20\text{km}$  v praznem prostoru ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ). Kolikšno največjo površino  $A=?$  doseže prva Fresnel-ova cona v opisani radijski zvezi?

- (A)  $100\text{m}^2$       (B)  $3.14\text{ha}$       (C)  $1\text{km}^2$       (D)  $314\text{m}^2$

6. Radijsko zvezo moti prečni gorski greben, ki se dviga nad zveznico oddajnik-sprejemnik za  $h=2\rho_1$ , kjer je  $\rho_1$  polmer prve Fresnel-ove cone na mestu ovire. Kolikšno je dodatno slabljenje  $a=?$  [dB], ki ga takšna ovira vnaša v radijsko zvezo?

- (A) 6dB      (B) 16dB      (C) 19dB      (D) 22dB

7. Fresnel-ovo zbiralno lečo izdelamo tako, da zasenčimo, drugo, četrto in šesto Fresnel-ovo cono. Kolikšno polje  $\vec{E}=?$  dobimo v točki sprejema v gorišču na osi Fresnel-ove leče glede na sprejem brez leče  $\vec{E}_0$ ?

- (A)  $3\vec{E}_0$       (B)  $5\vec{E}_0$       (C)  $7\vec{E}_0$       (D)  $9\vec{E}_0$

8. Luna ima obliko krogle s polmerom  $r=1737\text{km}$ . Kolikšna je odmevna površina Lune  $\sigma=?$  za radijske valove s frekvenco  $f=1\text{GHz}$ , če znaša odbojnost Lunine površine  $|\Gamma|=0.27$  pri navedeni frekvenci? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $6.91\cdot 10^5\text{km}^2$       (B)  $2.56\cdot 10^6\text{km}^2$       (C)  $3.02\cdot 10^6\text{km}^2$       (D)  $9.48\cdot 10^6\text{km}^2$

9. GSM telefon je opremljen z neusmerjeno anteno v frekvenčnem pasu 900MHz. Šumna temperatura neba v navedenem frekvenčnem pasu znaša  $T_N=30\text{K}$ , šumna temperatura tal pa  $T_Z=270\text{K}$ . Kolikšna je šumna temperatura (brezizgubne) antene  $T_A=?$

- (A) 30K      (B) 90K      (C) 150K      (D) 270K

10. Vijajnica iz kovinske žice v praznem prostoru se obnaša kot palica iz umetnega dielektrika za krožno polarizacijo v smeri vijajnice pri določenih izmerah glede na valovno dolžino  $\lambda$ . Kolikšna mora biti dolžina (obseg) enega ovoja vijajnice  $o=?$

- (A)  $\lambda/4 < o < \lambda/3$       (B)  $3\lambda/4 < o < 4\lambda/3$       (C)  $2\lambda/3 < o < 3\lambda/2$       (D)  $3\lambda < o < 4\lambda$

11. Telefon ima vgrajen fotoaparati z nepremično lečo premera  $d=2\text{mm}$ . Ostrina je nastavljena na neskončnost ( $r=\infty$ ). Do kakšne najmanjše razdalje  $r_{\text{MIN}}=?$  daje fotoaparati ostro sliko, če dopuščamo fazno napako  $\Delta\phi=\pi$  pri valovni dolžini  $\lambda=0.5\mu\text{m}$ ?

- (A) 4m      (B) 8m      (C) 1m      (D) 2m

12. Neželjene motnje, ki jih seva računalniška oprema, merimo na razdalji  $r=10\text{m}$ . Do katere frekvence  $f=?$  moramo ločeno meriti električno poljsko jakost  $\vec{E}$  in magnetno poljsko jakost  $\vec{H}$ , ker  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  pri nizkih frekvencah nista v razmerju  $Z_0=377\Omega$ ?

- (A) 4.78MHz      (B) 15MHz      (C) 62.8MHz      (D) 300MHz

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 15.1.2013

1. Kolikšen bi moral biti zračni tlak  $p=?$  tik nad površino planeta, da bi radijski valovi lahko natančno sledili ukrivljenosti planeta, ki ima enako maso in izmere ter podobno sestavo ozračja kot Zemlja?

- (A) 1bar (B) 2bar (C) 4bar (D) 8bar

2. Kolikokrat je odmevna površina  $\sigma$  večja od površine A ravne kovinske plošče? Ravna kovinska plošča ima obliko kvadrata s stranico, ki je enaka valovni dolžini  $\lambda$ . Valovanje s frekvenco  $f=3\text{GHz}$  vpada na ploščo pod pravim kotom. ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 100-krat (B) 9-krat (C) 4-krat (D) 12.56-krat

3. Kolikšen je največji domet  $d=?$  (merjeno po površini Zemlje) radijske zveze z enim skokom preko ionosferske plasti F na višini  $h=300\text{km}$  nad površino Zemlje? Lom v nižjih plasteh ozračja zanemarimo. Zemljo obravnavamo kot kroglo s polmerom  $R_Z=6378\text{km}$ .

- (A) 3840km (B) 1920km (C) 960km (D) 480km

4. Kolikšen je lomni količnik  $n=?$  ionosferske plasti pri frekvenci  $f=12\text{MHz}$ ? Ionosfersko plast opisuje frekvenca plazme  $f_p=6\text{MHz}$ . Izgube zaradi trkov elektronov z drugimi ioni in nevtralnimi molekulami ozračja so zanemarljivo majhne.

- (A) 0.750 (B) 0.866 (C) 1.155 (D) 1.333

5. Radijski sprejem močno slabi odboj od ravnih tal med oddajnikom in sprejemnikom na majhni višini nad tlemi. Če razdaljo  $r$  med oddajnikom in sprejemnikom podvojimo in ostanejo vsi ostali podatki radijske zveze nespremenjeni, jakost sprejema upade za:

- (A) 3dB (B) 6dB (C) 12dB (D) 24dB

6. Načrtovalec je v računu pozabil upoštevati rezervo zveze in uporabil sprejemnik, ki po občutljivosti komaj dosega srednjo moč sprejetega signala. Kolikšna bo verjetnost izpada takšne zveze, če statistika presiha ustreza Rayleigh-ovi porazdelitvi?

- (A) 100.0% (B) 63.2% (C) 50.0% (D) 36.8%

7. Po vtirjenju in ločitvi od nosilne rakete se umetni satelit običajno vrti, kar povzroča presih telekomandne zveze z zemeljsko postajo. Katera od navedenih raznolikosti je v takšni radijski zvezi popolnoma NEUČINKOVITA?

- (A) frekvenčna (B) časovna (C) polarizacijska (D) prostorska

8. Radijska zveza točka-točka uporablja anteni s smernostjo  $D=16\text{dBi}$ , ki sta usmerjeni druga proti drugi natančno v obzorje. Kolikšna je šumna temperatura (brezizgubne) antene  $T_A=?$ , če znaša šumna temperatura neba  $T_N=40\text{K}$ , temperatura tal pa  $T_Z=280\text{K}$ ?

- (A) 40K (B) 320K (C) 280K (D) 160K

9. Vektorski analizator vezij vsebuje merilni sprejemnik z dvema vhodoma, ki meri naslednje fizikalne veličine kazalcev napetosti na obeh vhidih:

- (A) razliko faze in razmerje amplitud (B) obe fazi in razmerje amplitud (C) razliko faze in obe amplitudi (D) obe fazi in obe amplitudi

10. Prereza E in H smernega diagrama antene izrišemo na dva različna načina, v močnostni (kvadratični) in v logaritemski (decibelski) skali. Stranski snopi dolge Yagi antene so bolj vidni v naslednjem prikazu, pokončni skali na grafu:

- (A) močnostni (B) obeh enako (C) niso vidni (D) logaritemski

11. Na anteno z dobitkom  $G=25\text{dBi}$  priključimo oddajnik moči  $P_0=10\text{W}$  na frekvenci  $f=10\text{GHz}$ . Na kateri razdalji  $d=?$  od antene upade vrednost električne poljske jakosti  $|\vec{E}|=6V_{\text{eff}}/\text{m}$ , kot to zahtevajo veljavni predpisi o škodljivem neionizirajočem sevanju?

- (A) 2.89m (B) 4.08m (C) 51.3m (D) 72.6m

12. Prehod iz koaksialnega kabla na pravokotni valovod uporabimo kot lijakasto anteno v nazivnem frekvenčnem pasu valovoda (en sam rod v valovodu). Na polovični frekvenci  $f/2$  od nazivne bo impedanca, ki jo izmerimo na koaksialnem priključku:

- (A) povsem realna (B) povsem jalova (C) kompleksna (D) nič

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

# 1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 22.10.2013

1. Za oglaševanje Red Bull-a se pustolovci odpravijo na pot okoli sveta z balonom. Pustolovci skušajo ujeti takšne vetrove, da bo balon potoval na povprečni zemljepisni širini  $40^{\circ}\text{N}$  (severna polobla). Kolikšno pot bo napravil balon? ( $R_z=6378\text{km}$ )

- (A) 40074km (B) 30699km (C) 20037km (D) 15349km

2. Električno in magnetno polje računamo preko potencialov. Vektorski potencial je definiran z enačbo  $\vec{B}=\text{rot}\vec{A}$ . Kakšne merske enote ima vektorski potencial  $\vec{A}$ ?, če gostoto magnetnega pretoka merimo v Tesla= $\text{Vs}/\text{m}^2$ ?

- (A)  $\text{Vs}/\text{m}$  (B)  $\text{Vs}/\text{m}^2$  (C)  $\text{Vs}/\text{m}^3$  (D)  $\text{As}/\text{m}^2$

3. Neusmerjena svetilka moči  $P=100\text{W}$  je postavljena na vrh droga višine  $h=6\text{m}$  nad tlemi. Kolikšna je velikost Poynting-ovega vektorja  $|\vec{S}|$ ? na tleh na vodoravni razdalji  $d=8\text{m}$  od droga? Absorpcija vidne svetlobe v zraku je zanemarljivo majhna.

- (A)  $0.221\text{W}/\text{m}^2$  (B)  $0.124\text{W}/\text{m}^2$  (C)  $0.080\text{W}/\text{m}^2$  (D)  $0.041\text{W}/\text{m}^2$

4. Stikalni napajalnik računalnika vsebuje transformator, ki dela s frekvenco  $f=50\text{kHz}$ . Na kateri razdalji  $d$ ? bosta električno polje motenj  $\vec{E}$  in magnetno polje motenj  $\vec{H}$  približno v razmerju valovne impedance prostora  $Z_0=377\Omega$ ? ( $c=3\cdot 10^8\text{m}/\text{s}$ )

- (A) 9.55cm (B) 9.55m (C) 95.5m (D) 955m

5. S spektralnim analizatorjem opazujemo radiodifuzni frekvenčni pas  $88\text{MHz}..108\text{MHz}$  z ločljivostjo  $B=100\text{kHz}$  (širina pasovnega sita v medfrekvenci spektralnega analizatorja). Kolikokrat se podaljša čas meritve, ko vključimo še video sito širine  $B_v=10\text{kHz}$ ?

- (A) ni sprememb (B) 3.16-krat (C) 10-krat (D) 100-krat

6. WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_o=+10\text{dBm}$  na neusmerjeni anteni ( $G_o=1$ ) na frekvenci  $f=2.5\text{GHz}$ . Prenosni računalnik na oddaljenosti  $r=30\text{m}$  je prav tako opremljen z neusmerjeno sprejemno anteno ( $G_s=1$ ). Jakost sprejema  $P_s$ ? znaša:

- (A)  $-70\text{dBm}$  (B)  $-60\text{dBm}$  (C)  $-50\text{dBm}$  (D)  $-40\text{dBm}$

7. Sevalno upornost male žične zanke  $a\ll\lambda$  najprej izmerimo v zraku. Nato zanko potopimo globoko v izolacijsko tekočino z dielektričnostjo  $\epsilon_r=4$ . Sevalna upornost zanke  $R_s$  se pri potopu v dielektrik spremeni za faktor:

- (A) 8krat večja (B) 4krat večja (C) 2krat manjša (D) 4krat manjša

8. Televizijski oddajnik na vrhu hriba seva vsesmerno po azimutu, po elevaciji pa pokriva vse od obzorja navzdol do  $e_l=-30^{\circ}$  pod obzorjem. V gornjo poloblo naj antena ne seva, prav tako naj ne seva navzdol pod  $-30^{\circ}$ . Smernost  $D$ ? antene znaša:

- (A)  $0\text{dBd}$  (B)  $8\text{dBd}$  (C)  $3\text{dBi}$  (D)  $6\text{dBi}$

9. Smerni diagram ground-plane antene na frekvenci  $f=225\text{MHz}$  kazijo neželjeni tokovi v nosilcu antene. Dolžino radialov  $l$ ? (palčke, ki sestavljajo srajčko spodnjega dela antene) izberemo za najnižji tok v nosilcu:

- (A) 0.4m (B) 0.5m (C) 0.6m (D) 0.7m

10. Satelitska zemeljska postaja sprejema v frekvenčnem pasu  $f=4\text{GHz}$ . Premer antene zemeljske postaje znaša  $d=22\text{m}$ . Na kateri najmanjši razdalji  $r_{\text{MIN}}$ ? dosega takšna antena enake lastnosti kot za sprejem satelitov v geostacionarni tirnici?

- (A) 51.6m (B) 129m (C) 12.9km (D) 51.6km

11. Ravno antensko žico dolžine  $l=1\text{m}$  in premera  $2r=1\text{mm}$  napajamo z izmeničnim virom točno na sredini. Žica se nahaja v praznem prostoru brez ovir. Pri kateri frekvenci  $f$ ? občuti vir najvišjo velikost impedance  $|Z|_{\text{MAX}}$ ?

- (A) 150MHz (B) 300MHz (C) 450MHz (D) 600MHz

12. V primerjavi z enakomerno in sofazno osvetljeno odprtino ima odprtina z neenakomerno jakostjo osvetlitve brez fazne napake:

- (A) ožji snop sevanja (B) večjo smernost D (C) enak dobitek G (D) manjšo smernost D

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 12.11.2013

1. Kolikšno največjo visokofrekvenčno moč  $P=?$  omogočajo polprevodniški laboratorijski merilni izvori v frekvenčnem pasu med 1GHz in 10GHz, če na izhodu ne uporabljamo slabilcev niti dodatnih zunanjih ojačevalnikov?

- (A) 10mw (B) 10 $\mu$ w (C) -70dBm (D) +35dBm

2. Valovodni lijaki so opremljeni s priključkom (prirobnico) za pravokotni kovinski valovod. Pravilno načrtovan pravokotni kovinski valovod zagotavlja razširjanje enega samega rodu valovanja v frekvenčnem razponu  $f_{MIN}:f_{MAX}=?$

- (A) 1:1.414 (B) 1:2.000 (C) 1:2.718 (D) 1:4.000

3. Antena je načrtovana za sprejem satelitske televizije v frekvenčnem pasu  $f=12$ GHz. Določite valovno število  $k=?$  pri osrednji frekvenci delovanja antene v praznem prostoru ( $\epsilon=\epsilon_0$ ,  $\mu=\mu_0$ ,  $Z_0=377\Omega$ ,  $c_0=3\cdot 10^8$ m/s)!

- (A) 2.5cm (B) 6.28rd (C) 40.1/m (D) 251rd/m

4. Antena ima značilne gradnike postavljene v smeri osi  $y$ . Pri izračunu sevanega polja antene izrazimo kotno funkcijo  $\cos\theta_y$  s koordinatami običajnega krogelnega koordinatnega sistema  $(r,\theta,\phi)$  s severnim tečajem v smeri osi  $z$  na naslednji način:

- (A)  $\cos\theta\cdot\sin\phi$  (B)  $\sin\theta\cdot\cos\phi$  (C)  $\sin\theta\cdot\sin\phi$  (D)  $\cos\theta\cdot\cos\phi$

5. Skok normalne komponente magnetnega pretoka  $\vec{I}_N\cdot(\vec{B}_1-\vec{B}_2)$  opišemo z magnetnim ploskovnim nabojem (ploskovno magnetino)  $\sigma_m$ . Magnetni naboji in tokovi sicer v resnici ne obstajajo, so le računski pripomoček, kjer ima  $\sigma_m$  merske enote:

- (A) Vs/m (B) A/m (C) Vs/m<sup>2</sup> (D) A/m<sup>2</sup>

6. Tankožični dipol ( $r_{ziice}\ll\lambda$ ) napajamo simetrično v sredini. V kakšnih mejah se lahko giblje dolžina dipola  $l=?$ , če ima impedanca v napajalni točki sredi dipola poleg delovne sevalne upornosti tudi jalovo induktivno komponento?

- (A)  $\lambda/2<l<\lambda$  (B)  $\lambda/4<l<\lambda/2$  (C)  $\lambda<l<3\lambda/2$  (D)  $3\lambda/4<l<3\lambda/2$

7. Osnovni rod v pravokotnem kovinskem valovodu razširimo s piramidnim lijakom v odprtino kvadratnega prereza (enaki stranici  $a$  v smereh  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$ ). V katerem prerezu je smerni diagram ožji, če dolžina lijaka zagotavlja zanemarljivo majhno napako faze?

- (A) v ravnini  $\vec{H}$  (B) v ravnini  $\vec{E}$  (C) enak v  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  (D) v diagonali

8. Vijajčna antena pretežno seva krožno-polarizirano valovanje v smeri osi vijajčnice. Kolikšna je dolžina enega ovoja vijajčnice  $l=?$ , ko se žica, navita v vijajčnico obnaša kot umetni dielektrik za krožno polarizirano valovanje?

- (A)  $0.2\lambda<l<0.25\lambda$  (B)  $\lambda/2<l<3\lambda/4$  (C)  $4\lambda/3<l<3\lambda/2$  (D)  $3\lambda/4<l<4\lambda/3$

9. Plitvo, rotacijsko simetrično parabolično zrcalo premera  $d=1.5$ m ima razmerje  $f/d=0.65$ . Kolikšen naj bi bil kot sevanja žarilca  $2\alpha=?$  za pravilno osvetlitev opisanega zrcala brez sevanja preko roba zrcala?

- (A) 154° (B) 128° (C) 58° (D) 84°

10. Glavna prednost eno-zrcalne parabolične antene simetričnega izreza v primerjavi z izmaknjenim (offset) izrezom zrcala je pri enakem izkoristku osvetlitve odprtine in enaki smernosti antene v naslednji lastnosti izdelane antene:

- (A) manjše zrcalo (B) manjši  $f/d$  (C) globlje zrcalo (D) ni senčenja

11. Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d=2$ m. Razmerje med goriščnico in premerom zrcala znaša  $f/d=0.3$ . Kolikšna je globina takšnega paraboličnega zrcala  $h=?$  v temenu?

- (A) 21cm (B) 42cm (C) 82cm (D) 1.33m

12. Piramidni lijak vzbujamo z osnovnim rodом  $TE_{01}$  v pravokotnem valovodu. Dolžino lijaka  $l$  izberemo tako, da nam kvadratna napaka faze prinaša izgubo smernosti  $a=1$ dB. Kolikšna je smernost odprtine  $D=?$  s stranicama  $a=5\lambda$  in  $b=4\lambda$ ?

- (A) 18dBi (B) 20dBi (C) 22dBi (D) 24dBi

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

### 3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 26.11.2013

1. Reverberančna komora je opremljena z dvema mešalnikoma rodov, ki ju vrtita dva elektromotorja. Vrtljaji elektromotorjev so različni iz naslednjega razloga:

- (A) tresljaji ne motijo meritev      (B) učinek ni koreliran      (C) mešalnika ne trčita      (D) pokončni ima večji navor

2. Pri merjenju faznega poteka tokov v palčkah Yagi antene dobimo kot rezultat valovno število  $k$  na strukturi antene. V primerjavi z valovnim številom  $k_0 = \omega/\sqrt{\mu\epsilon}$  v praznem prostoru je  $k$  na Yagi anteni:

- (A)  $k=k_0$       (B)  $k<k_0$       (C)  $k>k_0$       (D)  $k=0$

3. Kakšen smerni diagram  $F(\theta, \phi) = ?$  ima električno majhna (polmer  $a \ll \lambda$ ) zanka, po kateri teče izmenični tok  $I$ ? Zanka se nahaja v ravnini XZ, njena os torej kaže v smeri koordinatne osi Y. V okolici zanke je prazen prostor ( $\epsilon = \epsilon_0$ ,  $\mu = \mu_0$ ,  $Z_0 = 377\Omega$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ).

- (A)  $\sqrt{1 - \sin^2\theta \cdot \sin^2\phi}$       (B)  $\cos\theta \cdot \sin\phi$       (C)  $\sin\theta \cdot \cos\phi$       (D)  $\sin\theta$

4. Bočna skupina dveh izotropnih virov je napajana sofazno s tokovoma enakih jakosti. Skupina doseže največjo smernost  $D_{\text{MAX}}$  v praznem prostoru, ko se razdalja med viroma  $d = ?$  nahaja v naslednjem območju dolžin:

- (A)  $3\lambda/4 < d < \lambda$       (B)  $3\lambda/4 < d < \lambda$       (C)  $\lambda/4 < d < \lambda/2$       (D)  $\lambda/2 < d < 3\lambda/4$

5. Dva enako močna, sofazno napajana izotropna vira se nahajata na razdalji  $2.34\lambda$ . Koliko snopov  $N = ?$  ima smerni diagram  $F(\theta, \phi)$  v prostoru na veliki razdalji od takšne antene?

- (A) 3      (B) 5      (C) 8      (D) 10

6. Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih, tržno dobavljivih anten. Edini podatek o antenah sta  $-3\text{dB}$  širini glavnega lista smernega diagrama  $\alpha_E = 30^\circ$  in  $\alpha_H = 40^\circ$ . Na kolikšno razdaljo  $d = ?$  postavimo anteni v smeri sevanega električnega polja? ( $\lambda = 52\text{cm}$ )

- (A) 1.0m      (B) 1.5m      (C) 2.0m      (D) 3.0m

7. Polarizacija antene je navedena z razmerjem krožnih komponent  $Q = 0.3 + j0.4$ . Antena je desno-eliptično polarizirana. Kolikšno je osno razmerje take antene  $R = ?$  izraženo v decibelih [dB] = ?

- (A) 3.0dB      (B) 4.8dB      (C) 6.0dB      (D) 9.5dB

8. Radijsko zvezo vzpostavimo med dvema enakima antenama, ki sta obrnjeni ena proti drugi in sta enako polarizirani  $Q_0 = Q_S = Q$ . V kakšnih mejah se lahko giblje faktor prenosa moči zaradi neskladnosti polarizacije  $\eta = ?$

- (A)  $1 \leq \eta \leq \infty$       (B)  $0 \leq \eta \leq \infty$       (C)  $0 \leq \eta \leq 1$       (D)  $0 \leq \eta \leq 0.5$

9. GSM telefon je opremljen z neusmerjeno sprejemno/oddajno anteno v frekvenčnem pasu  $f = 900\text{MHz}$ . V tem pasu znaša povprečna temperatura šuma neba  $T_N = 40\text{K}$ . Šumna temperatura tal je enaka temperaturi okolice  $T_0 = 290\text{K}$ . Kolikšna je šumna temperatura antene  $T_A = ?$

- (A) 330K      (B) 40K      (C) 290K      (D) 165K

10. Radio zvezdo sprejemamo z brezizgubno anteno in izmerimo šum antene  $T_A = 50\text{K}$ . Anteno nato zamenjamo z večjo, ki ima za  $\Delta G = +4\text{dB}$  višji dobitnik. Kolikšna bo šumna temperatura  $T_A' = ?$  nove antene, obrnjene v isto radio zvezdo, pri šumu neba v ozadju  $T_N = 10\text{K}$ ?

- (A) 55K      (B) 80K      (C) 110K      (D) 160K

11. Krtačke elektromotorja kavnega mlinčka motijo srednjevalovni radijski sprejemnik  $f = 1\text{MHz}$  s kratko žično anteno na razdalji  $d = 3\text{m}$ . Če kavni mlinček umaknemo na razdaljo  $d' = 6\text{m}$ , motnje upadejo za:

- (A)  $-24\text{dB}$       (B)  $-18\text{dB}$       (C)  $-12\text{dB}$       (D)  $-6\text{dB}$

12. Dolžino celovalovnega dipola iz tanke žice ( $r_{\text{žice}} \ll \lambda$ ) malenkost skrajšamo zaradi kapacitivnosti koncev žice, da dobimo povsem realno impedanco  $Z = R_S = ?$  v napajalni točki. Impedanca takšnega dipola znaša:

- (A)  $730\Omega$       (B)  $240\Omega$       (C)  $120\Omega$       (D)  $73\Omega$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

#### 4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 17.12.2013

1. Pri meritvi medsebojne impedance  $Z_{12}$  z zrcaljenjem polvalovnega dipola opazimo, da niti realna niti imaginarna komponenta ne nihata simetrično okoli nič. Kaj je narobe?

- (A) napačno določena  $Z_{11}$                       (B) premajhno zrcalo                      (C) napačna frekvenca                      (D)  $r > 2d^2/\lambda$  ni izpolnjeno

2. Če na zveznico oddajnik-sprejemnik vstavimo neprozorno okroglo oviro, ki natančno pokrije prvo Fresnel-ovo cono in hkrati vse ostale Fresnel-ove cone niso senčene, smo v radijsko zvezo vnesli fazni zasuk:

- (A)  $90^\circ$                       (B)  $180^\circ$                       (C)  $270^\circ$                       (D)  $360^\circ$

3. Radijska zveza na frekvenci  $f=150\text{MHz}$  premošča razdaljo  $d=20\text{km}$  v praznem prostoru ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ). Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  $a=6\text{dB}$ . Višina grebena  $h=?$  nad zveznico oddajnik-sprejemnik znaša:

- (A)  $0\text{m}$                       (B)  $100\text{m}$                       (C)  $141\text{m}$                       (D)  $200\text{m}$

4. Žarek vpada pod kotom  $\theta=60^\circ$  na vodno gladino. Kolikšna je površina prve Fresnel-ove cone pri odboju svetlobe, če sta laser in detektor oddaljena  $r_1=r_2=5\text{m}$  od gladine. Valovna dolžina laserja znaša  $\lambda=633\text{nm}$  (rdeča svetloba).

- (A)  $5\cdot 10^{-6}\text{m}^2$                       (B)  $1\cdot 10^{-5}\text{m}^2$                       (C)  $2\cdot 10^{-5}\text{m}^2$                       (D)  $5\cdot 10^{-5}\text{m}^2$

5. Pri kateri frekvenci  $f=?$  znaša odmevna površina  $\sigma=100\text{m}^2$  ravnega zrcala s fizično površino  $A=1\text{m}^2$ ? Odbojnost kovinskega zrcala je  $\Gamma=-1$ . Valovanje vpada na zrcalo pod pravim kotom: vpadni kot  $\theta=0$ . ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $212\text{MHz}$                       (B)  $423\text{MHz}$                       (C)  $846\text{MHz}$                       (D)  $693\text{MHz}$

6. Fresnel-ovo zbiralno lečo izdelamo tako, da zasenčimo, drugo, četrto, šesto in osmo Fresnel-ovo cono. Kolikšno polje  $\bar{E}=?$  dobimo v točki sprejema v gorišču na osi Fresnel-ove leče glede na sprejem brez leče  $\bar{E}_0$ ?

- (A)  $3\bar{E}_0$                       (B)  $5\bar{E}_0$                       (C)  $7\bar{E}_0$                       (D)  $9\bar{E}_0$

7. Ko anteno z dobitkom  $G=25\text{dBi}$  zasukamo iz hladnega neba  $T_N=10\text{K}$  v točkasto radijsko zvezdo, izmerimo povečanje šumne temperature  $\Delta T=130\text{K}$ . Kolikšno povečanje šumne temperature  $\Delta T'=?$  zaznamo, če poskus ponovimo z večjo anteno z dobitkom  $G'=32\text{dBi}$ ?

- (A)  $26\text{K}$                       (B)  $130\text{K}$                       (C)  $260\text{K}$                       (D)  $650\text{K}$

8. GSM bazna postaja ima anteno na frekvenci  $f=900\text{MHz}$  na stolpu višine  $h_0=30\text{m}$ . Na kateri največji razdalji  $d=?$  doseže jakost sprejema prvi lokalni maksimum za pešca, ki drži svoj telefon na  $h_s=1.5\text{m}$  nad tlemi? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $135\text{m}$                       (B)  $270\text{m}$                       (C)  $540\text{m}$                       (D)  $1080\text{m}$

9. Pozimi izmerimo krivinski polmer radijskih žarkov v dobro premešanem ozračju  $R=28000\text{km}$  brez inverzije (brez megle v kotlinah). Kolikšen krivinski polmer  $R'=?$  pričakujemo poleti, ko se poveča absolutna vlažnost v toplejšem ozračju?

- (A)  $12000\text{km}$                       (B)  $25000\text{km}$                       (C)  $30000\text{km}$                       (D)  $40000\text{km}$

10. Telefon ima vgrajen fotoaparati z nepremično lečo premera  $d=1\text{mm}$ . Ostrina je nastavljena na neskončnost ( $r=\infty$ ). Do kakšne najmanjše razdalje  $r_{\text{MIN}}=?$  daje fotoaparati ostro sliko, če dopuščamo fazno napako  $\Delta\phi=\pi$  pri valovni dolžini  $\lambda=0.5\mu\text{m}$ ?

- (A)  $0.5\text{m}$                       (B)  $1\text{m}$                       (C)  $2\text{m}$                       (D)  $4\text{m}$

11. Gorišče sprejemnega zrcala poiščemo na znani, a premajhni razdalji  $r < 2d^2/\lambda$  od merilnega oddajnika. Pri sprejemu satelitov bo treba z žarilcem storiti naslednje:

- (A) oddaljiti od zrcala                      (B) pustiti na istem mestu                      (C) približati k zrcalu                      (D) ponoviti iskanje

12. Pri meritvi polarizacije neznane antene izmerimo osno razmerje  $R=6\text{dB}$ . O položaju maksimumov in minimumov žal nimamo podatkov. Kolikšno je lahko razmerje krožnih komponent  $Q=?$  iste neznane antene?

- (A)  $6\text{dB}$                       (B)  $3\text{dB}$                       (C)  $6$                       (D)  $3$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 14.1.2014

1. Lomni količnik troposfere opišemo z izrazom  $n(h)=1+\Delta n \cdot \exp(-h/H)$ , kjer sta konstanti  $\Delta n=0.0003$  in  $H=8.5\text{km}$ . Na kateri nadmorski višini  $h=?$  se krivinski polmer  $R$  radijskih žarkov podvoji glede na  $h'=0?$

- (A) 4.3km (B) 5.9km (C) 8.5km (D) 11.8km

2. Eden prvih umetnih telekomunikacijskih satelitov je bil kroglast balon ECHO premera  $2r=30\text{m}$ , ki je deloval kot pasivni odbojnik. Kolikšna je bila njegova odmevna površina  $\sigma=?$  pri frekvenci  $f=8\text{GHz}$ ? Površina balona je aluminij  $\Gamma=-1$  ( $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $707\text{m}^2$  (B)  $2827\text{m}^2$  (C)  $4465\text{m}^2$  (D)  $4.47 \cdot 10^7\text{m}^2$

3. Pri povratku vesoljske ladje v zemeljsko ozračje se okoli nje naredi gost ioniziran oblak, ki prekine vse radijske zveze do frekvence  $f=1\text{GHz}$ . Kolikšna je gostota elektronov  $N_e=?$  [ $\text{m}^{-3}$ ] v oblaku? ( $Q_e=-1.6 \cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ ,  $\epsilon_0=1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9)\text{As/Vm}$ )

- (A)  $6.28 \cdot 10^9\text{m}^{-3}$  (B)  $2.48 \cdot 10^{12}\text{m}^{-3}$  (C)  $3.14 \cdot 10^{14}\text{m}^{-3}$  (D)  $1.24 \cdot 10^{16}\text{m}^{-3}$

4. Srednjevalovni oddajnik v Domžalah dela na frekvenci  $f=918\text{kHz}$  z močjo  $P=300\text{kW}$ . Domet tega oddajnika preko loma oziroma odboja od ionosferskih plasti se v 24 urah spreminja in doseže največjo vrednost:

- (A) podnevi (B) zvečer (C) ponoči (D) zjutraj

5. Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h=20\text{m}$  nad tlemi in pokriva celico s polmerom  $r=1\text{km}$ . Na kakšno višino  $h'=?$  moramo postaviti anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja poveča na krog s polmerom  $r'=1.5\text{km}$ ?

- (A) 25m (B) 30m (C) 45m (D) 60m

6. Pri prostorskem raznolikem sprejemu razdalja med antenama zadošča, da je polje nekorelirano. Verjetnost izpada prve zveze je  $P_1=14\%$ , verjetnost izpada druge zveze je  $P_2=10\%$ . Kolikšna je skupna verjetnost izpada  $P=?$ , če izbiramo boljši sprejemnik?

- (A) 1.4% (B) 2.8% (C) 7% (D) 10%

7. Isti radiofrekvenčni kanal lahko ponovno uporabimo na takšni oddaljenosti, da so za signal in motnjo izpolnjeni naslednji pogoji (obkrožite NAPAČEN odgovor):

- (A) razmerje slabljenja zvez (B) rezerva presiha (C) skladni oddajni moči in anteni (D) raznoliki sprejem

8. Prereza  $E$  in  $H$  smernega diagrama antene izrišemo na dva različna načina, v močnostni (kvadratični) in v logaritemski (decibelški) skali. Stranski snopi dolge Yagi antene so slabše vidni v naslednjem prikazu, pokončni skali jakosti na grafu:

- (A) močnostni (B) obeh enako (C) niso vidni (D) logaritemski

9. Mikrovalovni spektralni analizator je merilni inštrument, ki meri eno ali več naslednjih fizikalnih veličin:

- (A) razliko faze in razmerje jakosti (B) samo fazo spektra (C) jakost in fazo spektra (D) samo jakost spektra

10. Neusmerjeno brezizgubno anteno odnesemo iz zaprte sobe na streho. Za koliko  $\Delta T=?$  [K] se spremeni šumna temperatura sprejemnega sistema, če povprečna šumna temperatura neba znaša  $T_N=10\text{K}$ ? Šumna temperatura sobe je enaka temperaturi okolice  $T_0=290\text{K}$ .

- (A) 280K (B) 140K (C) 53K (D) 0K

11. Kolikšna sme biti moč oddajnika  $P_0=?$  na frekvenci  $f=2.1\text{GHz}$  z anteno z dobitkom  $G=25\text{dBi}$ , da na razdalji  $d=50\text{m}$  električna poljska jakost ne preseže mejne vrednosti  $|\vec{E}| < 6V_{\text{eff}}/\text{m}$ , kot to zahtevajo veljavni predpisi o škodljivem neionizirajočem sevanju?

- (A) 87W (B) 9.4W (C) 4.7W (D) 0.87W

12. Prehod iz koaksialnega kabla na pravokotni valovod uporabimo kot lijakasto anteno v nazivnem frekvenčnem pasu valovoda (en sam rod v valovodu). Na polovični frekvenci  $f/2$  od nazivne bo odbojnost  $\Gamma$ , ki jo izmerimo na koaksialnem priključku:

- (A)  $|\Gamma|=2$  (B)  $|\Gamma|=0.5$  (C)  $|\Gamma|=1$  (D)  $\Gamma=0$

# 1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 28.10.2014

1. Votlo kovinsko cev pravokotnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Napredujoči val v valovodu ima naslednje komponente magnetnega polja  $\vec{H}$ :

- (A) samo vzdolžni  $\vec{H}$                       (B) samo prečni  $\vec{H}$                       (C) vzdolžni in prečni  $\vec{H}$                       (D) nima polja  $\vec{H}$

2. S spektralnim analizatorjem merimo jakost širokopasovnega šuma. Ločljivost nastavimo na  $B=100\text{kHz}$  in rezultat meritve povprečimo z video sitom  $B_V=1\text{kHz}$ . Na zaslonu spektralnega analizatorja odčitamo jakost  $-70\text{dBm}$ . Spektralna gostota šuma je:

- (A)  $-102.5\text{dBm/Hz}$                       (B)  $-122.5\text{dBm/Hz}$                       (C)  $-100\text{dBm/Hz}$                       (D)  $-117.5\text{dBm/Hz}$

3. Mednarodna vesoljska postaja ISS kroži nad površino Zemlje na višini  $h=350\text{km}$ . Kolikšno pot  $l=?$  opravi vesoljska postaja v eni celi tirnici ( $360^\circ$ ), če predpostavimo, da je Zemlja krogla s polmerom  $R=6378\text{km}$ ?

- (A)  $40074\text{km}$                       (B)  $42273\text{km}$                       (C)  $41174\text{km}$                       (D)  $37875\text{km}$

4. Če je  $T(x,y,z)$  funkcija porazdelitve absolutne temperature [K] v prostoru s kartezičnimi koordinatami  $x, y$  in  $z$  [m], je rezultat računske operacije odvajanja  $\text{rot}(T)=?$  fizikalna veličina z merskimi enotami:

- (A) ne obstaja                      (B) vektor, K/m                      (C) skalar, K/m                      (D) vektor, K.m

5. Za branje knjige potrebujemo osvetlitev najmanj  $|\vec{S}|=1\text{W/m}^2$ . Kako močno neusmerjeno svetliko  $P=?$  potrebujemo na višini  $h=0.75\text{m}$  nad pisalno mizo? Izkoristek pretvorbe električne energije v svetlobo znaša  $\eta_0=15\%$ .

- (A)  $7\text{W}$                       (B)  $28\text{W}$                       (C)  $47\text{W}$                       (D)  $189\text{W}$

6. Stikalni napajalnik računalnika vsebuje transformator, ki dela s frekvenco  $f=50\text{kHz}$ . Na razdalji  $d=2\text{m}$  bosta velikost električnega polja motenj  $|\vec{E}|$  in velikost magnetnega polja motenj  $|\vec{H}|$ , ki jih seva transformator, v medsebojnem razmerju:

- (A)  $|\vec{E}|/|\vec{H}|<377\Omega$                       (B)  $|\vec{E}|/|\vec{H}|=377\Omega$                       (C)  $|\vec{E}|/|\vec{H}|>377\Omega$                       (D)  $|\vec{H}|/|\vec{E}|=377\Omega$

7. WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_0=+20\text{dBm}$  na neusmerjeni anteni ( $G_0=1$ ) na frekvenci  $f=2.4\text{GHz}$ . Prenosni računalnik ima enako neusmerjeno anteno ( $G_s=1$ ) in zahteva jakost sprejema  $P_s>-70\text{dBm}$ . Domet zveze  $d=?$  v praznem prostoru ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ) znaša:

- (A)  $31.5\text{m}$                       (B)  $315\text{m}$                       (C)  $3.15\text{km}$                       (D)  $31.5\text{km}$

8. V roke dobimo neznanu ground-plane anteno z eno osrednjo pokončno palčko in srajčko iz štirih poševnih palčk. Osrednja pokončna palčka je dolga  $l_1=14\text{cm}$ . Palčke srajčke so vse štiri enake dolžine  $l_2=21\text{cm}$ . Za katero frekvenco  $f=?$  je načrtovana GP antena?

- (A)  $643\text{MHz}$                       (B)  $215\text{MHz}$                       (C)  $107\text{MHz}$                       (D)  $430\text{MHz}$

9. Telekomunikacijski satelit se nahaja na višini  $h=35800\text{km}$  nad ekvatorjem Zemlje. Kolikšna naj bo smernost  $D=?$  antene na krovu, ki pokriva celotno vidno površino Zemlje? Zemljo privzamemo kot kroglo s polmerom  $R=6378\text{km}$ .

- (A)  $5.6\text{dBi}$                       (B)  $11.2\text{dBi}$                       (C)  $22.4\text{dBi}$                       (D)  $44.9\text{dBi}$

10. Mikrovalovna usmerjena radijska zveza uporablja anteno premera  $d=3\text{m}$  na frekvenci  $f=7\text{GHz}$ . Na kateri razdalji  $r=?$  od antene dosega sevano polje lastnosti daljnega polja, kjer smemo meriti smerni diagram antene  $F(\theta,\phi)$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $42\text{m}$                       (B)  $420\text{m}$                       (C)  $4.2\text{km}$                       (D)  $42\text{km}$

11. Pokončni dipol za  $f=600\text{MHz}$  vgradimo ekscentrično na vrtiljak, da med vrtenjem faza opleta za  $\Delta\phi=180^\circ$ . Kolikšno opletanje sprejete moči  $\Delta P_s=?$  opazimo na razdalji  $r=5\text{m}$  od osi vrtiljaka, če je sevanje pokončnega dipola v vodoravni ravnini neusmerjeno?

- (A)  $0.43\text{dB}$                       (B)  $0.22\text{dB}$                       (C)  $0.87\text{dB}$                       (D)  $1.74\text{dB}$

12. Ravno antensko žico dolžine  $l=1\text{m}$  in premera  $2r=1\text{mm}$  napajamo z izmeničnim virom točno na sredini. Žica se nahaja v praznem prostoru brez ovir. Pri kateri frekvenci  $f=?$  občuti vir najnižjo velikost impedance  $|Z|_{\text{MIN}}$ ?

- (A)  $600\text{MHz}$                       (B)  $300\text{MHz}$                       (C)  $450\text{MHz}$                       (D)  $150\text{MHz}$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 18.11.2014

1. V reverberančni komori skušamo vzbuditi vsoto velikega števila rodov. Medsebojno faze in amplitude rodov stalno menjamo s pomočjo dveh mešalnikov rodov. Kakšna mora biti odbojnost sten reverberančne komore  $\Gamma=?$ , da dosežemo opisani cilj?

- (A)  $|\Gamma|=1$  (B)  $\Gamma=0$  (C)  $\Gamma=\text{imaginaren}$  (D)  $\Gamma=\text{realen}$

2. Če je pri neposrednem merjenju dobitka v radijski zvezi med dvema antenama razdalja med antenama premajhna in ne spoštuje Fraunhofer-jevega pogoja, bomo kot rezultat meritve dobili dobitok  $G'$ , ki je v primerjavi z resničnim dobitkom  $G$ :

- (A)  $G'>G$  (B)  $G'=G$  (C)  $G'<G$  (D)  $G'=G+1\text{dB}$

3. Polvalovni dipol v osi  $z$  ima amplitudni smerni diagram  $F(\theta,\phi)=\cos(\pi/2 \cdot \cos\theta)/\sin\theta$ . Za koliko decibelov  $a=?$  [dB] upade sevanje dipola pri kotu  $\theta=\pi/6$  glede na maksimum smernega diagrama pri  $\theta=\pi/2$ ?

- (A)  $-3.79\text{dB}$  (B)  $-7.58\text{dB}$  (C)  $-15.2\text{dB}$  (D)  $-1.90\text{dB}$

4. Dva polvalovna dipola kratko staknemo na koncih, da dobimo zaviti dipol. Če je eden od polvalovnih dipolov kratkosklenjen tudi v svoji napajalni točki, sevalna upornost v napajalni točki drugega dipola znaša:

- (A)  $37\Omega$  (B)  $73\Omega$  (C)  $146\Omega$  (D)  $292\Omega$

5. EM Huygens-ov izvor je postaljen v koordinatno izhodišče tako, da je maksimum sevanja usmerjen v smeri osi  $x$ . Smerni diagram  $F(\theta,\phi)=?$  opisanega Huygens-ovega izvora zapišemo v krogelnih koordinatah  $(r,\theta,\phi)$  s tečajem v smeri osi  $z$  na naslednji način:

- (A)  $1+\sin\theta \cdot \sin\phi$  (B)  $1+\cos\theta \cdot \sin\phi$  (C)  $1+\cos\theta$  (D)  $1+\sin\theta \cdot \cos\phi$

6. Ena od inačic napajanja pokončne antene je tudi "J" antena, kjer napajanje privedemo v osi antene in s primernim transformatorjem poskrbimo za prilagoditev impedance. Smerni diagram "J" antene v grobem ustreza simetričnemu dipolu naslednje dolžine  $l=?$ :

- (A)  $\lambda/2$  (B)  $3\lambda/4$  (C)  $\lambda$  (D)  $3\lambda/2$

7. Prereza  $E$  in  $H$  smernega diagrama dolgega, položnega piramidnega lijaka z zanemarljivo kvadratno napako faze se razlikujeta v naslednji lastnosti:

- (A)  $H$  ima ožji glavni snop (B)  $E$  ima stranske snope (C)  $H$  ima stranske snope (D)  $E$  ima širši glavni snop

8. Enakomerno in sofazno osvetljena odprtina ima obliko kroga s polmerom  $r=5\lambda$ . Kolikšno smernost  $D=?$  [dBi] dosega opisana odprtina, če so izgube osvetljevanja zanemarljivo majhne ( $\eta=100\%$ )?

- (A)  $10\text{dBi}$  (B)  $20\text{dBi}$  (C)  $30\text{dBi}$  (D)  $40\text{dBi}$

9. Yagi antena je načrtovana za sprejem zemeljske televizije v frekvenčnem pasu  $f=600\text{MHz}$ . Določite valovno število  $k=?$  pri osrednji frekvenci delovanja antene v praznem prostoru ( $\epsilon=\epsilon_0$ ,  $\mu=\mu_0$ ,  $Z_0=377\Omega$ ,  $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ )!

- (A)  $0.5\text{m}$  (B)  $6.28\text{rd}$  (C)  $12.57\text{rd/m}$  (D)  $0.08\text{m/rd}$

10. Parabolično zrcalo simetričnega izreza dosega globino pri temenu  $h=0.5\text{m}$ . Premer zrcala znaša  $d=3\text{m}$ . Kolikšno je razmerje  $f/d=?$  (goriščnica/premer) opisanega zbiralnega zrcala?

- (A)  $0.188$  (B)  $0.375$  (C)  $0.75$  (D)  $1.50$

11. Dvozrcalna Cassegrain antena ima veliko zrcalo v obliki rotacijskega paraboloida. Malo zrcalo (podzrcalo) ima geometrijsko obliko:

- (A) rotacijski hiperboloid (B) rotacijski elipsoid (C) rotacijski paraboloid (D) krogelna kapica

12. Rotacijsko simetrično, globoko parabolično zrcalo z razmerjem  $f/d=0.35$  osvetlimo s korugiranim lijakom (prirobnico) tako, da dosežemo čimbolj enakomerno osvetlitev in majhno sevanje preko roba. Izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_0=?$  doseže vrednost:

- (A)  $95\%$  (B)  $30\%$  (C)  $50\%$  (D)  $80\%$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

### 3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 2.12.2014

1. Vektorski analizator vezij prikaže prevajalno funkcijo  $S_{21}(\omega)$  reverberančne komore z dvema mešalnikoma rodov, ki ju vrtita dva elektromotorja, kot:

- (A) stalno amplitudo in naključno fazo (B) naključno fazo in amplitudo (C) naključno amplitudo in stalno fazo (D) stalno fazo in amplitudo

2. Pri iskanju faznega središča antene s pomočjo vektorskega analizatorja vezij potrebujemo visokofrekvenčni izvor, ki proizvaja naslednjo vrsto radijskega signala:

- (A) nemoduliran nosilec (CW) (B) AM ON/OFF 1kHz (C) AM ON/OFF 27.8kHz (D) FM 1MHz velik koleb

3. Koaksialni kabel uporabimo na takšni frekvenci, kjer lahko vzbudimo samo osnovni TEM rod valovanja. Električno polje  $\vec{E}$  v dielektriku kabla ima naslednjo(e) komponento(e) v valjnem koordinatnem sistemu  $(\rho, \phi, z)$ , kjer os  $z$  sovпада z osjo kabla:

- (A)  $\vec{E} = \vec{I}_\phi E_\phi + \vec{I}_z E_z$  (B)  $\vec{E} = \vec{I}_\phi E_\phi$  (C)  $\vec{E} = \vec{I}_\rho E_\rho + \vec{I}_z E_z$  (D)  $\vec{E} = \vec{I}_\rho E_\rho$

4. Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih, enako orientiranih in enako polariziranih anten. Meritev smernosti  $D$  pokaže povečanje za natančno faktor 2 (3dB) glede na eno samo anteno. Za elemente impedančne matrike četverpolja dveh anten tedaj velja:

- (A)  $\text{Re}(Z_{11})=0$  (B)  $\text{Im}(Z_{11})=0$  (C)  $\text{Re}(Z_{12})=0$  (D)  $\text{Im}(Z_{12})=0$

5. Neznana antena ima smerni diagram  $F(\theta, \phi) = \cos(\pi/2 \cdot \sin\theta \cdot \cos\phi) / \sqrt{1 - \sin^2\theta \cdot \cos^2\phi}$ . Za kakšno vrsto antene gre?

- (A)  $\lambda/2$  dipol v osi X (B) zankica v ravnini YZ (C) Huygens-ov vir v ravnini XZ (D) tokovni el. v osi Y

6. Neznana ground-plane antena ima srajčko iz paličastih radialov dolžine  $l=0.6\lambda$ . Pokončna palička je nekoliko krajša in debelejša. Za katero frekvenco  $f=?$  je najverjetneje načrtovana omenjena antena?

- (A) 100MHz (B) 150MHz (C) 300MHz (D) 500MHz

7. Neidealna krožno-polarizirana antena dosega osno razmerje  $R=3\text{dB}$ . Kolikšna je velikost razmerja krožnih komponent  $|Q|=?$ , če je antena pretežno desno-krožno polarizirana (RHCP)?

- (A) 2.0 (B) 0.5 (C) 0.33 (D) 0.17

8. Radijsko zvezo vzpostavimo med dvema enakima antenama, ki sta obrnjeni ena proti drugi in sta enako polarizirani  $|Q_o|=|Q_s|=0.5$ . V kakšnih mejah se lahko giblje faktor prenosa moči zaradi neskladnosti polarizacije  $\eta=?$

- (A)  $0.5 \leq \eta \leq 1$  (B)  $0 \leq \eta \leq 0.5$  (C)  $0.36 \leq \eta \leq 1$  (D)  $0 \leq \eta \leq 0.36$

9. Skupina dveh neusmerjenih virov seva v pet različnih snopov v prostoru. V kakšnih mejah se lahko giblje razdalja  $d=?$  med viroma, če vira napajamo sofazno z enako velikima tokovima?

- (A)  $\lambda/2 < d < \lambda$  (B)  $\lambda < d < 3\lambda/2$  (C)  $3\lambda/2 < d < 5\lambda/2$  (D)  $5\lambda/2 < d < 7\lambda/2$

10. Bočno skupino sestavljajo štiri enako močni neusmerjeni izvori, ki so postavljeni na enakih medsebojnih razdaljah  $h=\lambda/2$  eden nad drugim na osi  $z$ . Za koliko  $a=?$  [dB] upade jakost sevanja skupine v smeri  $\alpha=15^\circ$  pod ravnino XY? ( $\theta=\alpha+\pi/2$ ,  $-\cos\theta=\sin\alpha$ )

- (A) -2.0dB (B) -4.0dB (C) -8.0dB (D) -16dB

11. Polarizacijo valovanja opišemo z vektorjem  $\vec{I}_L + \vec{I}_b \cdot C$  (ni enotni vektor), kjer sta  $\vec{I}_L$  in  $\vec{I}_b$  smerna vektorja leve in desne krožne polarizacije ter je  $C$  kompleksna konstanta. Kateri od navedenih vektorjev je na ta vektor pravokoten?

- (A)  $\vec{I}_L \cdot C^* - \vec{I}_b$  (B)  $\vec{I}_L - \vec{I}_b \cdot C$  (C)  $\vec{I}_L \cdot C - \vec{I}_b$  (D)  $\vec{I}_L - \vec{I}_b \cdot C^*$

12. Prenosna kratkovalovna radijska postaja je opremljena s pokončno paličasto anteno (monopolom), ki je dosti krajša  $h \ll \lambda$  od valovne dolžine. Sevalna upornost  $R_s$  takšne antene je sorazmerna frekvenci na naslednji način:

- (A)  $R_s = \alpha \cdot f^4$  (B)  $R_s = \alpha / f$  (C)  $R_s = \alpha \cdot f$  (D)  $R_s = \alpha \cdot f^2$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

#### 4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 6.1.2015

1. Pri meritvi smernega diagrama skupine dveh enakih lijakov opazimo, da dobimo ničlo sevanja natančno v bočni smeri, kjer smo pričakovali največje sevanje. Kaj je narobe?

- (A) vse antene imajo RHCP (B) faza enega lijaka obrnjena (C) napačna frekvenca (D)  $r > 2d^2/\lambda$  ni izpolnjeno

2. Če na zveznico oddajnik-sprejemnik vstavimo neprozorno okroglo oviro, ki natančno pokrije prvo, drugo in tretjo Fresnel-ovo cono ter hkrati vse ostale Fresnel-ove cone niso senčene, smo v radijsko zvezo vnesli fazni zasuk:

- (A)  $180^\circ$  (B)  $270^\circ$  (C)  $360^\circ$  (D)  $90^\circ$

3. Nd-YAG laser oddaja na valovni dolžini  $\lambda=1064\text{nm}$  žarek moči  $P=1\text{kW}$  krožnega prereza premera  $2r=5\text{mm}$ . Za kolikšno največjo gostoto moči  $S_{\text{MAX}}=?$  moramo načrtovati zrcalo, od katerega se žarek odbije, da ne pride do zažiga v Arago-vi točki?

- (A)  $51\text{MW/m}^2$  (B)  $102\text{MW/m}^2$  (C)  $204\text{MW/m}^2$  (D)  $815\text{MW/m}^2$

4. V primerjavi z vzporednim napajanjem bočne antenske skupine ima zaporedno napajanje iste skupine enakih anten naslednjo pomanjkljivost:

- (A) višje izgube napajalnih vodov (B) nižjo smernost (C) daljše napajalne vode (D) odklon snopa s frekvenco

5. Radijska zveza na frekvenci  $f=150\text{MHz}$  premošča razdaljo  $d=20\text{km}$  v praznem prostoru ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ). Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  $a=16\text{dB}$ . Višina grebena  $h=?$  nad zveznico oddajnik-sprejemnik znaša:

- (A)  $0\text{m}$  (B)  $100\text{m}$  (C)  $141\text{m}$  (D)  $200\text{m}$

6. Izotropni izvor se nahaja na višini  $h=\lambda/4$  nad veliko ( $A \gg \lambda^2$ ) vodoravno kovinsko ploščo z  $\Gamma=-1$ . Kolikšna je šumna temperatura  $T_A=?$  opisane antene, če je njen sevalni izkoristek blizu enote  $\eta \approx 1$ ? Nebo seva s  $T_N=70\text{K}$ , Zemlja seva s  $T_Z=T_0=290\text{K}$ .

- (A)  $70\text{K}$  (B)  $290\text{K}$  (C)  $180\text{K}$  (D)  $140\text{K}$

7. Na vhodu sprejemnika s pasovno širino  $B=1\text{MHz}$  in šumno temperaturo  $T_S=870\text{K}$  priključimo anteno s šumno temperaturo  $T_A=290\text{K}$ . Kolikšna je navidezna skupna moč šuma  $P_N=?$ , preračunana na vhodne sponke sprejemnika? ( $k_B=1.38\cdot 10^{-23}\text{J/K}$ ,  $T_0=290\text{K}$ )

- (A)  $-114\text{dBm}$  (B)  $-111\text{dBm}$  (C)  $-108\text{dBm}$  (D)  $-105\text{dBm}$

8. Diagram sevanja brezizgubne ( $\eta \approx 1$ ) antene ima obliko stožca z zornim kotom  $\alpha_A=5^\circ$  in ravnim temenom. Za koliko stopinj  $\Delta T=?$  se poveča šumna temperatura antene, ko snop zasukamo iz hladnega neba  $T_N=10\text{K}$  v Sonce z zornim kotom  $\alpha_S=0.5^\circ$  in  $T_S=10^6\text{K}$ ?

- (A)  $10^2\text{K}$  (B)  $10^6\text{K}$  (C)  $10^5\text{K}$  (D)  $10^4\text{K}$

9. Med oddajnikom in sprejemnikom imamo neprosojen zaslon z odprtino, ki natančno ustreza prvi Fresnel-ovi coni. Za koliko se poveča jakost sprejema, če v odprtino v zaslonu vstavimo takšno dielektrično zbiralno lečo, da dobimo najmočnejši sprejem?

- (A)  $2\text{dB}$  (B)  $4\text{dB}$  (C)  $6\text{dB}$  (D)  $10\text{dB}$

10. Usmerjena mikrovalovna radijska zveza na frekvenci  $f=18\text{GHz}$  je napeljana preko ravnega zrcala površine  $A=30\text{m}^2$  na gorskem grebenu. Kolikšna je odmevna površina  $\sigma=?$  opisanega zrcala, če valovanje vpada pod kotom  $\theta=45^\circ$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $4\cdot 10^6\text{m}^2$  (B)  $40\cdot 10^6\text{m}^2$  (C)  $2\cdot 10^6\text{m}^2$  (D)  $20\cdot 10^6\text{m}^2$

11. CCD fotoaparati ima izostreno sliko na velikih razdaljah  $r=\infty$ . Kaj stori samodejno ostrenje fotoaparata, ko v vidno polje zaide cvetlica na razdalji  $r^1=10\text{cm}$ ?

- (A) oddalji lečo od CCD (B) pusti lečo na istem mestu (C) približa lečo k CCD (D) zmanjša odprtino leče

12. Neželjene motnje, ki jih seva računalniška oprema, merimo na razdalji  $r=3\text{m}$ . Do katere frekvence  $f=?$  moramo ločeno meriti električno poljsko jakost  $\vec{E}$  in magnetno poljsko jakost  $\vec{H}$ , ker  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  pri nizkih frekvencah nista v razmerju  $Z_0=377\Omega$ ?

- (A)  $4.78\text{MHz}$  (B)  $100\text{MHz}$  (C)  $15.9\text{MHz}$  (D)  $62.8\text{MHz}$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 20.1.2015

1. Radijsko zvezo moti gorski greben znane višine  $h$ , ki v celoti pokrije več Fresnel-ovih con. Uklon na vrhu gorskega grebena je najmočnejši v naslednjem primeru:

- (A) neporaščen oster greben                      (B) zaobljen travnat kuceľj                      (C) zaobljen gozdat kuceľj                      (D) vodoravna visoka planota

2. Točno opoldne sredi lepega zimskega dne, ko je vpad sončnih žarkov na naših zemljepisnih širinah položen in ob srednji aktivnosti sonca frekvenca plazme ionosfere  $f_p=?$  (meja  $\epsilon_r=0$ ) v slojih  $F_1$  oziroma  $F_2$  lahko doseže vrednost:

- (A) 1MHz                      (B) 10MHz                      (C) 100MHz                      (D) 1GHz

3. Radijski (mikrovalovni) spektralni analizator običajno prikazuje izmerjeno jakost spektra  $|F(f)|$  kot funkcijo frekvence  $f$  v naslednjih dveh skalah:

- (A)  $10\log(f)$  in  $10\log|F(f)|$                       (B) linearna  $f$  in moč  $|F(f)|^2$                       (C) linearna  $f$  in  $10\log|F(f)|$                       (D)  $10\log(f)$  in  $|F(f)|$

4. Pri povratku vesoljske ladje v zemeljsko ozračje se okoli nje naredi ioniziran oblak vročih plinov z gostoto elektronov  $N_e=2.5 \cdot 10^{17}/m^3$ . Do katere frekvence  $f=?$  se tedaj prekinejo radijske zveze? ( $Q_e=-1.6 \cdot 10^{-19}As$ ,  $m_e=9.1 \cdot 10^{-31}kg$ ,  $\epsilon_0=1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9)As/Vm$ )

- (A) 28.2GHz                      (B) 14.1GHz                      (C) 28.2MHz                      (D) 4.49GHz

5. WiFi zvezo na frekvenci  $f=2.4GHz$  vzpostavimo na razdalji  $d=50m$  nad ravnimi tlemi. Na kakšno najmanjšo višino nad tlemi moramo postaviti obe anteni  $h_0=h_s=?$ , da bo sprejem najmočnejši zaradi konstruktivne interference odboja od tal  $\Gamma=-1$ ? ( $c_0=3 \cdot 10^8m/s$ )

- (A) 62.5cm                      (B) 1.25m                      (C) 2.5m                      (D) 5m

6. Bazna postaja mobilne telefonije  $f=900MHz$  ima anteno na višini  $h=20m$  nad tlemi in pokriva celico s polmerom  $r=1km$ . Na kakšno višino  $h'=?$  moramo postaviti anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja poveča na krog s polmerom  $r'=2km$ ?

- (A) 80m                      (B) 160m                      (C) 40m                      (D) 28.3m

7. Eden prvih umetnih telekomunikacijskih satelitov je bil balon ECHO premera  $2r=30m$ , pokrit z Al folijo. Kako velik Al trirobnik  $A=?$  daje na monostatičnem (ista antena TX+RX) radarju enak odmev na frekvenci  $f=3GHz$  kot kroglasti balon? ( $c_0=3 \cdot 10^8m/s$ )

- (A)  $707m^2$                       (B)  $6.3 \cdot 10^8m^2$                       (C)  $4465m^2$                       (D)  $0.75m^2$

8. Bazna postaja mobilne telefonije ima uporaben doimet  $d_u=3km$ , ki ga omejuje odboj od tal. Na kakšni razdalji od uporabnika  $d_m=?$  smemo ponovno uporabiti isti radiofrekvenčni kanal, če zahtevamo razmerje signal/motnja  $S/N=10dB$  in rezervo presiha  $\langle P \rangle / P_{MIN}=20dB$ ?

- (A) 1.87km                      (B) 33.7km                      (C) 16.8km                      (D) 5.6km

9. Radijski sprejemnik mobilnega telefona dosega občutljivost  $P_{MIN}=-105dBm$  na frekvenci  $f=2.1GHz$ . Kolikšna mora biti povprečna moč sprejema  $\langle P \rangle=?$ , da bo verjetnost izpada zveze  $P_{IZPADA}=2\%$  pri upoštevanju Rayleigh-ove porazdelitve gostote verjetnosti?

- (A)  $-82dBm$                       (B)  $-75dBm$                       (C)  $-95dBm$                       (D)  $-88dBm$

10. Kolikšna je radijska vidljivost  $d=?$  iz  $h=200m$  visokega kuclja nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K=4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_z=6378km$ )

- (A) 58.3km                      (B) 50.5km                      (C) 43.7km                      (D) 67.4km

11. GPS navigacija je opremljena z neusmerjeno anteno na frekvenci  $f=1575.42MHz$ . Šumna temperatura neba v navedenem frekvenčnem pasu znaša  $T_N=10K$ , šumna temperatura tal pa  $T_Z=270K$ . Kolikšna je šumna temperatura (brezizgubne) antene  $T_A=?$

- (A) 10K                      (B) 270K                      (C) 140K                      (D) 560K

12. S kakšnim tehničnim ukrepom dosežemo največjo zmogljivost prenosa iz robota, ki preučuje kamenine na Marsu, do sprejemnika na Zemlji? Obkrožite NEUČINKOVIT ukrep!

- (A) čim večja sprejemna antena                      (B) raznoliki sprejem                      (C) nizka  $T_A+T_S$  zemeljske postaje                      (D) usmerjen TX robota

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

# 1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 20.10.2015

1. Kolikšna je dolžina (obseg) vzporednika, ki poteka na višini morske gladine mimo Ljubljane na severni zemljepisni širini  $\phi=46^\circ\text{N}$ ? Zemljo privzamemo kot kroglo s povprečnim polmerom  $R_2=6378\text{km}$ .

- (A) 40074km (B) 20037km (C) 4431km (D) 27838km

2. Ena meritev spektra s panoramskim sprejemnikom ločljivosti  $B=1\text{MHz}$  traja  $t=1\text{ms}$  brez dodatnega video sita. Če vključimo še video sito s pasovno širino  $B_V=30\text{kHz}$ , bo meritev istega spektra z isto ločljivostjo trajala:

- (A) 3000ms (B) 33.3ms (C) 0.3ms (D) 333ms

3. votlo kovinsko cev pravokotnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Napredujoči val v valovodu ima naslednje komponente električnega polja  $\vec{E}$ :

- (A) samo prečni  $\vec{E}$  (B) samo vzdolžni  $\vec{E}$  (C) vzdolžni in prečni  $\vec{E}$  (D) nima polja  $\vec{E}$

4. Stikalni napajalnik računalnika vsebuje transformator, ki dela s frekvenco  $f=500\text{kHz}$ . Na kateri razdalji  $d=?$  bosta električno polje motenj  $\vec{E}$  in magnetno polje motenj  $\vec{H}$  približno v razmerju valovne impedance prostora  $Z_0=377\Omega$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 9.55cm (B) 9.55m (C) 95.5m (D) 955m

5. Gostoto prevodnega električnega toka  $\vec{J}=\gamma\vec{E}$  izračunamo iz specifične prevodnosti snovi  $\gamma$  in vektorja električne poljske jakosti  $\vec{E}$ . Kakšne merske enote ima gostota električnega toka  $\vec{J}$  v sistemu merskih enot MKSA?

- (A) A (B) A/m (C) A/m<sup>2</sup> (D) A/m<sup>3</sup>

6. Mikrovalovna usmerjena radijska zveza uporablja anteno premera  $d=60\text{cm}$  na frekvenci  $f=18\text{GHz}$ . Na kateri razdalji  $r=?$  od antene dosega sevano polje lastnosti daljnega polja, kjer smemo meriti smerni diagram antene  $F(\theta,\phi)$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 43.2m (B) 432m (C) 4.23km (D) 4.23m

7. Bazna postaja mobilne telefonije na vrhu droga seva vsesmerno po azimutu, po elevaciji pa pokriva vse od obzorja navzdol do  $e_l=-10^\circ$  pod obzorjem. V gornjo poloblo antena ne seva, prav tako naj ne seva navzdol pod  $e_l<-10^\circ$ . Smernost  $D=?$  antene znaša:

- (A) 21.2dBi (B) 10.6dBi (C) 3dBi (D) 6dBi

8. Dinamično ( $\omega\neq 0$ ) električno polje opisuje izraz  $\vec{E}=\vec{I}_\theta Ce^{-jkr}/(r\cdot\sin\theta)$  v praznem prostoru v krogelnih koordinatah  $(r,\theta,\phi)$ . Opisano polje NIMA ene od navedenih lastnosti:

- (A) porazdeljene vrtince (B) singularnost v izhodišču (C) singularnost v osi z (D) porazdeljene izvore

9. Izračunajte domet  $r=?$  v praznem prostoru ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ) brez ovir med dvema ročnima radijskima postajama, ki sta opremljeni z oddajnikoma moči  $P_0=1\text{W}$  na frekvenci  $f=150\text{MHz}$ , sprejemnikoma občutljivosti  $P_s=-120\text{dBm}$  in antenama z dobitkom  $G=10\text{dBi}$ .

- (A) 1592m (B) 50.33km (C) 159.2km (D) 5033km

10. Srednje-valovni radijski oddajnik uporablja vitek pokončen kovinski stolp višine  $h=160\text{m}$ . Stolp je izoliran od tal. Med stolp in ozemljitev priključimo oddajnik. Pri kateri frekvenci  $f=?$  občuti oddajnik najvišjo velikost impedance  $|Z|_{\text{MAX}}$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 1875kHz (B) 938kHz (C) 469kHz (D) 234MHz

11. Televizijski satelit oddaja na  $f=12\text{GHz}$  iz geostacionarne tirnice na razdalji  $r=40000\text{km}$  od Zemlje. S TV signalom želimo pokriti manjšo državo s površino  $A=220000\text{km}^2$ . Kolikšna je smernost  $D=?$  [dBi] primerne oddajne antene na krovu satelita? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 19.6dBi (B) 33.6dBi (C) 49.6dBi (D) 66.6dBi

12. Bazna postaja LTE uporablja oddajnik moči  $P_0=100\text{W}$  in sektorsko oddajno anteno z dobitkom  $G=18\text{dBi}$ . Na kateri razdalji  $r=?$  od antene doseže električno polje najvišjo zakonsko dovoljeno vrednost  $|\vec{E}|=6V_{\text{eff}}/\text{m}$  po evropski odredbi o škodljivem sevanju?

- (A) 72.5m (B) 38.7m (C) 18.2m (D) 9.1m

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 10.11.2015

1. Neželjeno elektromagnetno sevanje UTP kabla za Ethernet omejujemo na številne različne načine. Obkrožite NAPAČEN odgovor!

- (A) simetrično napajanje parice      (B) prepletanje žic parice      (C) izolacija iz polietilena      (D) omejitev pasovne širine

2. Majhen  $\Delta x, \Delta y \ll \lambda$  elektromagnetni Huygensov izvor v ravnini  $xy$  lahko nadomestimo z naslednjimi osnovnimi, električno majhnimi antenami:

- (A) sam tokovni element  $h \ll \lambda$       (B) sama zanka  $A \ll \lambda^2$       (C) nemogoče, ker ni magnetin      (D) tok.e.l.  $h \ll \lambda$  in zanka  $A \ll \lambda^2$

3. Gornjo frekvenčno mejo koaksialnega voda določa pojav višjih valovodnih rodov. Sodobna mikrovalovna elektronika in pripadajoče antene so večinoma opremljeni z vtikači in vtičnicami družine SMA, ki ima gornjo frekvenčno mejo enorodovnega TEM delovanja:

- (A) 4GHz      (B) 26.5GHz      (C) 60GHz      (D) 18GHz

4. Izračunajte smernost  $D=?$  [dBi] enakomerno osvetljene krožne odprtine brez fazne napake. Premer odprtine znaša  $2r=60\text{cm}$ . Odprtino uporabimo za sprejem satelitske TV v frekvenčnem pasu  $f=12\text{GHz}$ . ( $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 37.6dBi      (B) 43.6dBi      (C) 31.6dBi      (D) 25.6dBi

5. Tankožični dipol ( $r_{\text{žice}} \ll \lambda$ ) napajamo simetrično v sredini. V kakšnih mejah se lahko giblje dolžina dipola  $l=?$ , če ima impedanca v napajalni točki sredi dipola poleg delovne sevalne upornosti tudi jalovo kapacitivno komponento?

- (A)  $\lambda/2 < l < \lambda$       (B)  $3\lambda/2 < l < 2\lambda$       (C)  $\lambda/4 < l < \lambda/2$       (D)  $3\lambda/4 < l < \lambda$

6. Katero od navedenih veličin oddajne antene lahko neposredno izmerimo v Fresnelovem področju na razdalji  $r < 2d^2/\lambda$  manjši od Rayleighove razdalje, a večji od  $r > 1/k$ ?

- (A) Smernost  $D$  [dBi]      (B) Smerni diagram  $F[\theta, \phi]$       (C) Dobitek  $G$  [dBi]      (D) Pretok moči  $\bar{S}$  [ $\text{W/m}^2$ ]

7. Piramidni lijak vzbujaemo z osnovnim rodом  $TE_{01}$  v pravokotnem valovodu. Dolžino lijaka  $l$  izberemo tako, da nam kvadratna napaka faze prinaša izgubo smernosti  $a=1\text{dB}$ . Kolikšna je smernost odprtine  $D=?$  s stranicama  $a=4\lambda$  in  $b=3\lambda$ ?

- (A) 18dBi      (B) 20dBi      (C) 22dBi      (D) 24dBi

8. EM Huygensov izvor je postavljen v koordinatno izhodišče tako, da je maksimum sevanja usmerjen v smeri osi  $y$ . Smerni diagram  $F(\theta, \phi)=?$  opisanega Huygensovega izvora zapišemo v krogelnih koordinatah  $(r, \theta, \phi)$  s tečajem v smeri osi  $z$  na naslednji način:

- (A)  $1 + \sin\theta \cdot \sin\phi$       (B)  $1 + \cos\theta \cdot \sin\phi$       (C)  $1 + \cos\theta$       (D)  $1 + \sin\theta \cdot \cos\phi$

9. Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d=2\text{m}$ . Globina zrcala v temenu znaša  $h=25\text{cm}$ . Na kateri oddaljenosti  $f=?$  od temena se nahaja gorišče rotacijsko-simetričnega zrcala?

- (A) 80cm      (B) 100cm      (C) 125cm      (D) 160cm

10. Dvozrcalna Gregorijanska antena ima veliko zrcalo v obliki rotacijskega paraboloida. Malo zrcalo (podzrcalo) ima geometrijsko obliko:

- (A) rotacijski hiperboloid      (B) krogelna kapica      (C) rotacijski paraboloid      (D) rotacijski elipsoid

11. V reverberančni komori želimo z več mešalniki rodov, ki se vrtijo z različnimi hitrostmi, ustvariti elektromagnetno polje, ki ima naslednje lastnosti:

- (A) naključno fazo in amplitudo      (B) naključno fazo in stalno amplitudo      (C) stalno fazo in naključno amplitudo      (D) stalno fazo in amplitudo

12. Dolgo vijačno anteno ( $N=15$  ovojev) z osnim sevanjem (obseg ovoja  $o \approx \lambda$ , korak  $d \approx 0.2\lambda$ ) napajamo z virom, ki je priključen med vijačno žico in veliko ravno kovinsko ploščo. Sevalna upornost  $R_s=?$  opisane antene v napajalni točki znaša približno:

- (A)  $12\Omega$       (B)  $50\Omega$       (C)  $140\Omega$       (D)  $377\Omega$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

### 3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 1.12.2015

1. Vzbujanje odprtine kovinskega piramidnega lijaka s povečano sliko osnovnega rodu  $TE_{01}$  pravokotnega valovoda (s kvadratno napako faze) zagotovimo na naslednji način:

- (A) razmerje stranice odprtine 3:4      (B) z dovolj veliko odprtino      (C) z dovolj dolgim lijakom      (D) z izmerami vzbuji.valovoda

2. Lijak bi radi uporabili za osvetlitev rotacijsko-simetričnega paraboličnega zrcala premera  $d=1m$  in globine v temenu  $h=12.5cm$ . Lijak ima fazno središče  $a=2cm$  navznoter od prednje odprtine. Na kakšno razdaljo do temena zrcala postavimo odprtino lijaka?

- (A) 14.5cm      (B) 48cm      (C) 52cm      (D) 10.5cm

3. Pri merjenju smernega diagrama antene s pomočjo skalarnega analizatorja vezij potrebujemo visokofrekvenčni izvor, ki proizvaja naslednjo vrsto radijskega signala:

- (A) nemoduliran nosilec (CW)      (B) AM ON/OFF 1kHz      (C) AM ON/OFF 27.8kHz      (D) FM 1MHz velik koleb

4. Kovinski piramidni lijak vzbuja z osnovnim valovodnim rodod za linearno polarizacijo. Na odprtini lijaka izmerimo skoraj konstanto amplitudo in zaostajanje faze, ko se bližamo robovom. V katerem prerezu (ravnini) se premikamo?

- (A) v ravnini E      (B) v ravnini H      (C) po diagonali      (D) po poljubni

5. Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih, enako orientiranih in enako polariziranih anten. Meritev impedančne matrike četverpola dveh anten daje rezultat  $Z_{11} \approx Z_{12} \approx Z_{21} \approx Z_{22}$ . Za razdaljo med antenama  $h$  tedaj velja:

- (A)  $h = \lambda/2$       (B)  $h \gg \lambda/2$       (C)  $h = \lambda/4$       (D)  $h \ll \lambda/4$

6. Neznana antena ima izmerjeni amplitudni smerni diagram  $F(\theta, \phi) = 1 + \sin\theta \cdot \sin\phi$ . Za kakšno vrsto antene gre in kako je orientirana?

- (A)  $\lambda/2$  dipol v osi X      (B) zanka v ravnini YZ      (C) Huygens-ov vir v ravnini XZ      (D) tokovni el. v osi Y

7. Neidealna krožno-polarizirana antena dosega osno razmerje  $R=6dB$ . Kolikšna je velikost razmerja krožnih komponent  $|Q|=?$ , če je antena pretežno desno-krožno polarizirana (RHCP)?

- (A) 0.33      (B) 0.5      (C) 2.0      (D) 0.17

8. Radio zvezdo sprejemamo z dvema brezizgubnima antenama. Prva antena doseže šumno temperaturo  $T_{A1}=90K$ , druga antena pa  $T_{A2}=150K$ . Kolikšno je razmerje dobitkov oziroma razlika v decibelih  $\Delta G=G_2-G_1=?$  Obe anteni dajeta  $T_N=30K$ , ko sta obrnjeni v hladno nebo.

- (A) 2dB      (B) 3dB      (C) 5dB      (D) 7dB

9. Enake antene skupine so postavljene na osi Z na medsebojnih razdaljah  $h=3\lambda/2$ . Posamezne antene napajamo s tokovi  $I_N = I_0 \cdot e^{jN\phi}$ , kjer zaporedno število antene N raste navzgor. Maksimum sevanja želimo v smeri  $\alpha=15^\circ$  ( $\theta = \alpha + \pi/2, -\cos\theta = \sin\alpha$ ) pod ravnino XY.  $\phi=?$

- (A)  $140^\circ$       (B)  $70^\circ$       (C)  $280^\circ$       (D)  $35^\circ$

10. Telefon je opremljen z neusmerjeno brezizgubno anteno na frekvenci  $f=2GHz$  s povprečno temperaturo  $T_A=150K$ . Sprejemnik dodaja še  $T_S=100K$  lastnega šuma. Kolikšna je šumna moč  $P_N=?$  v pasovni širini  $B=200kHz$ ? ( $k_B=1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ ,  $T_0=290K$ )

- (A)  $6.9 \cdot 10^{-18} Js$       (B)  $6.9 \cdot 10^{-12} W$       (C)  $6.9 \cdot 10^{-14} Js$       (D)  $6.9 \cdot 10^{-16} W$

11. V praznem prostoru ( $c_0=3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $\mu_r=1$ ,  $\epsilon_r=1$ ,  $Z_0=377\Omega$ ) izmerimo amplitudi obeh komponent električne poljske jakosti in sicer:  $|E_V|=8V/m$  in  $|E_H|=6V/m$ . Kolikšna je gostota pretoka moči  $|\vec{S}|=?$  opisanega valovanja?

- (A)  $0.048 W/m^2$       (B)  $0.085 W/m^2$       (C)  $0.133 W/m^2$       (D)  $0.265 W/m^2$

12. Dvokrako Arhimedovo spiralo uporabimo kot širokopasovno anteno tako, da izvor vežemo med oba kraka sredi antene. Spirala se nahaja v zraku ( $c_0=3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $\mu_r=1$ ,  $\epsilon_r=1$ ) Pri takšni anteni največ doprinese k sevanju aktivni kolobar, ki ima polmer  $r=?$

- (A)  $r=\lambda/4$       (B)  $r=\lambda/2\pi$       (C)  $r=\lambda/\pi$       (D)  $r=\lambda/2$

#### 4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 21.12.2015

1. Pri meritvi medsebojne impedance dveh enakih anten izmerimo matriko z četveropola na nastavljivi razdalji  $d$ . Elementi matrike  $Z_{11}$ ,  $Z_{12}$ ,  $Z_{21}$  in  $Z_{22}$  imajo različne lastnosti. Katera od navedenih lastnosti vedno NE velja na katerikoli razdalji  $d$ ?

- (A)  $Z_{12}=Z_{21}$  (B)  $\text{Re}[Z_{12}]<0$  (C)  $\text{Re}[Z_{11}]\geq\text{Re}[Z_{21}]$  (D)  $Z_{11}=Z_{22}$

2. Eliptično polarizirano polje sprejemamo z linearno polarizirano anteno. Sprejemno anteno sukamo tako, da se spreminja ravnina polarizacije, izvor polja pa pri tem ostaja v maksimumu smernega diagrama sprejemne antene. Pri sukanju za  $360^\circ$  dobimo:

- (A) 1 maksimum (B) 3 maksimume (C) 4 maksimume (D) 2 maksimuma

3. Izmerjena odmevna površina neznanega letečega predmeta  $\sigma=1\text{m}^2$  se s smerjo bistveno ne spreminja pri valovni dolžini  $\lambda=3\text{cm}$ . Iz meritve sklepamo, da je NLP oblike:

- (A) trirobnik s stranico 1m (B) kovinska plošča  $9\text{cm}\times 9\text{cm}$  (C) kovinska krogla  $r=56\text{cm}$  (D) kovinski disk  $r=5.2\text{cm}$

4. Radijsko zvezo moti prečni gorski greben v obliki klinaste ovire konstantne višine, ki v celoti zasenči prvo in drugo Fresnelovo cono. Opisana ovira vnaša dodatno slabljenje in fazni zaostanek, ki v primerjavi z neovirano zvezo znaša:

- (A)  $45^\circ$  (B)  $180^\circ$  (C)  $90^\circ$  (D)  $225^\circ$

5. Zbiralno lečo izdelamo s senčenjem sodih Fresnelovih con. Kolikšen mora biti premer Fresnelove leče  $2r=?$ , da izdelana antena doseže smernost  $D=25\text{dBi}$  pri frekvenci  $f=10\text{GHz}$  in izkoristku osvetlitve žarilca  $\eta=60\%$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 21.9cm (B) 38.9cm (C) 68.9cm (D) 2.16m

6. V laboratoriju želimo simulirati interferenco neposrednega in odbitega žarka nad ravnimi tlemi. Da bo poskus z odbojem od kovine v laboratoriju čimbolj podoben pojavu pri odboju od ravnih tal (zemlja je dielektrik z izgubami) izberemo polarizacijo:

- (A) HP (B) RHCP (C) VP (D)  $PP_{45^\circ}$

7. V primerjavi z zaporednim napajanjem bočne antenske skupine ima vzporedno napajanje iste skupine enakih anten naslednjo pomanjkljivost:

- (A) višje izgube napajalnih vodov (B) daljše napajalne vode (C) nižjo smernost (D) odklon snopa s frekvenco

8. Na vhodu sprejemnika s pasovno širino  $B=2\text{MHz}$  in šumno temperaturo  $T_s=870\text{K}$  priključimo anteno s šumno temperaturo  $T_A=290\text{K}$ . Kolikšna je navidezna skupna moč šuma  $P_N=?$ , preračunana na vhodne sponke sprejemnika? ( $k_b=1.38\cdot 10^{-23}\text{J/K}$ ,  $T_0=290\text{K}$ )

- (A) -114dBm (B) -111dBm (C) -108dBm (D) -105dBm

9. WiFi dostopna točka na frekvenci  $f=2.4\text{GHz}$  je postavljena na višini  $h_{\text{TX}}=5\text{m}$  nad ravnimi tlemi. Uporabnik se nahaja na vodoravni razdalji  $d=100\text{m}$  od oddajnika. Na kateri (najnižji) višini  $h_{\text{RX}}=?$  nad tlemi dobimo najmočnejši signal? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 31cm (B) 15cm (C) 63cm (D) 125cm

10. Z dvakratno 2D prostorsko Fourierjevo transformacijo skušamo izostriti nejasen diapozitiv. V ravnino prostorskih frekvenc postavimo naslednje prostorsko sito:

- (A) mala odprtina v temni podlagi (B) mala temna pega v osi (C) Fresnelova leča s senčenjem (D) pokončni črtasti vzorec

11. Kolikšen je domet  $r=?$  med ročnima radijskima postajama na višini  $h_{\text{TX}}=h_{\text{RX}}=1.5\text{m}$  nad ravnimi tlemi. Radijski postaji vsebujeta oddajnika moči  $P_{\text{TX}}=1\text{W}$ , sprejemnika z občutljivostjo  $P_{\text{RX}}=10^{-14}\text{W}$  in anteni z dobitkoma  $G_{\text{TX}}=G_{\text{RX}}=1$  pri valovni dolžini  $\lambda=2\text{m}$ ?

- (A) 4743m (B) 15.92km (C) 474.3km (D) 1592km

12. Radijsko zvezo na razdalji  $d=50\text{km}$  moti prečni gorski greben višine  $h=100\text{m}$  nad zveznico oddajnik-sprejemnik. Pri kateri frekvenci  $f=?$  gorski greben natančno pokrije prvo Fresnelovo cono? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 750MHz (B) 15MHz (C) 75MHz (D) 375MHz

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 12.1.2016

1. Pri povratku vesoljske ladje v zemeljsko ozračje se okoli nje naredi ioniziran oblak vročih plinov z gostoto elektronov  $N_e=2.5 \cdot 10^{16}/\text{m}^3$ . Do katere frekvence  $f=?$  se tedaj prekinejo radijske zveze? ( $Q_e=-1.6 \cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ ,  $\epsilon_0=1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9)\text{As/Vm}$ )

- (A) 892MHz (B) 4.49GHz (C) 8.92GHz (D) 1.42GHz

2. Radijsko zvezo moti gorski greben znane višine  $h$ , ki NE sega v prvo Fresnelovo cono. Motnja gorskega grebena na radijsko zvezo bo najmanjša v naslednjem primeru:

- (A) neporaščen oster greben (B) zaobljen travnat kucelj (C) zaobljen gozdnat kucelj (D) vodoravna visoka planota

3. Kolikšna bo verjetnost izpada  $P_{\text{izpada}}=?$  radijske zveze s presihom, ki se podreja Rayleighovi statistiki? Občutljivost sprejemnika, s katerim razpolagamo, dosega  $E_{\text{MIN}}=0.5\sqrt{\langle E^2 \rangle}$  polovico korena srednje vrednosti kvadrata električnega polja.

- (A) 22% (B) 39% (C) 61% (D) 78%

4. Točno opoldne vključimo star radijski sprejemnik in glej čudo, slišimo radijsko postajo iz Johannesburga. Na kateri frekvenci lahko ob tem dnevnem času v Evropi poslušamo radijsko postajo iz Južnoafriške republike?

- (A) 220MHz (B) 22MHz (C) 2.2MHz (D) 220kHz

5. Geostacionarni satelit leti na višini  $h=35800\text{km}$  nad ekvatorjem. Kolikšno smernost  $D=?$  ima antena na krovu satelita, ki enakomerno pokrije celotno vidno površino Zemlje in prav nič moči ne seva drugam v vesolje? Zemlja je krogla s polmerom  $R=6378\text{km}$ .

- (A) 22.4dBi (B) 11.4dBi (C) 33.4dBi (D) 173.9dBi

6. Yagi antena izkorišča strukturo z upočasnjenim valovanjem, ki se obnaša kot zbiralna leča iz umetnega dielektrika z  $\epsilon_r > 1$ . Valovno število  $k$  z mersko enoto [rd/m] je v takšni snovi v primerjavi z valovnim številom  $k_0$  v praznem prostoru:

- (A)  $k < k_0$  (B)  $k = k_0$  (C)  $k > k_0$  (D)  $k = 0$

7. Smerni diagram skupine enakih anten merimo s sprejemnikom mikrovalovnega skalarne analizadorja vezij. Slednji zahteva na drugem koncu radijske zveze visokofrekvenčni izvor (oddajnik), ki uporablja naslednjo vrsto modulacije:

- (A) AM 1kHz (B) nemoduliran (C) FM 1kHz (D) AM 27.8kHz

8. Bazna postaja mobilne telefonije ima uporaben dolet  $d_u=6\text{km}$ , ki ga omejuje odboj od tal. Na kakšni razdalji od uporabnika  $d_m=?$  smemo ponovno uporabiti isti radiofrekvenčni kanal, če zahtevamo razmerje signal/motnja  $S/N=10\text{dB}$  in rezervo presiha  $\langle P \rangle / P_{\text{MIN}}=20\text{dB}$ ?

- (A) 1.87km (B) 33.7km (C) 16.8km (D) 5.6km

9. Mirujoča brezžična IP kamera uporablja radijsko zvezo brez neposredne vidljivosti do WiFi dostopne točke (usmerjevalnika). Katera vrsta raznolikosti je v opisani radijski zvezi popolnoma NEUČINKOVITA?

- (A) frekvenčna (B) časovna (C) polarizacijska (D) prostorska

10. Kolikšna mora biti višina hriba  $h=?$  nad ravnino, da znaša radijska vidljivost iz njegovega vrha do sogovornika v ravnini  $d=100\text{km}$ ? Pri računu upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K=4/3$ . ( $R_z=6378\text{km}$ )

- (A) 294m (B) 392m (C) 588m (D) 784m

11. Prostorsko raznolikost izvedemo z dvema enakima antenama na zadostni medsebojni razdalji, da je sprejem nekoreliran. Pri izbiri boljše antene doseže skupna verjetnost izpada zveze  $P=4\%$ . Kolikšna je verjetnost izpada  $P'=?$  pri sprejemu z eno samo anteno?

- (A) 2% (B) 4% (C) 8% (D) 20%

12. Trirobnik na jamborju jadrnice ima povprečni presek  $A=0.04\text{m}^2$  za različne smeri vpada valovanja. Kolikšna je njegova povprečna odmevna površina  $\sigma=?$  za pomorski radar, ki dela na frekvenci  $f=9.375\text{GHz}$ ? ( $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ,  $\Gamma_{\text{odbojnika}}=-1$ )

- (A)  $19.6\text{m}^2$  (B)  $4.9\text{m}^2$  (C)  $1.22\text{m}^2$  (D)  $0.04\text{m}^2$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

# 1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 18.10.2016

1. Če na spektralnem analizatorju vidimo sumljive signale, ki najverjetneje ne obstajajo, pač pa nastanejo zaradi nelinearnosti v samem merilniku, je protiukrep:

- (A) zožanje ločljivosti                      (B) povečanje časa preleta                      (C) povečanje vhodnega slabljenja                      (D) zožanje video sira

2. 3D krogelni koordinatni sistem  $(r, \theta, \phi)$  je desnoroden s tečajem v smeri kartezične osi z. Krogelne koordinate  $(r, \theta, \phi)$  želimo pretvoriti v kartezične  $(x, y, z)$ . Pri tem izračunamo koordinato x na naslednji način:

- (A)  $r \cdot \sin\theta \cdot \sin\phi$                       (B)  $r \cdot \sin\theta \cdot \cos\phi$                       (C)  $r \cdot \cos\theta \cdot \sin\phi$                       (D)  $r \cdot \cos\theta \cdot \cos\phi$

3. Votlo kovinsko cev krožnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Napredujoči val v valovodu ima naslednje komponente električnega polja  $\vec{E}$ :

- (A) samo prečni  $\vec{E}$                       (B) samo vzdolžni  $\vec{E}$                       (C) vzdolžni in prečni  $\vec{E}$                       (D) nima polja  $\vec{E}$

4. Vektorski potencial  $\vec{A}$  izračunamo iz gostote toka  $\vec{J}$  z reševanjem vektorske valovne enačbe  $\Delta\vec{A} + \omega^2\mu\epsilon\vec{A} = -\mu\vec{J}$ . Valovna enačba za vektorski potencial deluje (v tem zapisu) v naslednjih merskih enotah (MKSA):

- (A) Vs                      (B) Vs/m                      (C) Vs/m<sup>2</sup>                      (D) Vs/m<sup>3</sup>

5. Največji radioteleskop na svetu so zgradili na Kitajskem in ima glavno zrcalo premera  $d=500\text{m}$ . Na kateri razdalji  $r=?$  dobimo daljne polje, ko radioteleskop uporabljamo na frekvenci vodikove črte  $1.42\text{GHz}$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 4733m                      (B) 211km                      (C) 2367km                      (D) 11200km

6. Stikalni napajalnik računalnika vsebuje transformator, ki dela s frekvenco  $f=50\text{kHz}$ . Na kateri razdalji  $r=?$  bosta električno polje motenj  $\vec{E}$  in magnetno polje motenj  $\vec{H}$  približno v razmerju valovne impedance prostora  $Z_0 \approx 377\Omega$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 9.55cm                      (B) 9.55m                      (C) 95.5m                      (D) 955m

7. Smerni diagram ground-plane antene na frekvenci  $f=180\text{MHz}$  kazijo neželjeni tokovi v nosilcu antene. Dolžino radialov  $l=?$  (palčke, ki sestavljajo srajčko spodnjega dela antene) izberemo za najnižji tok v nosilcu: ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 0.4m                      (B) 0.5m                      (C) 0.6m                      (D) 0.7m

8. Ulična svetilka vsebuje žarnico moči  $P=250\text{W}$  in izkoristka  $\eta=30\%$  na stebru višine  $h=7\text{m}$ . Kolikšna je gostota pretoka svetlobne moči  $|\vec{S}|=?$  na tleh na vodoravni razdalji  $x=5\text{m}$  od stebra svetilke? Slabljenje svetlobe v ozračju zanemarimo.

- (A)  $81\text{mW/m}^2$                       (B)  $364\text{mW/m}^2$                       (C)  $3.64\text{W/m}^2$                       (D)  $81\text{W/m}^2$

9. Navigacijski sateliti sistema GPS krožijo na višini  $h=20200\text{km}$  nad površino Zemlje. Kolikšna naj bo smernost  $D=?$  antene na krovu, ki pokriva celotno vidno površino Zemlje? Zemljo privzamemo kot kroglo spolmerom  $R=6378\text{km}$ .

- (A) 12.4dBi                      (B) 15.4dBi                      (C) 18.4dBi                      (D) 24.4dBi

10. Dobitek  $G$  merimo v radijski zvezi v praznem prostoru med dvema enakima neznanima antenama na razdalji  $r=3\text{m}$ . Kolikšno odstopanje dobitka  $\Delta G$  [dBi] pričakujemo zaradi odstopanja faznega središča vsake posamezne antene  $\Delta r = \pm 10\text{cm}$ ?

- (A)  $\pm 0.1\text{dBi}$                       (B)  $\pm 0.6\text{dBi}$                       (C)  $\pm 1.5\text{dBi}$                       (D)  $\pm 4\text{dBi}$

11. Vremenski satelit oddaja z močjo  $P_{\text{TX}}=5\text{W}$  na neusmerjeno anteno  $G_{\text{TX}}=1$  na frekvenci  $f=137.5\text{MHz}$ . Kolikšen je domet zveze  $r=?$  do sprejemnika na Zemlji z neusmerjeno sprejemno anteno  $G_{\text{RX}}=1$  in občutljivostjo  $P_{\text{RX}}=-110\text{dBm}$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 487km                      (B) 974km                      (C) 1948km                      (D) 3897km

12. Fluorescentna svetilka moti srednjevalovni radijski sprejemnik ( $\lambda=300\text{m}$ ) z motilnim električnim poljem  $\vec{E}_i$ . Najučinkovitejši protiukrep proti tovrstnim motnjam je:

- (A) feritna sprejemna antena                      (B) električna paličasta antena                      (C) obračanje sprejemne antene                      (D) nimamo protiukrepov

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

1st midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 18.10.2016

1. If we see suspicious signals on a spectrum analyzer, that may not really exist, but are just a nonlinear product inside the spectrum analyzer, the countermeasure is:

- (A) narrow the resolution                      (B) increase the sweep time                      (C) increase the input attenuation                      (D) narrow the video filter

2. The 3D spherical coordinate system  $(r, \theta, \phi)$  is right-handed with the north pole in the direction of the Cartesian axis  $z$ . Converting the spherical coordinates  $(r, \theta, \phi)$  into Cartesian coordinates  $(x, y, z)$  the Cartesian coordinate  $x$  is obtained as:

- (A)  $r \cdot \sin\theta \cdot \sin\phi$                       (B)  $r \cdot \sin\theta \cdot \cos\phi$                       (C)  $r \cdot \cos\theta \cdot \sin\phi$                       (D)  $r \cdot \cos\theta \cdot \cos\phi$

3. A hollow metal pipe of circular cross-section is used as a waveguide on its fundamental mode. The forward wave has the following electric field  $\vec{E}$  components:

- (A) only transversal  $\vec{E}$                       (B) only longitudinal  $\vec{E}$                       (C) both transversal and longitudinal  $\vec{E}$                       (D) does not have any  $\vec{E}$

4. The vector potential  $\vec{A}$  is computed from the current density  $\vec{J}$  by solving the vector wave equation  $\Delta\vec{A} + \omega^2\mu\epsilon\vec{A} = -\mu\vec{J}$ . The wave equation for the vector potential (as written here) works with the following units (MKSA):

- (A) Vs                      (B) Vs/m                      (C) Vs/m<sup>2</sup>                      (D) Vs/m<sup>3</sup>

5. The largest radio-telescope on the world was built in China with the diameter of the primary mirror equal to  $d=500\text{m}$ . At what distance  $r=?$  starts its far field while operating at the hydrogen-line frequency of  $1.42\text{GHz}$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 4733m                      (B) 211km                      (C) 2367km                      (D) 11200km

6. A switching power supply includes a transformer causing radio interference at a frequency of  $f=50\text{kHz}$ . At what distance  $r=?$  are its electric field  $\vec{E}$  and magnetic field  $\vec{H}$  approximately in the ratio of the free-space wave impedance  $Z_0 \approx 377\Omega$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 9.55cm                      (B) 9.55m                      (C) 95.5m                      (D) 955m

7. The radiation pattern of a ground-plane antenna at  $f=180\text{MHz}$  is being spoiled by unwanted currents in the supporting mast. The length  $l=?$  of the radials (rods forming the skirt of the antenna) is chosen for the lowest mast current: ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 0.4m                      (B) 0.5m                      (C) 0.6m                      (D) 0.7m

8. A street light contains a  $P=250\text{W}$  bulb with an efficiency of  $\eta=30\%$  on a  $h=7\text{m}$  high pole above ground. what is power-flux density of light  $|\vec{S}|=?$  on the ground at a horizontal distance  $x=5\text{m}$  from the pole? The atmospheric attenuation can be neglected.

- (A)  $81\text{mW/m}^2$                       (B)  $364\text{mW/m}^2$                       (C)  $3.64\text{W/m}^2$                       (D)  $81\text{W/m}^2$

9. GPS navigation satellites are circling the Earth at an altitude of  $h=20200\text{km}$  above the surface. what directivity  $D=?$  is required for the on-board antenna to cover the whole visible hemisphere? The Earth is assumed a sphere with a diameter of  $R=6378\text{km}$ .

- (A) 12.4dBi                      (B) 15.4dBi                      (C) 18.4dBi                      (D) 24.4dBi

10. The gain  $G$  is measured in a free-space link between two identical unknown antennas at a distance of  $r=3\text{m}$ . what is the expected uncertainty  $\Delta G$  [dBi] of the measurement due to the uncertainty of each antenna phase center amounting to  $\Delta r = \pm 10\text{cm}$ ?

- (A)  $\pm 0.1\text{dBi}$                       (B)  $\pm 0.6\text{dBi}$                       (C)  $\pm 1.5\text{dBi}$                       (D)  $\pm 4\text{dBi}$

11. A weather satellite is transmitting on  $f=137.5\text{MHz}$  with a power of  $P_{\text{TX}}=5\text{W}$  to an omnidirectional antenna  $G_{\text{TX}}=1$ . what is the maximum radio range  $r=?$  to a ground station with an omnidirectional antenna  $G_{\text{RX}}=1$  and receiver sensitivity  $P_{\text{RX}}=-110\text{dBm}$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A) 487km                      (B) 974km                      (C) 1948km                      (D) 3897km

12. A fluorescent light bulb is causing interference to a medium-wave receiver ( $\lambda=300\text{m}$ ) with its electric field  $\vec{E}_i$ . The best countermeasure against this interference is:

- (A) a ferrite receiving antenna                      (B) an electrical whip antenna                      (C) reorienting the receiving antenna                      (D) there is no countermeasure

Name:

Email:

## 2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 15.11.2016

1. Zaradi načrtovalske napake ima ground-plane antena napačno izbrano dolžino radialov. Takšna antena ima v primerjavi s pravilno načrtovano ground-plane anteno:

- (A) slabši sevalni izkoristek      (B) pokvarjen smerni diagram      (C) slabo impedančno prilagoditev      (D) vse navedene pomanjkljivosti

2. Piramidni lijak je opremljen z valovodnim priključkom WR90, ki je namenjen delovanju v frekvenčnem pasu "X" od 8.20GHz do 12.5GHz. Kolikšna je mejna frekvenca osnovnega rodu  $f_{TE01}$ ? v opisanem valovodu z notranjimi izmerami 22.86mmX10.16mm? ( $c_0=3\cdot 10^8$ m/s)

- (A) 6.56GHz      (B) 8.20GHz      (C) 12.5GHz      (D) 13.1GHz

3. Kolikšna je smernost  $D$ ? zrcalne antene premera  $d=3$ m namenjene sprejemu satelitov v frekvenčnem pasu  $f=4$ GHz? Zrcalo je osvetljeno s korugiranim lijakom, ki omogoča izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta=80\%$ . ( $c_0=3\cdot 10^8$ m/s)

- (A) 39dBi      (B) 40dBi      (C) 41dBi      (D) 42dBi

4. Yagi antena uporablja zbiralno lečo iz umetnega dielektrika. valovno število  $k$  v umetnem dielektriku  $\epsilon_r > 1$  je v primerjavi z valovnim številom  $k_0$  v praznem prostoru povezano na naslednji način:

- (A)  $k=0$       (B)  $k < k_0$       (C)  $k=k_0$       (D)  $k > k_0$

5. Kateri pogoj NI potreben, da v reverberančni komori dobimo naključno porazdelitev elektromagnetnega polja s časovno odvisnostjo, ki ustreza Rayleigh-ovi porazdelitvi?

- (A) eden ali več mešalnikov rodov      (B) dovolj visoka odbojnost sten  $|\Gamma| \approx 1$       (C) najmanj štiri antene v komori      (D) dobro zaprta komora

6. Huygens-ov izvor ima smerni diagram oblike  $F(\theta, \phi) = 1 + \cos\theta$ . Za koliko  $a$ ? decibelov upade jakost sevanega električnega polja v smeri  $\theta = \pi/4$  in  $\phi = \pi/2$  glede na maksimum sevanja Huygens-ovega izvora?

- (A) -0.7dB      (B) -1.4dB      (C) -2.1dB      (D) -2.8dB

7. Parabolično zrcalo simetričnega izreza dosega globino pri temenu  $h=0.5$ m. Premer zrcala znaša  $d=6$ m. Kolikšno je razmerje  $f/d$ ? (goriščnica/premer) opisanega zbiralnega zrcala?

- (A) 0.188      (B) 0.375      (C) 0.75      (D) 1.50

8. Smerni diagram  $F(\theta, \phi)$  koherentne antene merimo v radijski zvezi v praznem prostoru na dovolj veliki razdalji (Fraunhofer) z vrtenjem v izbrani ravnini:

- (A) samo ene od TX ali RX antene      (B) obeh RX in TX anten hkrati      (C) vedno samo TX antene      (D) vedno samo RX antene

9. Pravokotni kovinski valovod vzbuja z rodom  $TE_{02}$ . Valovod položno razširimo v piramidni lijak. Kolikšen je izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta$ ? v smeri osi  $z$  (smer potovanja valovanja v valovodu in lijaku), če je napaka faze zanemarljiva?

- (A) 0%      (B) 50%      (C) 75%      (D) 82%

10. Umetni dielektrik Yagi antene lahko izdelamo z najrazličnejšim oblikovanjem kovine. Za anteno, ki naj deluje na obeh med sabo pravokotnih polarizacijah, od navedenih oblik NI uporabna:

- (A) pravokotne zanke      (B) palčke v ravnini      (C) pravokotni križci      (D) krožni diski

11. Za koliko  $a$ ? decibelov naj upade osvetlitev rotacijsko-simetričnega paraboličnega zrcala na robu glede na središče zrcala za največji dobitok antene  $G_{MAX}$  kot kompromis med podosvetlitvijo in sevanjem preko roba zrcala?

- (A) -5dB      (B) -40dB      (C) -20dB      (D) -10dB

12. Zapis Friis-ove enačbe v obliki  $P_{RX} = P_{TX} G_{TX} G_{RX} (\lambda/4\pi r)^2$  lahko uporabljamo v naslednjih primerih brezvrvičnih zvez:

- (A) poljuben TX in poljuben RX      (B) koherentni TX in nekoherentni RX      (C) nekoherentni TX in poljuben RX      (D) poljuben TX in koherentni RX

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 2nd midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 15.11.2016

1. Due to a design error a ground-plane antenna has the wrong radial length. Such an antenna has the following properties when compared to a correctly-designed GP antenna:

- (A) lower radiation efficiency      (B) corrupted radiation pattern      (C) poor impedance matching      (D) all defects mentioned

2. A pyramidal horn is equipped with a WR90 waveguide flange intended for operation in the "X" band from 8.20GHz to 12.5GHz. What is the cutoff frequency of the fundamental waveguide mode  $f_{TE_{01}}$ ? with the internal dimensions 22.86mmX10.16mm? ( $c_0=3\cdot 10^8$ m/s)

- (A) 6.56GHz      (B) 8.20GHz      (C) 12.5GHz      (D) 13.1GHz

3. What is the directivity  $D$ ? of a reflector antenna with a diameter of  $d=3$ m intended for satellite reception at 4GHz. The reflector is illuminated by a corrugated horn that allows an illumination efficiency  $\eta=80\%$ . ( $c_0=3\cdot 10^8$ m/s)

- (A) 39dBi      (B) 40dBi      (C) 41dBi      (D) 42dBi

4. A Yagi antenna uses a collimating lens made of artificial dielectric. The wave number  $k$  in the artificial dielectric  $\epsilon_r > 1$  compares to the wave number  $k_0$  in free space in the following way:

- (A)  $k=0$       (B)  $k < k_0$       (C)  $k=k_0$       (D)  $k > k_0$

5. Which condition is NOT required to obtain a random electromagnetic field in a reverberation chamber with a Rayleigh distribution time dependance?

- (A) one or more mode stirrers      (B) large enough wall reflection  $|\Gamma| \approx 1$       (C) at least four antennas inside      (D) well closed chamber

6. A Huygens source has a radiation pattern  $F(\theta, \phi) = 1 + \cos\theta$ . By how many  $a$ ? decibels the radiated electrical field strength decays in the direction  $\theta = \pi/4$  and  $\phi = \pi/2$  compared to the maximum radiation of the Huygens source?

- (A) -0.7dB      (B) -1.4dB      (C) -2.1dB      (D) -2.8dB

7. A rotationally-symmetrical parabolic mirror has a depth of  $h=0.5$ m. The diameter of the mirror is equal to  $d=6$ m. What is the focal-to-diameter ratio  $f/d$ ? of the above-mentioned parabolic mirror?

- (A) 0.188      (B) 0.375      (C) 0.75      (D) 1.50

8. The radiation pattern  $F(\theta, \phi)$  of a coherent antenna is measured in a free-space radio link at a sufficient distance (Fraunhofer) by rotating in a selected plane:

- (A) just one of either TX or RX antenna      (B) both TX and RX antenna simultaneously      (C) always TX antenna only      (D) always RX antenna only

9. A  $TE_{02}$  mode propagates in a rectangular waveguide. The latter makes a smooth transition into a pyramidal horn. What is the aperture-illumination efficiency  $\eta$ ? in the direction  $z$  (propagation in the waveguide & horn), neglecting the phase error?

- (A) 0%      (B) 50%      (C) 75%      (D) 82%

10. Different metal shapes can be used as the artificial dielectric of a Yagi antenna. In an antenna operating on both orthogonal polarizations the following shape can NOT be used:

- (A) square loops      (B) rods in one plane      (C) right-angle crosses      (D) round disks

11. How many  $a$ ? decibels should the illumination decay at the edge of a rotationally-symmetrical parabolic mirror compared to its center to achieve the maximum antenna gain  $G_{MAX}$  as a compromise between under illumination and spillover loss?

- (A) -5dB      (B) -40dB      (C) -20dB      (D) -10dB

12. The Friis equation written in the form  $P_{RX} = P_{TX} G_{TX} G_{RX} (\lambda/4\pi r)^2$  can be used in the following cases of wireless communications:

- (A) any TX and any RX      (B) coherent TX and non-coherent RX      (C) non-coherent TX and any RX      (D) any TX and coherent RX

Name:

Email:

### 3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 6.12.2016

1. Vektorski voltmeter uporabimo kot navaden voltmeter, da z njim merimo samo amplitudo napetosti enega samega signala. Faza nas ne zanima. Merjeni signal pripeljemo na:

- (A) izključno na vhod A                      (B) vseeno na vhod A ali B                      (C) izključno na vhod B                      (D) meritev ni možna

2. Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih polvalovnih dipolov, ki sta enako orientirana in enako polarizirana. Meritev impedančne matrike četveropola dveh dipolov daje rezultat  $|Z_{11}| \approx |Z_{22}| \gg |Z_{21}| \approx |Z_{12}|$ . Za razdaljo med dipoloma  $h$  tedaj velja:

- (A)  $h = \lambda/2$                       (B)  $h \gg \lambda/2$                       (C)  $h = \lambda/4$                       (D)  $h \ll \lambda/4$

3. Korugirani lijak vzbujamo z valovodom krožnega prereza pri frekvenci, ko se širi samo osnovni rod  $TE_{11}$ . Električno polje  $\vec{E}$  v valovodu ima naslednjo(e) komponento(e) v valjnem koordinatnem sistemu  $(\rho, \phi, z)$ , kjer os  $z$  sovпада z osjo valovoda:

- (A)  $\vec{E} = \vec{I}_\phi E_\phi + \vec{I}_z E_z$                       (B)  $\vec{E} = \vec{I}_\phi E_\phi$                       (C)  $\vec{E} = \vec{I}_\rho E_\rho + \vec{I}_\phi E_\phi$                       (D)  $\vec{E} = \vec{I}_\rho E_\rho$

4. Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih, tržno dobavljivih anten za  $f = 144 \text{ MHz}$ . Edini podatek o antenah sta  $-3 \text{ dB}$  širini glavnega lista smernega diagrama  $\alpha_E = 30^\circ$  in  $\alpha_H = 40^\circ$ . Na kolikšno razdaljo  $h = ?$  postavimo anteni v ravnini  $\vec{H}$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A) 1.04m                      (B) 1.52m                      (C) 2.08m                      (D) 3.05m

5. Osno skupino na razdalji  $h = 3\lambda/4$  v osi  $z$  sestavimo iz dveh polvalovnih dipolov, oba dipola enako orientirana v smeri osi  $x$ . Dipola napajamo v kvadraturi  $I_2 = jI_1$ , kar pomeni fazni zamik četrte periode. Smerni diagram skupine ima naslednje število snopov:

- (A) 3                      (B) 4                      (C) 2                      (D) 5

6. Neznana antena ima izmerjeni amplitudni smerni diagram  $F(\theta, \phi) = \sqrt{1 - \sin^2 \theta \cdot \sin^2 \phi}$ . Za kakšno vrsto antene gre in kako je orientirana?

- (A)  $\lambda/2$  dipol v osi  $x$                       (B) zanka v ravnini  $YZ$                       (C) Huygens-ov vir v ravnini  $XZ$                       (D) kratka žica v osi  $Y$

7. Pri merjenju dobika antene preko zrcaljenja iste antene uporabljamo visokofrekvenčni izvor, ki proizvaja naslednjo vrsto radijskega signala:

- (A) nemoduliran nosilec (CW)                      (B) AM ON/OFF 1kHz                      (C) AM ON/OFF 27.8kHz                      (D) FM 1MHz velik koleb

8. Oddajna antena ima razmerje kožnih komponent  $Q_0 = j0.333$ . Kakšna mora biti polarizacija sprejemne antene  $Q_s = ?$ , da dobimo najmočnejši sprejem? Dobitek sprejemne antene je konstanten. ( $j = \sqrt{-1}$ )

- (A)  $-j3$                       (B)  $j3$                       (C)  $-j0.333$                       (D)  $j0.333$

9. Desno-krožno polarizirano (RHCP) anteno sestavljata dve enaki linearno-polarizirani Yagi anteni. Vsaka od njiju ima dobitok  $G = 12 \text{ dBi}$ . Vezje za kvadraturu in prilagoditev impedance vnaša  $a = -0.3 \text{ dB}$  izgub. Kolikšen je dobitok sestavljene antene  $G_{\text{RHCP}} = ?$

- (A) 9.3dBi                      (B) 14.7dBi                      (C) 11.7dBi                      (D) 15.3dBi

10. Neusmerjena antena prenosne radijske postaje ima pri frekvenci  $f = 162 \text{ MHz}$  šumno temperaturo  $T_A = 400 \text{ K}$ . Šumna temperatura sprejemnika znaša  $T_S = 600 \text{ K}$ . Kolikšna je minimalna moč signala  $P_{\text{MIN}} = ?$  za razmerje  $S/N = 10 \text{ dB}$  v pasovni širini  $B = 15 \text{ kHz}$ ? ( $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ )

- (A)  $8.3 \cdot 10^{-16} \text{ W}$                       (B)  $8.3 \cdot 10^{-14} \text{ W}$                       (C)  $2.07 \cdot 10^{-16} \text{ W}$                       (D)  $2.07 \cdot 10^{-15} \text{ W}$

11. Ko v Sonce (zorni kot  $\alpha_s = 0.5^\circ$ ) obrnemo brezizgubno anteno s smernostjo  $D = 17 \text{ dBi}$  ( $\Omega_A \gg \Omega_S$ ), se njena šumna temperatura poveča za  $\Delta T_A = 300 \text{ K}$  glede na hladno nebo. S kolikšno temperaturo  $T = ?$  seva Sonce kot črno telo na tej frekvenci?

- (A)  $1.26 \cdot 10^6 \text{ K}$                       (B)  $1.003 \cdot 10^5 \text{ K}$                       (C)  $5.96 \cdot 10^3 \text{ K}$                       (D)  $1.58 \cdot 10^7 \text{ K}$

12. Parabolično zrcalno anteno zasukamo v Sonce. Z linearno-polariziranim žarilcem se njena šumna temperatura zviša za  $\Delta T_A = 1000 \text{ K}$ . Kolikšno zvišanje temperature  $\Delta T_A' = ?$  izmerimo z desno krožno polariziranim žarilcem, če je izkoristek obeh žarilcev enak?

- (A) 500K                      (B) 1000K                      (C) 1414K                      (D) 2000K

3rd midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 6.12.2016

1. A vector voltmeter is used as a conventional voltmeter to measure the amplitude of a single signal. The phase is not measured. The unknown signal should be connected:

- (A) exclusively to input A                      (B) the same to input A or B                      (C) exclusively to input B                      (D) measurement impossible

2. A broad-side array includes two half-wave dipoles oriented in the same way and polarized in the same way. The measurement of the two-port impedance matrix of the two dipoles shows  $|Z_{11}| \approx |Z_{22}| \gg |Z_{21}| \approx |Z_{12}|$ . The distance  $h$  between the two dipoles is:

- (A)  $h = \lambda/2$                       (B)  $h \gg \lambda/2$                       (C)  $h = \lambda/4$                       (D)  $h \ll \lambda/4$

3. A corrugated horn is excited by a circular waveguide at a frequency supporting the fundamental  $TE_{11}$  mode only. The waveguide electric field  $\vec{E}$  has the following components in cylindrical coordinates  $(\rho, \phi, z)$  with the  $Z$  axis corresponding to the waveguide axis:

- (A)  $\vec{E} = \vec{I}_\phi E_\phi + \vec{I}_z E_z$                       (B)  $\vec{E} = \vec{I}_\phi E_\phi$                       (C)  $\vec{E} = \vec{I}_\rho E_\rho + \vec{I}_\phi E_\phi$                       (D)  $\vec{E} = \vec{I}_\rho E_\rho$

4. A broad-side array includes two identical, commercial antennas for  $f = 144 \text{ MHz}$ . The only available information are the  $-3 \text{ dB}$  main-lobe beam widths of  $\alpha_E = 30^\circ$  and  $\alpha_H = 40^\circ$ . What should be the stacking distance  $h = ?$  in the  $\vec{H}$  plane? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A) 1.04m                      (B) 1.52m                      (C) 2.08m                      (D) 3.05m

5. An end-fire array spaced at  $h = 3\lambda/4$  in the  $Z$  axis includes two half-wave dipoles both oriented in the  $X$  axis. The dipoles are fed in quadrature  $I_2 = jI_1$ , meaning a one-quarter period phase shift. How many lobes has the resulting radiation pattern?

- (A) 3                      (B) 4                      (C) 2                      (D) 5

6. The measured amplitude radiation pattern of an unknown antenna is equal to  $F(\theta, \phi) = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} \cdot \sin^2 \phi$ . What kind of antenna is it and how is it oriented?

- (A)  $\lambda/2$  dipole in the  $X$  axis                      (B) small loop in the  $YZ$  plane                      (C) Huygens source in the  $XZ$  plane                      (D) short wire in the  $Y$  axis

7. Measuring the gain of an antenna by receiving the mirror image of the same antenna, a signal source producing the following radio signal is used:

- (A) unmodulated carrier (CW)                      (B) AM ON/OFF 1kHz                      (C) AM ON/OFF 27.8kHz                      (D) FM 1MHz wide deviation

8. The transmitting antenna has the ratio of circularly-polarized components  $Q_0 = j0.333$ . What is the required polarization of the receiving antenna  $Q_s = ?$  to get the strongest reception? The gain of the receiving antenna is constant. ( $j = \sqrt{-1}$ )

- (A)  $-j3$                       (B)  $j3$                       (C)  $-j0.333$                       (D)  $j0.333$

9. A right-hand circularly-polarized antenna includes two identical linearly-polarized Yagi antennas. Each has a gain of  $G = 12 \text{ dBi}$ . The quadrature and impedance matching network has  $a = -0.3 \text{ dB}$  insertion loss. What is the gain of the overall antenna  $G_{\text{RHCP}} = ?$

- (A) 9.3dBi                      (B) 14.7dBi                      (C) 11.7dBi                      (D) 15.3dBi

10. The omnidirectional antenna of a portable radio achieves a noise temperature of  $T_A = 400 \text{ K}$  at  $f = 162 \text{ MHz}$ . The noise temperature of the receiver is  $T_S = 600 \text{ K}$ . What is the minimum signal power  $P_{\text{MIN}} = ?$  for a  $S/N = 10 \text{ dB}$  in a bandwidth  $B = 15 \text{ kHz}$ ? ( $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ )

- (A)  $8.3 \cdot 10^{-16} \text{ W}$                       (B)  $8.3 \cdot 10^{-14} \text{ W}$                       (C)  $2.07 \cdot 10^{-16} \text{ W}$                       (D)  $2.07 \cdot 10^{-15} \text{ W}$

11. Pointing a loss-less antenna with a directivity of  $D = 17 \text{ dBi}$  ( $\Omega_A \gg \Omega_S$ ) to the Sun (angular diameter  $\alpha_s = 0.5^\circ$ ), its noise temperature rises by  $\Delta T_A = 300 \text{ K}$  compared to the cold sky. What is the black-body temperature  $T = ?$  of the Sun at this frequency?

- (A)  $1.26 \cdot 10^6 \text{ K}$                       (B)  $1.003 \cdot 10^5 \text{ K}$                       (C)  $5.96 \cdot 10^3 \text{ K}$                       (D)  $1.58 \cdot 10^7 \text{ K}$

12. A parabolic-mirror antenna is pointed to the Sun. Its noise temperature increases by  $\Delta T_A = 1000 \text{ K}$  with a linearly-polarized feed. What is the temperature increase  $\Delta T_A' = ?$  with a circularly-polarized feed, if the efficiency of both feeds is identical?

- (A) 500K                      (B) 1000K                      (C) 1414K                      (D) 2000K

Name:

Email:

#### 4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 20.12.2016

1. Pri meritvi polarizacije neznanе antene izmerimo osno razmerje  $R=6\text{dB}$ . O položaju maksimumov in minimumov žal nimamo podatkov. Kolikšno je lahko razmerje krožnih komponent  $Q=?$  iste neznanе antene?

- (A) 0.600 (B)  $j0.333$  (C) -1.400 (D)  $-j0.400$

2. Če na zveznico oddajnik-sprejemnik vstavimo neprozorno okroglo oviro, ki natančno pokrije prvo in drugo Fresnel-ovo cono ter hkrati vse ostale Fresnel-ove cone niso senčene, smo v radijsko zvezo vnesli fazni zasuk:

- (A)  $90^\circ$  (B)  $180^\circ$  (C)  $270^\circ$  (D)  $360^\circ$

3. Kolikšna je smernost  $D=?$  brezizgubne antene  $\eta=1$ , če dobimo enako močen šum iz smeri Sonca ( $T_s=10^6\text{K}$ ,  $\alpha_s=0.5^\circ$ ) kot iz smeri smrekovega gozda ( $T_g=T_0=290\text{K}$ )? Šumna temperatura hladnega neba za Soncem je približno  $T_N\approx 10\text{K}$ . ( $k_B=1.38\cdot 10^{-23}\text{J/K}$ )

- (A) 17.7dBi (B) 20.7dBi (C) 23.7dBi (D) 26.7dBi

4. Pri iskanju gorišča  $f=?$  zbiralnega zrcala nimamo dovolj prostora na razpolago. Razdalja med antenama  $r < 2d^2/\lambda$  je manjša od Fraunhoferjevega pogoja. Kolikšna bo najdena goriščnica  $f'=?$  v primerjavi s pravo goriščnico  $f?$

- (A)  $f' < f$  (B)  $f' = f$  (C)  $f' > f$  (D)  $f'$  nesmiseln

5. Kolikšna je jakost sprejetega polja preko uklanjalnika s senčenjem Fresnelovih con  $E_U$  v primerjavi z jakostjo preko ravnega zrcala  $E_Z$ , če sta površini obeh enaki  $A_U=A_Z$  in vpada kota enaka  $\theta_U=\theta_Z=45^\circ$ ? Obe napravi vgradimo na isto točko na gorskem grebenu.

- (C)  $E_U=E_Z/\pi$  (B)  $E_Z=E_U/\sqrt{\pi}$  (C)  $E_Z=E_U/\pi$  (D)  $E_U=E_Z/\pi^2$

6. Radijsko zvezo moti prečni gorski greben, ki se dviga nad zveznico oddajnik-sprejemnik za  $h=1.4\rho_1$ , kjer je  $\rho_1$  polmer prve Fresnelove cone na mestu ovire. Kolikšno je dodatno slabljenje  $a=?$  [dB], ki ga takšna ovira vnaša v radijsko zvezo?

- (A) 6dB (B) 16dB (C) 19dB (D) 22dB

7. Kolimiran žarek (ravne valovne fronte) HeNe laserja pada pod pravim kotom na neprosojen zaslon s krožno odprtino premera  $2r=1\text{mm}$ . Na kateri razdalji  $d=?$  za zaslonom pričakujemo podvojitve polja v Aragovi točki? ( $\lambda=633\text{nm}$ ,  $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 0.4mm (B) 4mm (C) 4cm (D) 40cm

8. Usmerjena mikrovalovna zveza na frekvenci  $f=15\text{GHz}$  premošča razdaljo  $d=20\text{km}$  v praznem prostoru ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ). Kolikšno največjo površino  $A_{\text{MAX}}=?$  doseže prva Fresnelova cona v opisani usmerjeni mikrovalovni zvezi?

- (A)  $100\text{m}^2$  (B)  $314\text{m}^2$  (C)  $1\text{km}^2$  (D) 3.14ha

9. Oddajnik na satelitu in sprejemnik na Zemlji sta opremljena z neusmerjenima antenama  $G_{\text{TX}}=G_{\text{RX}}=1$  na medsebojni razdalji  $r=3000\text{km}$ . Sprejemnik potrebuje signal moči  $P_{\text{RX}}=-110\text{dBm}$ . Določite potrebno moč oddajnika  $P_{\text{TX}}=?$  na frekvenci  $f=137\text{MHz}$ ! ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 3kw (B) 300W (C) 30W (D) 3W

10. Vojaški radar lahko zazna letalo vsiljivca na razdalji  $r=200\text{km}$ . Pozimi se na radarski anteni nabereta sneg in led, kar znižuje dobitke antene za  $\Delta G=-2\text{dB}$ . Na kakšni razdalji  $r'=?$  je radar še sposoben zaznati istega vsiljivca pozimi?

- (A) 80km (B) 126km (C) 159km (D) 178km

11. Odmevna površina letala znaša  $\sigma=10\text{m}^2$  pri frekvenci  $f=3\text{GHz}$ . Kakšna je površina ravnega zrcala oziroma triobnika  $A=?$ , ki lahko prikaže lažno tarčo enake velikosti na zaslonu vojaškega radarja? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $0.089\text{m}^2$  (B)  $0.796\text{m}^2$  (C)  $1.26\text{m}^2$  (D)  $10\text{m}^2$

12. Dobitek antene lahko merimo tudi preko njene zrcalne slike v veliki kovinski plošči. Dobitka katere od navedenih anten na ta način NE moremo izmeriti?

- (A) piramidni lijak  $TE_{01}$  (B) vijačnica z osnim sevanjem (C) Yagi s palčkami v eni ravnini (D) GP antena

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

4th midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 20.12.2016

1. Measuring the polarization of an unknown antenna an axial ratio of  $R=6\text{dB}$  is obtained. Nothing is known about the actual positions of minima and/or maxima. What could be the ratio of circularly-polarized components  $Q=?$  of the unknown antenna?

- (A) 0.600                      (B)  $j0.333$                       (C) -1.400                      (D)  $-j0.400$

2. A round obstacle is placed on the straight line connecting the transmitter and receiver. The obstacle covers exactly the first and second Fresnel zones. What is the introduced phase shift compared to free space if there are no other obstacles?

- (A)  $90^\circ$                       (B)  $180^\circ$                       (C)  $270^\circ$                       (D)  $360^\circ$

3. What is the directivity  $D=?$  of a lossless antenna  $\eta=1$ , if the same amount of noise is received from the Sun ( $T_s=10^6\text{K}$ ,  $\alpha_s=0.5^\circ$ ) or from a pine-tree forest ( $T_G=T_0=290\text{K}$ )? The cold sky behind the sun radiates at a temperature of  $T_N\approx 10\text{K}$ . ( $k_B=1.38\cdot 10^{-23}\text{J/K}$ )

- (A) 17.7dBi                      (B) 20.7dBi                      (C) 23.7dBi                      (D) 26.7dBi

4. Searching for the focal distance  $f=?$  of a collimating mirror we lack space. The spacing of the two antennas  $r < 2d^2/\lambda$  is smaller than the Fraunhofer condition. How does the measured focal distance  $f'=?$  compare to the true focal distance  $f$ ?

- (A)  $f' < f$                       (B)  $f' = f$                       (C)  $f' > f$                       (D)  $f'$  nonsense

5. How does the received-field intensity from a diffractor  $E_D$  compare to that from a flat mirror  $E_M$ ? The areas of both devices are the same  $A_D=A_M$  as well as the incidence angles  $\theta_D=\theta_M=45^\circ$ . Both devices are installed in the same place on a mountain ridge.

- (C)  $E_D=E_M/\pi$                       (B)  $E_M=E_D/\sqrt{\pi}$                       (C)  $E_M=E_D/\pi$                       (D)  $E_D=E_M/\pi^2$

6. A radio link is compromised by a transversal mountain ridge rising by  $h=1.4\rho_1$  above the straight line TX-RX, where  $\rho_1$  is the radius of the first Fresnel zone at the place of the obstacle. What is the additional link loss  $a=?$  [dB] due to this obstacle?

- (A) 6dB                      (B) 16dB                      (C) 19dB                      (D) 22dB

7. A collimated beam (plane wavefronts) from a HeNe laser hits at right angle an opaque screen with a circular aperture of  $2r=1\text{mm}$  diameter. At what distance  $d=?$  behind the screen field-intensity doubling in the Arago spot is expected? ( $\lambda=633\text{nm}$ ,  $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 0.4mm                      (B) 4mm                      (C) 4cm                      (D) 40cm

8. A  $f=15\text{GHz}$  point-to-point microwave link covers a distance of  $d=20\text{km}$  in free space ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ). What is the largest area  $A_{\text{MAX}}=?$  achieved by the first Fresnel zone in the described point-to-point microwave link?

- (A)  $100\text{m}^2$                       (B)  $314\text{m}^2$                       (C)  $1\text{km}^2$                       (D) 3.14ha

9. Both the satellite transmitter and the ground-station receiver use omnidirectional antennas  $G_{\text{TX}}=G_{\text{RX}}=1$  at a distance of  $r=3000\text{km}$ . The receiver requires a signal power of  $P_{\text{RX}}=-110\text{dBm}$ . What is the required transmitter power  $P_{\text{TX}}=?$  at  $f=137\text{MHz}$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A) 3kW                      (B) 300W                      (C) 30W                      (D) 3W

10. A military radar is able to detect an intruder aircraft at a distance of  $r=200\text{km}$ . In winter, ice and snow accumulate on the radar antenna reducing its gain by  $\Delta G=-2\text{dB}$ . At what distance  $r'=?$  is the radar able to detect the same intruder in winter?

- (A) 80km                      (B) 126km                      (C) 159km                      (D) 178km

11. The radar cross-section of an aircraft is equal to  $\sigma=10\text{m}^2$  at  $f=3\text{GHz}$ . What is the required area of a flat mirror or retro-reflector that produces a false target of the same size on the screen of a military radar? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $0.089\text{m}^2$                       (B)  $0.796\text{m}^2$                       (C)  $1.26\text{m}^2$                       (D)  $10\text{m}^2$

12. The gain of an antenna can be measured using its mirror image in a large metal plate. The gain of which antenna can NOT be measured in this way?

- (A) pyramidal horn  $TE_{01}$                       (B) axial-mode helix antenna                      (C) Yagi with rods in a single plane                      (D) GP antenna

Name:

Email:

## 5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 17.1.2017

1. Domet med ročnima radijskima postajama  $h_1=h_2=1.5\text{m}$  z neusmerjenima antenama  $G_1=G_2=1$  znaša komaj  $d=3\text{km}$ . Kolikšna je občutljivost sprejemnika  $P_{\text{MIN}}=?$  če sumimo, da domet omejuje odboj od ravnih tal. Moč oddajnika znaša  $P=1\text{W}$  na frekvenci  $f=450\text{MHz}$ .

- (A) -132dBm                      (B) -102dBm                      (C) -95dBm                      (D) -65dBm

2. Kolikšna je radijska vidljivost  $d=?$  iz  $h=30\text{m}$  visokega stolpa nad ravno pokrajino? Upoštevamo, da zaradi loma v troposferi radijski valovi potujejo po loku s krivinskim polmerom  $R=25000\text{km}$ . Povprečni polmer Zemlje  $R_z=6378\text{km}$ .

- (A) 9.8km                      (B) 19.6km                      (C) 22.7km                      (D) 33.4km

3. Usmerjeno radijsko zvezo točka-točka vzpostavimo na razdalji  $r=10\text{km}$ . Prvi Fresnelov elipsoid ni oviran. Smo pa omejeni z velikostjo anten  $d_{\text{TX}}=d_{\text{RX}}=30\text{cm}$  in slabljenjem v zemeljskem ozračju. Katera od navedenih frekvenc je najbolj primerna?

- (A) 30GHz                      (B) 300GHz                      (C) 0.3GHz                      (D) 3GHz

4. Podnevi frekvenca plazme ionosfere doseže vrednost  $f_p=10\text{MHz}$ . Pri kateri frekvenci  $f=?$  ima radijsko valovanje v ionosferi dvakratno valovno dolžino v primerjavi z istim valovanjem v praznem prostoru? ( $\epsilon_0=1/(4\pi\cdot 9\cdot 10^9)\text{As/Vm}$ ,  $Q_e=-1.6\cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ )

- (A) 7.1MHz                      (B) 8.4MHz                      (C) 13.3MHz                      (D) 11.6MHz

5. Ponoči koncentracija elektronov  $N_e$  doseže maksimum na višini  $h=300\text{km}$  v sloju F ionosfere. Kolikšna je maksimum  $N_e=?$ , če smo izmerili  $\text{MUF}=12\text{MHz}$ ? ( $\epsilon_0=1/(4\pi\cdot 9\cdot 10^9)\text{As/Vm}$ ,  $Q_e=-1.6\cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ ,  $R_z=6378\text{km}$ )

- (A)  $1.7\cdot 10^{11}\text{m}^{-3}$                       (B)  $1.8\cdot 10^{12}\text{m}^{-3}$                       (C)  $1.9\cdot 10^{13}\text{m}^{-3}$                       (D)  $1.6\cdot 10^{10}\text{m}^{-3}$

6. Rezultate meritev presiha uredimo v histogram. Pri izbiri števila stolpcev histograma moramo paziti na naslednje (obkrožite NESMISELN odgovor):

- (A) preveč stolpcev povečuje šum                      (B) nimamo stolpcev ničelne višine                      (C) premalo stolpcev znižuje ločljivost                      (D) prikažemo vse rezultate

7. Za bočno skupino se zahteva delovanje le v ozkem frekvenčnem pasu okoli  $f_0$ , kar dopušča preprosto zaporedno napajanje z virom na enem koncu. Pri malenkost višjih frekvencah  $f>f_0$  se maksimum smernega diagrama odkloni v naslednjo smer:

- (A) k viru napajanja                      (B) pravokotno na vir                      (C) proč od vira                      (D) ni odklona

8. Rezerva zveze, kjer se presih podreja Rayleigh-ovi porazdelitvi, je načrtovana za verjetnost izpada zveze  $P=1\%$ . Kolikšno verjetnost izpada  $P'=?$  pričakujemo v primeru, ko zaradi delne okvare moč oddajnika upade za  $\Delta P_{\text{TX}}=-6\text{dB}$ ?

- (A) 0.7%                      (B) 1.4%                      (C) 2.0%                      (D) 3.9%

9. WiFi zvezo z antenama na strehah dveh oddaljenih zgradb moti odboj od ravnih tal med zgradbama. Katera vrsta raznolikosti v je tem primeru najučinkovitejša, torej največ pripomore k znižanju pogostnosti izpada zveze?

- (A) frekvenčna                      (B) smerna                      (C) prostorska                      (D) časovna

10. Bazne postaje mobilnega omrežja naj bi imele uporaben domet  $d_u=2\text{km}$  in zagotovljeno oddaljenost motilca (ponavljanje kanala)  $d_m=12\text{km}$ . Kakšno najnižje razmerje signal/šum  $S/N=?$  pričakujemo pri pogostnosti izpada zveze  $P=1\%$ ?

- (A) 7dB                      (B) 11dB                      (C) 15dB                      (D) 22dB

11. Kolikšna moč oddajnika  $P_{\text{TX}}=?$  frekvence  $f=7\text{GHz}$  sme enakomerno osvetliti parabolično zrcalo premera  $d=1.8\text{m}$ ? Delavci se nahajajo v bližini antene v Fresnelovem področju (vzporedni žarki) in po zakonodaji tam električno polje ne sme preseči  $E_{\text{MAX}}=6V_{\text{eff}}/\text{m}$ .

- (A) 24dBm                      (B) 27dBm                      (C) 30dBm                      (D) 33dBm

12. Piramidni valovodni lijak je opremljen s pravokotno prirobnico, ki ima pravokotno odprtino z izmerami  $15.8\text{mm} \times 7.9\text{mm}$ . Opisani valovodni lijak je deluje kot odlična antena v celotnem frekvenčnem pasu:

- (A) 4-6GHz                      (B) 5-8GHz                      (C) 8-13GHz                      (D) 12-18GHz

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5th midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 17.1.2017

1. The range of two handheld radios  $h_1=h_2=1.5\text{m}$  with omnidirectional antennas  $G_1=G_2=1$  amounts to only  $d=3\text{km}$ . What is the receiver sensitivity  $P_{\text{MIN}}=?$  if reflection from flat ground is suspected to be a limiting factor. The TX power amounts to  $P=1\text{W}$  at  $f=450\text{MHz}$ .
- (A) -132dBm                      (B) -102dBm                      (C) -95dBm                      (D) -65dBm
2. What is the radio range  $d=?$  from a  $h=30\text{m}$  tower above a flat country considering that due to refraction in the troposphere, the radio waves follow a curved line with a radius of  $R=25000\text{km}$ ? The mean radius of the Earth is  $R_z=6378\text{km}$ .
- (A) 9.8km                      (B) 19.6km                      (C) 22.7km                      (D) 33.4km
3. A point-to-point radio link spans the distance  $r=10\text{km}$ . The first Fresnel ellipsoid is not obstructed. We are however limited with the antenna size  $d_{\text{TX}}=d_{\text{RX}}=30\text{cm}$  and atmospheric attenuation. Which frequency is the best choice for this link?
- (A) 30GHz                      (B) 300GHz                      (C) 0.3GHz                      (D) 3GHz
4. During daylight the plasma frequency of the ionosphere reaches  $f_p=10\text{MHz}$ . At which frequency  $f=?$  the wavelength of radio waves in the ionosphere doubles when compared to the same wave in free space? ( $\epsilon_0=1/(4\pi\cdot 9\cdot 10^9)\text{As/Vm}$ ,  $Q_e=-1.6\cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ )
- (A) 7.1MHz                      (B) 8.4MHz                      (C) 13.3MHz                      (D) 11.6MHz
5. At night the electron concentration  $N_e$  reaches its maximum at a height of  $h=300\text{km}$  in the ionospheric layer F. What is the maximum concentration  $N_e=?$ , if we measured  $\text{MUF}=12\text{MHz}$ ? ( $\epsilon_0=1/(4\pi\cdot 9\cdot 10^9)\text{As/Vm}$ ,  $Q_e=-1.6\cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ ,  $R_z=6378\text{km}$ )
- (A)  $1.7\cdot 10^{11}\text{m}^{-3}$                       (B)  $1.8\cdot 10^{12}\text{m}^{-3}$                       (C)  $1.9\cdot 10^{13}\text{m}^{-3}$                       (D)  $1.6\cdot 10^{10}\text{m}^{-3}$
6. Fading measurement results are to be presented as a histogram. Choosing the number of columns we have to keep care about the following (circle the NONSENSE answer):
- (A) too many columns increase noise                      (B) there are no zero-height columns                      (C) too few columns reduce resolution                      (D) all results are represented
7. A broadside array is only required to operate over a narrow frequency band around  $f_0$  allowing a simple serial feed of its elements from a source on one side. At slightly higher frequencies  $f>f_0$  the radiation-pattern maximum moves in the following direction:
- (A) towards source                      (B) orthogonal to feed                      (C) away from source                      (D) doesn't move
8. A link margin, where the fading obeys the Rayleigh distribution, is designed for a probability of link loss of  $P=1\%$ . What probability of link loss  $P'=?$  is expected in the case of a partial failure of the transmitter, its output power decreased by  $\Delta P_{\text{TX}}=-6\text{dB}$ ?
- (A) 0.7%                      (B) 1.4%                      (C) 2.0%                      (D) 3.9%
9. A WiFi link with the antennas on the roofs of two distant buildings is disturbed by the reflection from the flat ground between the buildings. What kind of diversity is the most efficient in this case maximally reducing the link loss rate?
- (A) frequency                      (B) direction                      (C) space                      (D) time
10. Base stations of a mobile network should provide a useful range  $d_U=2\text{km}$  and guarantee a minimum distance to the interferer (channel reuse)  $d_M=12\text{km}$ . What is the minimum available signal-to-noise ratio  $S/N=?$  at a probability of link loss  $P=1\%$ ?
- (A) 7dB                      (B) 11dB                      (C) 15dB                      (D) 22dB
11. What transmitter power  $P_{\text{TX}}=?$  is allowed to uniformly illuminate a  $d=1.8\text{m}$  parabolic mirror? Workers are located close to the antenna in the Fresnel region (parallel rays) and by applicable laws the electric field should not exceed  $E_{\text{MAX}}=6V_{\text{eff}}/\text{m}$ .
- (A) 24dBm                      (B) 27dBm                      (C) 30dBm                      (D) 33dBm
12. A pyramidal waveguide horn is equipped with a rectangular flange that has a rectangular aperture with the dimensions  $15.8\text{mm} \times 7.9\text{mm}$ . The described waveguide horn is an excellent antenna covering the whole frequency range:
- (A) 4-6GHz                      (B) 5-8GHz                      (C) 8-13GHz                      (D) 12-18GHz

Name:

Email:

# 1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 17.10.2017

1. V krogelnem koordinatnem sistemu  $(r, \theta, \phi)$  zapišemo smerni vektor  $\vec{I}_0$  s smerniki kartezičnega koordinatnega sistema  $(x, y, z)$  na naslednji način:

- (A)  $\vec{I}_x \cos \theta \cos \phi + \vec{I}_y \cos \theta \sin \phi - \vec{I}_z \sin \theta$       (A)  $\vec{I}_x \sin \theta \cos \phi + \vec{I}_y \sin \theta \sin \phi - \vec{I}_z \cos \theta$       (C)  $\vec{I}_x \cos \theta \cos \phi + \vec{I}_y \cos \theta \sin \phi + \vec{I}_z \sin \theta$       (D)  $-\vec{I}_x \cos \phi + \vec{I}_y \sin \phi$

2. Za opazovanje ozonske luknje se znanstveniki odločijo napeljati krožno pot okoli južnega tečaja na Antarktiki v skupni dolžini  $l=3000\text{km}$ . Na kakšni zemljepisni širini  $\phi=?$  naj poteka opisana pot, če znaša povprečni polmer Zemlje  $r=6378\text{km}$ ?

- (A)  $76.3^\circ\text{S}$       (B)  $87.9^\circ\text{S}$       (C)  $81.4^\circ\text{S}$       (D)  $85.7^\circ\text{S}$

3. Vir sevanja se nahaja v koordinatnem izhodišču krogelnega koordinatnega sistema  $(r, \theta, \phi)$ . Sevano električno polje  $\vec{E}$  in sevano magnetno polje  $\vec{H}$  imata na velikih razdaljah  $r \gg \lambda$  naslednje komponente:

- (A)  $E_r, E_\theta$  in  $H_\phi$       (B)  $E_\theta, E_\phi, H_\theta$  in  $H_\phi$       (C)  $E_\theta, E_\phi$  in  $H_r$       (D) samo  $E_r$  in  $H_r$

4. Kolikšno sevalno upornost  $R_s=?$  bi dosegel Teslov transformator višine  $h=30\text{m}$ , ko bi ga Nikola Tesla uspel uglasiti na frekvenco  $f=200\text{kHz}$ ? Transformator je pri tleh ozemljen, na vrhu pa ima veliko kovinsko ploščo. ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A)  $7.1\text{m}\Omega$       (B)  $47\text{m}\Omega$       (C)  $315\text{m}\Omega$       (D)  $2.1\Omega$

5. Enačbo za zveznost toka in elektrine dobimo tako, da Amperov zakon  $\text{rot}\vec{H}=\vec{J}+j\omega\epsilon\vec{E}$  odvajamo  $\text{div}()$  in uporabimo še Gaussov zakon. Enačba za zveznost toka in elektrine se v diferencialni obliki glasi:

- (A)  $\vec{J}+j\omega\text{grad}\rho=0$       (B)  $\text{div}\vec{J}+j\omega\rho=0$       (C)  $\text{rot}\vec{J}+j\omega\text{grad}\rho=0$       (D)  $|\text{rot}\vec{J}|+\rho=0$

6. WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_{\text{TX}}=+10\text{dBm}$  na neusmerjeni anteni  $G_{\text{TX}}=1$  na frekvenci  $f=2.4\text{GHz}$ . Prenosni računalnik na oddaljenosti  $r=10\text{m}$  je prav tako opremljen z neusmerjeno anteno  $G_{\text{RX}}=1$ . ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ) Jakost sprejema  $P_{\text{RX}}=?$  znaša:

- (A)  $-70\text{dBm}$       (B)  $-60\text{dBm}$       (C)  $-50\text{dBm}$       (D)  $-40\text{dBm}$

7. Telekomunikacijski satelit se nahaja v geostacionarni tirnici na oddaljenosti  $r=39000\text{km}$  od manjše države s površino ozemlja  $A=100000\text{km}^2$ . Kolikšna naj bo smernost  $D=?$  antene na krovu satelita, če žarek satelita vpada pod kotom  $\theta=60^\circ$  na površino Zemlje?

- (A)  $47\text{dBi}$       (B)  $50\text{dBi}$       (C)  $53\text{dBi}$       (D)  $56\text{dBi}$

8. CCD kamera v telefonu ima lečo premera  $d=2\text{mm}$  s fiksnim fokusom. Na kakšno razdaljo  $r=?$  naj v tovarni nastavijo fokus, da bo slika še vedno ostra do neskončnosti? Valovna dolžina vidne svetlobe znaša  $\lambda=0.5\mu\text{m}$ . V optiki dopuščamo fazno napako  $\Delta\phi=\pi$ .

- (A)  $2\text{m}$       (B)  $4\text{m}$       (C)  $8\text{m}$       (D)  $16\text{m}$

9. Izračun smernosti antene iz izmerjenega smernega diagrama daje za  $\Delta D=0.6\text{dB}$  previsok rezultat. Sumimo ekscentričnost osi vrtenja. Kje se nahaja fazno središče antene glede na os vrtenja? Kot referenčno smer vzamemo smer glavnega snopa  $\text{max}F=F(\theta_{\text{MAX}}, \phi_{\text{MAX}})$ .

- (A) v smeri  $\text{max}F$       (B) proč od smeri  $\text{max}F$       (C) bočno na smer  $\text{max}F$       (D) poljubno

10. Mala žična zanka (točkasti magnetni dipol, majhen tudi glede na valovno dolžino) ima sevalno upornost  $R_s=1\text{m}\Omega$  pri frekvenci  $f=1\text{MHz}$ . Kolikšna je sevalna upornost  $R_s'=?$  iste žične zanke pri frekvenci  $f'=2\text{MHz}$ ?

- (A)  $1.41\text{m}\Omega$       (B)  $2\text{m}\Omega$       (C)  $4\text{m}\Omega$       (D)  $16\text{m}\Omega$

11. Za frekvenčni pas  $f=144\text{MHz}$  izdelamo J-anteno, ki hkrati vsebuje prilagoditev impedance in galvansko ozemljitev vseh kovinskih delov. Kolikšna je skupna višina takšne antene, če zanemarimo skrajšanja zaradi končne debeline žic? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ )

- (A)  $52\text{cm}$       (B)  $1.04\text{m}$       (C)  $1.56\text{m}$       (D)  $2.08\text{m}$

12. Indukcijska kahalna plošča moti srednjevalovni radijski sprejemnik ( $\lambda=300\text{m}$ ) z motilnim magnetnim poljem  $\vec{H}_i$ . Najučinkovitejši protiukrep proti tovrstnim motnjam je:

- (A) feritna sprejemna antena      (B) električna paličasta antena      (C) obračanje sprejemne antene      (D) nimamo protiukrepov

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 14.11.2017

1. V Friisovi enačbi slabljenja radijske zveze v praznem prostoru  $P_{RX}=P_{TX}G_{TX}G_{RX}(\lambda/4\pi r)^2$  nastopata valovna dolžina  $\lambda$  in oddaljenost  $r$  v merskih enotah metri [m]. V kakšnih merskih enotah nastopata dobitka oddajne antene  $G_{TX}$  in sprejemne antene  $G_{RX}$ ?

- (A) [dBi] (B) [dBm] (C) [dBd] (D) neimenovano

2. Mejo dveh različnih snovi predstavlja ploskev z normalo  $\vec{I}_n$ , ki je usmerjena v snov #2. Kako izračunamo skok tangencialne komponente vektorja električnega pretoka iz snovi #1 v snov #2, če imata snovi različne dielektričnosti in permeabilnosti?

- (A)  $\vec{I}_n \cdot (\vec{E}_2 - \vec{E}_1)$  (B)  $\vec{I}_n \times (\vec{E}_2 - \vec{E}_1)$  (C)  $\vec{I}_n \cdot (\vec{D}_2 - \vec{D}_1)$  (D)  $\vec{I}_n \times (\vec{D}_2 - \vec{D}_1)$

3. Antena je načrtovana za mobilni telefon v frekvenčnem pasu  $f=900\text{MHz}$ . Določite valovno število  $k=?$  pri osrednji frekvenci delovanja antene v praznem prostoru ( $\epsilon=\epsilon_0$ ,  $\mu=\mu_0$ ,  $Z_0=377\Omega$ ,  $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ )!

- (A)  $251\text{rd/m}$  (B)  $0.0175\text{rd}/^\circ$  (C)  $18.85\text{m}/\text{rd}$  (D)  $1080^\circ/\text{m}$

4. V železnini dobimo votlo cev pravokotnega prereza iz aluminija z zunanji izmerami  $30\text{mm} \times 20\text{mm}$  in debelino vseh sten  $2\text{mm}$ . V katerem frekvenčnem pasu  $f_{\text{MAX}}-f_{\text{MIN}}$  se v votli notranjosti cevi lahko širi en sam rod valovanja? ( $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $18.75-9.375\text{GHz}$  (B)  $11.54-5.769\text{GHz}$  (C)  $9.375-5.769\text{GHz}$  (D)  $5.769-0\text{GHz}$

5. Kolikšna je smernost  $D=?$  zrcalne antene premera  $d=3\text{m}$  namenjene sprejemu satelitov v frekvenčnem pasu  $f=12\text{GHz}$ ? Zrcalo je osvetljeno s korugiranim lijakom, ki omogoča izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta=80\%$ . ( $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ )

- (A)  $41\text{dBi}$  (B)  $42\text{dBi}$  (C)  $50.6\text{dBi}$  (D)  $52.6\text{dBi}$

6. Neznana ground-plane antena ima srajčko iz paličastih radialov dolžine  $l=0.3\text{m}$ . Pokončna palička je nekoliko krajša in debelejša. Za katero frekvenco  $f=?$  je najverjetneje načrtovana omenjena antena?

- (A)  $100\text{MHz}$  (B)  $150\text{MHz}$  (C)  $300\text{MHz}$  (D)  $500\text{MHz}$

7. Reverberančno komoro izdelamo v obliki kocke iz aluminijeve pločevine s stranico  $a=1\text{m}$ . Kocka vsebuje dva mešalnika rodov, da dobimo čimbolj naključno polje. Na kateri frekvenci  $f=?$  je opisana reverberančna komora popolnoma NEUPORABNA?

- (A)  $2.7\text{GHz}$  (B)  $90\text{MHz}$  (C)  $12.5\text{GHz}$  (D)  $850\text{MHz}$

8. Osvetlitev pravokotne odprtine s stranicama  $a=5\lambda$  (v smeri  $x'$ ) in  $b=3\lambda$  (v smeri  $y'$ ) zapišemo z izrazom  $E_0(x',y')=C \cdot \cos(\pi x/a) \cos(\pi y/b)$ . Kolikšen je izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta=?$ , če se odprtina nahaja v ravnini  $xy$  v koordinatnem izhodišču?

- (A)  $43\%$  (B)  $66\%$  (C)  $81\%$  (D)  $100\%$

9. Odprtina je zadosti majhna, da jo lahko ponazorimo s Huygens-ovim izvorom, ki ima smerni diagram oblike  $F(\theta,\phi)=1+\cos\theta$ . Pri katerem kotu  $\theta=?$  upade jakost sevanja za  $\Delta G=-3\text{dB}$  glede na maksimum pri  $\theta=0^\circ$ ?

- (A)  $25^\circ$  (B)  $66^\circ$  (C)  $90^\circ$  (D)  $114^\circ$

10. Simetrični dipol potopimo v izolacijsko tekočino z relativno dielektričnostjo  $\epsilon_r=5$ . Kolikšna je sevalna upornost dipola  $R_s=?$ , ko njegova dolžina ustreza polovici valovne dolžine v izolacijski tekočini?

- (A)  $32.7\Omega$  (B)  $2.93\Omega$  (C)  $14.6\Omega$  (D)  $73.1\Omega$

11. Dobitek  $G=?$  neznane antene skušamo meriti preko zrcaljenja iste antene v veliki kovinski plošči. Dobitka katere od navedenih anten na opisani način NE moremo izmeriti?

- (A) vijačna antena z osnim sevanjem (B) piramidni lijak z osnovnim rodom  $TE_{01}$  (C) odprti konec pravokotnega valovoda (D) polvalovni dipol

12. Parabolično zrcalo simetričnega izreza dosega globino pri temenu  $h=2\text{m}$ . Premer zrcala znaša  $d=6\text{m}$ . Kolikšno je razmerje  $f/d=?$  (goriščnica/premer) opisanega zbiralnega zrcala?

- (A)  $0.188$  (B)  $0.375$  (C)  $0.75$  (D)  $1.50$

### 3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 5.12.2017

1. Neznana bočna skupina skupina ima izmerjeni amplitudni smerni diagram  $F(\theta, \phi) = \cos^2((\pi/2) \cdot \cos\theta) / \sin\theta$ . Za kakšno vrsto skupine gre in kako je orientirana?

- (A)  $2x \lambda/2$  dipol v osi z na  $\lambda/2$       (B)  $2x \lambda/2$  dipol v osi y na  $\lambda$       (C)  $2x \lambda/2$  dipol v osi x na  $\lambda/2$       (D) 2x Huygensov vir v osi z na  $\lambda$

2. Enake antene skupine so postavljene na osi z na medsebojnih razdaljah  $h=3\lambda$ . Posamezne antene napajamo s tokovi  $I_N = I_0 \cdot e^{jN\phi}$ , kjer zaporedno število antene N raste navzgor. Maksimum sevanja želimo v smeri  $\alpha=15^\circ$  ( $\theta=\alpha+\pi/2, -\cos\theta=\sin\alpha$ ) pod ravnino XY.  $\phi=?$

- (A)  $140^\circ$       (B)  $70^\circ$       (C)  $280^\circ$       (D)  $35^\circ$

3. Neidealna krožno-polarizirana antena dosega razmerje krožnih komponent  $Q=j0.2$ . Kolikšna je velikost osnega razmerja R=? v linearnih merskih enotah (neimenovano razmerje)?

- (A)  $-j1.5$       (B) 1.5      (C)  $j0.667$       (D) 0.667

4. Lijak osvetljuje rotacijsko-simetrično parabolično zrcalo premera  $d=1m$  in globine v temenu  $h=12.5cm$ . Najboljši smerni diagram dobimo z odprtino lijaka na razdalji  $l=45cm$  od temena zrcala. Koliko  $e=?$  je izmaknjeno fazno središče lijaka glede na odprtino?

- (A) 2cm      (B) 5cm      (C) 10cm      (D) 25cm

5. Kraka Arhimedove spirale v ravnini xy zapišemo z enačbama  $\rho_1=C\phi$  in  $\rho_2=C(\pi+\phi)$ . Dvokrako spiralo napaja vir v koordinatnem izhodišču. Dvokraka spirala seva:

- (A) RHCP v +z in LHCP v -z      (B) RHCP v +z in RHCP v -z      (C) LHCP v +z in LHCP v -z      (D) LHCP v +z in RHCP v -z

6. Stožčasti lijak vzbuja z valovodom krožnega prereza z osnovnim rodом TE<sub>11</sub>. Kolikšna mora biti dolžina lijaka  $h=?$ , da napaka faze ne preseže vrednosti  $\Delta\phi=\pi/2$  na robu lijaka glede na središče krožne odprtine premera  $a=30cm$ ? ( $f=4GHz$ ,  $c_0=3 \cdot 10^8 m/s$ )

- (A) 30cm      (B) 60cm      (C) 1.2m      (D) 2.4m

7. UKV radijski sprejemnik je opremljen z neusmerjeno anteno v frekvenčnem pasu 100MHz. Šumna temperatura neba v navedenem frekvenčnem pasu znaša  $T_N=710K$ , šumna temperatura tal pa  $T_z=290K$ . Kolikšna je šumna temperatura (brezizgubne) antene  $T_A=?$

- (A) 125K      (B) 250K      (C) 500K      (D) 1000K

8. Polarizacijo valovanja opišemo z enotnim vektorjem  $\bar{I}_L \cdot a + \bar{I}_D \cdot b$ , kjer sta  $\bar{I}_L$  in  $\bar{I}_D$  smerna vektorja leve in desne krožne polarizacije ter a in b kompleksni konstanti. kateri od navedenih vektorjev je na ta vektor pravokoten?

- (A)  $\bar{I}_L \cdot b - \bar{I}_D \cdot a$       (B)  $\bar{I}_L \cdot a - \bar{I}_D \cdot b$       (C)  $\bar{I}_L \cdot b^* - \bar{I}_D \cdot a^*$       (D)  $\bar{I}_L \cdot a^* - \bar{I}_D \cdot b^*$

9. Bočno skupino sestavljajo štirje polvalovni dipoli  $I_1=I_2=I_3=I_4$  v smeri osi x na enakih medsebojnih razdaljah  $h=\lambda/2$  eden nad drugim na osi z. Za koliko  $a=?$  [dB] upade jakost sevanja skupine v smeri  $\alpha=15^\circ$  pod ravnino XY v smeri  $\phi=\pi/2$ ? ( $\theta=\alpha+\pi/2$ ,  $\cos\theta=\sin\alpha$ )

- (A) -2.0dB      (B) -4.0dB      (C) -8.0dB      (D) -16dB

10. Dva polvalovna dipola v smeri osi x postavimo vzporedno enega nad drugega na os z. Pri kateri razdalji  $h=?$  med dipoloma doseže velikost medsebojne impedance  $|Z_{12}|$  najmanjšo vrednost?

- (A)  $0 < h < \lambda/2$       (B)  $\lambda/2 < h < \lambda$       (C)  $\lambda < h < 2\lambda$       (D)  $h \rightarrow \infty$

11. Antena satelitskega sprejemnika ima pri frekvenci  $f=12GHz$  šumno temperaturo  $T_A=30K$ . Šumna temperatura sprejemnika znaša  $T_s=66K$ . Kolikšna je minimalna moč signala  $P_{MIN}=?$  za razmerje  $S/N=10dB$  v pasovni širini  $B=30MHz$ ? ( $k_B=1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ )

- (A) -94dBm      (B) -104dBm      (C) -84dBm      (D) -114dBm

12. Reverberančna komora vsebuje dva mešalnika rodov z dvema ločenima elektromotorjema. Kakšni hitrosti elektromotorjev izberemo za čimbolj naključno polje v komori?

- (A) enaki kotni hitrosti      (B) v razmerju hitrosti 1:2      (C) v razmerju hitrosti 2:5      (D) v razmerju hitrosti  $1:\sqrt{2}$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

#### 4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 19.12.2017

1. Radijsko sevanje Sonca doseže  $S/\Delta f = 150 \text{ SFU} = 150 \cdot 10^{-22} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$  glede na aktivnost Sonca na izbrani dan na frekvenci  $f = 2.88 \text{ GHz}$  na obeh polarizacijah. Kolikšno temperaturo  $T_A = ?$  tedaj doseže brezizgubna antena z  $A_{\text{eff}} = 10 \text{ m}^2$ , obrnjena v Sonce? ( $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ )

- (A) 109000K (B) 109K (C) 1090K (D) 10900K

2. Zaporedno napajana skupina anten v osi z je načrtovana kot bočna skupina z maksimumom sevanja v ravnini xy pri frekvenci  $f = 600 \text{ MHz}$ . Kam se odkloni glavni snop sevanja skupine pri frekvenci  $f' = 630 \text{ MHz}$ ? Oddajnik napaja skupino na spodnjem koncu.

- (A) nedoločeno (B) navzgor  $\theta_{\text{MAX}} < \pi/2$  (C) navzdol  $\theta_{\text{MAX}} > \pi/2$  (D) ni odklona

3. Radijska zveza premošča razdaljo  $d = 2 \text{ m}$  na frekvenci  $f = 10 \text{ GHz}$ . Točno sredi zveze postavimo krožno oviro na zveznico oddajnik-sprejemnik. Kolikšen mora biti polmer krožne ovire  $a = ?$ , da ovira vnaša v zvezo zakasnitev faze za  $\Delta\phi = -\pi/3$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A) 7cm (B) 10cm (C) 5cm (D) 14cm

4. Zbiralno lečo izdelamo s senčenjem sodih Fresnelovih con. Kolikšen mora biti premer Fresnelove leče  $2r = ?$ , da izdelana antena doseže smernost  $D = 30 \text{ dBi}$  pri frekvenci  $f = 10 \text{ GHz}$  in izkoristku osvetlitve žarilca  $\eta = 60\%$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A) 12.5cm (B) 39cm (C) 123cm (D) 386cm

5. Določite navidezno moč šuma  $P_N = ?$  na vhodu WiFi dostopne točke, ki je opremljena z neusmerjeno brezizgubno anteno v zaprtem okolju  $T_0 = 290 \text{ K}$ . Šumna temperatura sprejemnika znaša  $T_S = 410 \text{ K}$ , pasovna širina WiFi kanala  $B = 20 \text{ MHz}$ . ( $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ )

- (A) -117dBm (B) -87dBm (C) -97dBm (D) -127dBm

6. Mikrovalovna usmerjena zveza premošča razdaljo  $d = 10 \text{ km}$  v praznem prostoru ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ). Največja površina prve Fresnel-ove cone doseže  $A_{\text{MAX}} = 100 \text{ m}^2$ . Na kateri frekvenci  $f = ?$  deluje opisana mikrovalovna zveza?

- (A) 5.5GHz (B) 23.6GHz (C) 11.8GHz (D) 2.36GHz

7. Luno privzamemo kot kroglo s polmerom  $a = 1737 \text{ km}$ . Površina Lune v področju radijskih val dosega odbojnost  $|\Gamma| = 0.26$ . Kolikšna je odmevna površina Lune  $\sigma = ?$  v področju radijskih valov?

- (A)  $4.3 \cdot 10^4 \text{ km}^2$  (B)  $9.5 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  (C)  $2.5 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  (D)  $6.4 \cdot 10^5 \text{ km}^2$

8. Kolikšen je domet  $r = ?$  med ročnima radijskima postajama na višini  $h_{\text{TX}} = h_{\text{RX}} = 1.5 \text{ m}$  nad ravnimi tlemi. Radijski postaji vsebujeta oddajnika moči  $P_{\text{TX}} = 1 \text{ W}$ , sprejemnika z občutljivostjo  $P_{\text{RX}} = -110 \text{ dBm}$  in anteni z dobitkoma  $G_{\text{TX}} = G_{\text{RX}} = 1$  pri  $f = 77 \text{ MHz}$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A) 4743m (B) 15.92km (C) 474.3km (D) 1592km

9. Klinasta ovira vnaša dodatno slabljenje  $a = -20 \text{ dB}$  v radijsko zvezo. Zveza premošča razdaljo  $d = 30 \text{ km}$  na frekvenci  $f = 100 \text{ MHz}$ . Kolikšna je višina ovire  $h = ?$  nad zveznico, če se ovira nahaja točno na sredini med oddajnikom in sprejemnikom? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A) 238m (B) 141m (C) 378m (D) 283m

10. Dobitek piramidnega lijaka znižuje kvadratna napaka faze na odprtini. kateri od navedenih ukrepov je popolnoma NEUČINKOVIT za odpravljanje opisane napake lijaka?

- (A) zbiralno zrcalo (B) uporaba krožne polarizacije (C) podaljšanje lijaka (D) zbiralna leča

11. Vojaški radar lahko zazna vsiljivca na razdalji  $r = 200 \text{ km}$ , ko oddajnik deluje s polno močjo  $P_{\text{TX}} = 1 \text{ MW}$ . Kolikšen znaša domet radarja  $r' = ?$ , ko moč oddajnika znižamo na  $P_{\text{TX}}' = 10 \text{ kW}$ , da s svojim signalom radar ne izdaja svojega položaja sovražniku?

- (A) 20km (B) 31km (C) 63km (D) 112km

12. Pojav Aragove točke povzroči velik vzvraten snop zrcalne antene. kateri od navedenih ukrepov je popolnoma NEUČINKOVIT za dušenje tega vzvratnega snopa?

- (A) nesimetrični izrez zrcala (B) nazobčan rob zrcala (C) absorber okoli zrcala (D) širši snop sevanja žarilca

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 16.1.2018

1. Anteno za  $f=2\text{MHz}$  usmerimo navpično v nebo. Kolikšna je koncentracija elektronov  $N_e=?$  v ionosferi na mestu, kjer se valovanje odbije pod pravimo kotom nazaj proti oddajniku? ( $Q_e=-1.6\cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ ,  $\epsilon_0=1/(4\pi\cdot 9\cdot 10^9)\text{As/Vm}$ )

- (A)  $2.95\cdot 10^9/\text{m}^3$                       (B)  $4.95\cdot 10^{10}/\text{m}^3$                       (C)  $3.07\cdot 10^{11}/\text{m}^3$                       (D)  $6.87\cdot 10^{12}/\text{m}^3$

2. Lomni količnik troposfere opišemo z izrazom  $n(h)=1+\Delta n\cdot \exp(-h/H)$ , kjer znaša konstanta  $\Delta n=0.0003$ . Kolikšna je konstanta  $H=?$ , če se krivinski polmer  $R$  radijskih žarkov podvoji pri dvigu za  $\Delta h=5.6\text{km}$ ? Pozimi smemo zanemariti vpliv vodne pare.

- (A) 8.1km                      (B) 5.6km                      (C) 3.6km                      (D) 11.7km

3. Domet med ročnima radijskima postajama  $h_1=h_2=1.5\text{m}$  z neusmerjenima antenama  $G_1=G_2=1$  znaša komaj  $d=3\text{km}$  na frekvenci  $f=450\text{MHz}$ . Na kolikšno višino  $h_1'=?$  moramo dvigniti prvo radijsko postajo nad ravna tla, da dosežemo domet  $d'=10\text{km}$ ?

- (A) 185m                      (B) 33.3m                      (C) 5.0m                      (D) 16.7m

4. Neusmerjeno brezizgubno anteno postavimo tik nad gladino jezera. Kolikšno šumno temperaturo  $T_A=?$  doseže antena v opisanih razmerah? Šum neba dosega v povprečju  $T_N=40\text{K}$ , voda v jezeru ima temperaturo  $T_V=280\text{K}$  in zelo visoko relativno dielektričnost  $\epsilon_r\gg 1$ .

- (A) 40K                      (B) 160K                      (C) 280K                      (D) 320K

5. Kako visoko  $h=?$  moramo postaviti radar na vojaški ladji, da njegov domet doseže  $d=25\text{km}$  za tarče na gladini? Povprečni polmer Zemlje je  $R_Z=6378\text{km}$ . Privzamemo, da zaradi loma v troposferi radijski valovi potujejo po loku s krivinskim polmerom  $R=25000\text{km}$ .

- (A) 36.5m                      (B) 49.0m                      (C) 64.2m                      (D) 27.2m

6. Satelitski telefon je opremljen z neusmerjeno anteno. Antena na satelitu ima predpisan smerni diagram  $F(\theta, \phi)$ . Prvi Fresnelov elipsoid ni oviran. Katera od navedenih frekvenc je najbolj primerna?

- (A) 30GHz                      (B) 300GHz                      (C) 0.3GHz                      (D) 3GHz

7. Rezultate meritev presiha uredimo v histogram. Kakšne posledice ima izbira prevelikega števila stolpcev histograma glede na število meritev?

- (A) znižana ločljivost                      (B) ni stolpcev višine nič                      (C) ne prikažemo vseh meritev                      (D) velik šum histograma

8. Pogosti udari strele (kratkotrajen a širokopasoven signal) pokvarijo podatke v radijski zvezi. Katera vrsta raznolikosti v je tem primeru najučinkovitejša, torej največ pripomore k znižanju pogostnosti napak v podatkih?

- (A) frekvenčna                      (B) smerna                      (C) prostorska                      (D) časovna

9. Prereza  $E$  in  $H$  smernega diagrama antene izrišemo na dva različna načina, v močnostni (kvadratični) in v logaritemski (decibelski) skali. Stranski snopi korugiranega lijaka krožnega prereza so boljše vidni v naslednjem prikazu, pokončni skali na grafu:

- (A) močnostni                      (B) obeh enako                      (C) niso vidni                      (D) logaritemski

10. Bazne postaje mobilnega omrežja naj bi imele uporaben domet  $d_U=2\text{km}$  in zagotovljeno oddaljenost motilca (ponavljanje kanala)  $d_M=12\text{km}$ . Kakšno najnižje razmerje signal/šum  $S/N=?$  pričakujemo pri pogostnosti izpada zveze  $P=2.5\%$ ?

- (A) 7dB                      (B) 11dB                      (C) 15dB                      (D) 22dB

11. Prostorsko raznolikost izvedemo s tremi enakimi antenami na zadostnih medsebojnih razdaljah, da je sprejem nekoreliran. Pri izbiri boljše antene doseže skupna verjetnost izpada zveze  $P=0.8\%$ . Kolikšna je verjetnost izpada  $P'=?$  pri sprejemu z dvema antenama?

- (A) 2%                      (B) 4%                      (C) 0.8%                      (D) 20%

12. Trirobnik na jamborju jadrnice ima povprečni presek  $A=0.02\text{m}^2$  za različne smeri vpada valovanja. Kolikšna je njegova povprečna odmevna površina  $\sigma=?$  za pomorski radar, ki dela na frekvenci  $f=9.375\text{GHz}$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ,  $\Gamma_{\text{odbojnika}}=-1$ )

- (A)  $19.6\text{m}^2$                       (B)  $4.9\text{m}^2$                       (C)  $1.22\text{m}^2$                       (D)  $0.04\text{m}^2$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

# 1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 16.10.2018

1. Gostota svetlobne moči Sonca znaša  $\bar{S} = I_r \cdot 1.4 \text{ kW/m}^2$  na oddaljenosti tirnice Zemlje v povprečju  $r = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$ . S kolikšno močjo  $P = ?$  seva Sonce, če smemo absorpcijo valovanja v skoraj praznem vesolju zanemariti?

- (A)  $2 \cdot 10^{16} \text{ W}$  (B)  $4 \cdot 10^{26} \text{ W}$  (C)  $2 \cdot 10^{36} \text{ W}$  (D)  $4 \cdot 10^{41} \text{ W}$

2. Za oglaševanje Red Bull-a se pustolovci odpravijo na pot okoli sveta z balonom. Pustolovci skušajo ujeti takšne vetrove, da bo balon potoval na povprečni zemljepisni širini  $60^\circ \text{N}$  (severna polobla). Kolikšno pot bo napravil balon? ( $R_z = 6378 \text{ km}$ )

- (A) 40074 km (B) 30699 km (C) 20037 km (D) 15349 km

3. Če je  $\bar{A}(x, y, z)$  funkcija porazdelitve vektorskega potenciala [ $\text{Vs/m}$ ] v prostoru s kartezičnimi koordinatami  $x$ ,  $y$  in  $z$  [m], je rezultat računske operacije odvajanja  $\Delta \bar{A} = ?$  (Laplace) fizikalna veličina z merskimi enotami:

- (A) vektor [T] (B) skalar [ $\text{Vs/m}^2$ ] (C) vektor [ $\text{Vs/m}^3$ ] (D) skalar [T/m]

4. Pri prenosu električne energije iz geostacionarne tirnice v vesolju do sprejemne postaje na Zemlji s pomočjo radijskih valov je smiselno uporabiti naslednje:

- (A) koherenten TX nekoherenten RX (B) nekoherenten TX koherenten RX (C) nekoherentna oba TX in RX (D) koherentna oba TX in RX

5. Satelitska antena premera  $d = 6 \text{ m}$  deluje na frekvenci  $f = 18 \text{ GHz}$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od antene dosega sevano polje lastnosti daljnega polja, kjer smemo meriti smerni diagram antene  $F(\theta, \phi)$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A) 43.2 m (B) 432 m (C) 4.32 km (D) 4.32 m

6. CCD kamera v telefonu ima lečo premera  $d = 1.4 \text{ mm}$  s fiksnim fokusom. Na kakšno razdaljo  $r = ?$  naj v tovarni nastavijo fokus, da bo slika še vedno ostra do neskončnosti? Valovna dolžina vidne svetlobe znaša  $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ . V optiki dopuščamo fazno napako  $\Delta\phi = \pi$ .

- (A) 8 m (B) 4 m (C) 2 m (D) 1 m

7. Feritna antena ima navitje z  $N = 100$  ovoji, kar omogoča sevalno upornost  $R_s = 10 \mu\Omega$  pri delovanju v področju srednjih valov na frekvenci  $f = 800 \text{ kHz}$ . Pri katerem številu ovojev navitja  $N' = ?$  bi se sevalna upornost podvojila, če ostane vse ostalo nespremenjeno?

- (A) 200 (B) 141 (C) 126 (D) 119

8. Pokončen simetrični električni dipol napaja točkast generator v sredini. V svoji neposredni okolici ima električni dipol naslednje komponente elektromagnetnega polja, zapisane v krogelnih koordinatah  $(r, \theta, \phi)$ :

- (A)  $E_r$ ,  $E_\theta$  in  $H_\phi$  (B)  $E_r$ ,  $H_\theta$  in  $E_\phi$  (C)  $H_r$ ,  $E_\theta$ , in  $H_\phi$  (D) samo  $E_r$  in  $H_\theta$

9. Enovalovni dipol  $l = \lambda$  je izdelan iz tanke bakrene žice premera  $2r = 0.001\lambda$  in se nahaja v popolnoma praznem prostoru ( $\epsilon_0$ ,  $\mu_0$ ,  $Z_0 = 377 \Omega$ ). Če takšen enovalovni dipol napajamo točno v sredini, znaša njegovasevalna upornost  $R_s = ?$

- (A)  $R_s < 20 \Omega$  (B)  $20 \Omega < R_s < 80 \Omega$  (C)  $80 \Omega < R_s < 400 \Omega$  (D)  $R_s > 400 \Omega$

10. WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_{\text{TX}} = 10 \text{ mW}$  na neusmerjeni anteni ( $G_{\text{TX}} = 1$ ) na frekvenci  $f = 2.5 \text{ GHz}$ . Prenosni računalnik na oddaljenosti  $r = 3 \text{ m}$  v praznem prostoru je prav tako opremljen z neusmerjeno sprejemno anteno ( $G_{\text{RX}} = 1$ ). Jakost sprejema  $P_{\text{RX}} = ?$  znaša:

- (A) -70 dBm (B) -60 dBm (C) -50 dBm (D) -40 dBm

11. V sekundarnem navitju Teslovega transformatorja teče sinusni izmenični tok vršne vrednosti  $I = 100 \text{ mA}$  frekvence  $f = 30 \text{ kHz}$ . Kolikšna največja elektrina  $Q_{\text{MAX}} = ?$  se nabere na kapacitivnem klobuku Teslovega transformatorja? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

- (A)  $5.3 \cdot 10^{-7} \text{ As}$  (B)  $3.3 \cdot 10^{-6} \text{ As}$  (C) 18850 As (D) 0.016 As

12. Televizijski sprejemnik na frekvenci  $f = 600 \text{ MHz}$  moti elektromotor mlinčka za kavo s krtačkami na oddaljenosti  $r = 8 \text{ m}$ . Najučinkovitejši protiukrep proti tovrstnim motnjam je:

- (A) feritna sprejemna antena (B) obračanje sprejemne antene (C) električna paličasta antena (D) nimamo protiukrepov

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 6.11.2018

1. V Friisovi enačbi slabljenja radijske zveze v praznem prostoru  $P_{RX}=P_{TX}G_{TX}G_{RX}(\lambda/4\pi r)^2$  nastopata valovna dolžina  $\lambda$  in oddaljenost  $r$  v merskih enotah metri [m] ter neimenovana dobitka anten  $G_{TX}$  in  $G_{RX}$ . V kakšnih merskih enotah [?] lahko nastopata moči  $P_{TX}$  in  $P_{RX}$ ?

- (A) neimenovano (B) [dBm] (C) [ $\mu$ W] (D) [dB $\mu$ V]

2. Piramidni lijak je opremljen z valovodnim priključkom, ki ima notranje izmere 10.16mmX22.86mm. V notranjosti valovoda je prazen prostor  $c_0=3\cdot 10^8$ m/s. Za katero frekvenčno področje je namenjena opisana antena?

- (A) 18-26GHz (B) 10.7-11.7GHz (C) 5.9-6.4GHz (D) 3.7-4.2GHz

3. Tankožični dipol ( $r_{zice}\ll\lambda$ ) napajamo simetrično v sredini. V kakšnih mejah se lahko giblje dolžina dipola  $l=?$ , če ima impedanca v napajalni točki sredi dipola poleg delovne sevalne upornosti tudi jalovo induktivno komponento?

- (A)  $\lambda/2<l<\lambda$  (B)  $\lambda<l<2\lambda$  (C)  $\lambda/4<l<\lambda/2$  (D)  $\lambda/8<l<\lambda/4$

4. Izračunajte smernost  $D=?$  objekta kamere v telefonu premera  $d=3$ mm, ki deluje v področju vidne svetlobe  $\lambda=500$ nm? Površina leče je enakomerno osvetljena. Učinek odbojev zaduši antirefleksni sloj.

- (A) 10.7dBi (B) 21.4dBi (C) 42.8dBi (D) 85.5dBi

5. V reverberančni komori z več mešalniki rodov, ki se vrtijo z različnimi hitrostmi, želimo ustvariti elektromagnetno polje, ki ima naslednje naključne lastnosti (obkrožite NAPAČNO oziroma tisto, kjer so mešalniki rodov najmanj učinkoviti!):

- (A) amplitudo (B) frekvenco (C) polarizacijo (D) fazo

6. Neznana ground-plane antena ima srajčko iz paličastih radialov dolžine  $l=3.3$ m. Pokončna palčka je nekoliko krajša in debelejša. Za katero frekvenco  $f=?$  je najverjetneje načrtovana omenjena antena?

- (A) 27MHz (B) 54MHz (C) 90MHz (D) 180MHz

7. Majhna krožna zanka s polmerom  $a\ll\lambda$  leži v ravnini YZ v središču koordinatnega sistema. Vir vsiljuje konstanten izmenični tok  $I_g=100$ mA kjerkoli v zanki. Kakšen je smerni diagram  $F(\theta,\phi)=?$  sevanja zanke na velikih razdaljah  $r\gg\lambda$  v praznem prostoru?

- (A)  $\sqrt{1-\sin^2\theta\sin^2\phi}$  (B)  $\sin\theta\cos\phi$  (C)  $\sqrt{1-\sin^2\theta\cos^2\phi}$  (D)  $\sin\theta\sin\phi$

8. Parabolično zrcalo simetričnega izreza dosega globino pri temenu  $h=9$ cm. Premer zrcala znaša  $d=1$ m. Kolikšno je razmerje  $f/d=?$  (goriščnica/premer) opisanega paraboličnega zbiralnega zrcala?

- (A) 0.4 (B) 0.5 (C) 0.6 (D) 0.7

9. Skok tangencialne komponente električnega polja  $\bar{I}_N\times(\bar{E}_1-\bar{E}_2)$  opišemo z magnetnim ploskovnim tokom  $\bar{K}_m$ . Magnetni naboji  $Q_m$  in magnetni tokovi  $I_m$  sicer v resnici ne obstajajo, so le računski pripomočki, ki imajo merske enote:

- (A) Vs in V (B) As in A (C) V/m in A/m (D) Vs/m in V/m

10. Osnovni rod v pravokotnem kovinskem valovodu razširimo s piramidnim lijakom v odprto kvadratnega prereza (dve enaki stranici  $a=b$  v smereh  $\bar{E}$  in  $\bar{H}$ ) z zanemarljivo napako faze. V katerem prerezu smernega diagrama  $F(\theta,\phi)$  so stranski snopi največji?

- (A) v ravnini  $\bar{H}$  (B) v ravnini  $\bar{E}$  (C) enaki v  $\bar{E}$  in  $\bar{H}$  (D) v diagonali

11. Simetrični polvalovni dipol potopimo v tekočino z relativno dielektričnostjo  $\epsilon_r=2$  in zanemarljivo majhnimi izgubami. Kolikšna je sevalna upornost dipola na rezonančni frekvenci  $\lambda/2$  v tekočini, ki je nižja od rezonančne frekvence  $\lambda_0/2$  v praznem prostoru?

- (A) 18.8 $\Omega$  (B) 36.6 $\Omega$  (C) 51.7 $\Omega$  (D) 73.1 $\Omega$

12. Zaradi netočne izdelave površina zbiralnega zrcala odstopa za  $\Delta z=+/-3$ mm od brezhibnega rotacijskega paraboloida. Do katere frekvence  $f_{MAX}=?$  lahko uporabljamo opisano zrcalo, če naj napaka faze ne preseže  $\Delta\phi=+/-45^\circ$ ?

- (A) 50GHz (B) 25GHz (C) 12.5GHz (D) 6.25GHz

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

### 3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 27.11.2018

1. Neznano anteno opazujemo v reverberančni komori, kjer z mešalniki rodov, obračanjem referenčne antene in ozkopasovnim spreminjanjem  $\Delta f/f \ll 1$  frekvence vzbujanja skušamo doseči čimbolj naključno polje. katero lastnost antene lahko določimo v tem primeru?

- (A) smernost D                      (B) izkoristek  $\eta$                       (C) polarizacijo Q                      (D) dobitok G

2. Kakšno največjo smernost  $D=?$  lahko doseže osna skupina dveh neusmerjenih izvorov, če smemo poljubno izbirati razdaljo med izvoroma d ter amplitudi in medsebojno fazo tokov, ki napajata oba neusmerjena vira?

- (A) 3dBi                      (B) 4dBi                      (C) 5dBi                      (D) 6dBi

3. Sevanje bočne skupine želimo električno odkloniti navzdol za kot  $\alpha=5^\circ$  pod obzorje. Kolikšen naj bo fazni zasuk  $\Phi=?$  med sosednjima antenama na pokončni razdalji  $d=\lambda$  (gornja antena prehiteva), da dosežemo zahtevani odklon glavnega snopa?

- (A) 0.55rd                      (B) 1.10rd                      (C) 2.19rd                      (D) 4.38rd

4. Bočna skupina vsebuje dva polvalovna dipola, vzporedna koordinatni osi X. Dipola sta nameščena eden nad drugim na (nastavljivi) medsebojni razdalji h na osi Z.  $F(\theta, \phi)$  ima:

- (A) sodo število snopov sevanja                      (B) vse maksimume enako visoke                      (C) liho število snopov sevanja                      (D) rotacijsko simetrijo os Z

5. Pri reševanju integralske enačbe za električno polje  $\vec{E}$  po postopku momentov (MOM) razdelimo žično anteno na N odsekov različnih dolžin z neznanimi tokovi  $I_N$ . Pri zelo velikem številu odsekov  $N \gg 1$  narašča količina računanja sorazmerno:

- (A)  $\alpha \cdot N \cdot \log_2 N$                       (B)  $\alpha \cdot N^2$                       (C)  $\alpha \cdot N^3$                       (D)  $\alpha \cdot N^4$

6. Štirižično vijačno anteno z vzvratnim sevanjem uporabimo za sprejem satelitov. Opisana antena doseže lepo oblikovan smerni diagram, ki pokriva celotno vidno gornjo poloblo, če vse štiri krake napajamo s štirifaznim vezjem:

- (A) na gornjem koncu                      (B) sredi krakov                      (C) na spodnjem koncu                      (D) vseeno kje

7. Pri izračunu smernega diagrama antene  $F(\theta, \phi)=?$  s številskim reševanjem integralske enačbe moramo programu navesti naslednje podatke o antenski nalogi (obkrožite NAPACNO):

- (A) geometrijo antene                      (B) moč oddajnika                      (C) frekvenco delovanja                      (D) mesto vzbujanja

8. Satelit GPS je opremljen z neidealno RHCP anteno z osnim razmerjem  $R_{TX}=1\text{dB}$ . Prenosni GPS sprejemnik je opremljen s še slabšo RHCP anteno z osnim razmerjem  $R_{RX}=3\text{dB}$ . Koliko lahko niha jakost sprejema  $P_{MAX}/P_{MIN}=?$  [dB] zaradi neskladnosti polarizacije?

- (A) 0.17dB                      (B) 0.085dB                      (C) 0.68dB                      (D) 0.34dB

9. Kratkovalovni radijski sprejemnik  $B=6\text{kHz}$  in  $T_S=T_0=290\text{K}$  je priključen na polvalovni dipol nad tlemi s sevalnim izkoristkom  $\eta \approx 1$ . Kolikšna je navidezna moč šuma na vходу  $P_N=?$ , če znaša šumna temperatura neba  $T_N=75000\text{K}$  na frekvenci  $f=19\text{MHz}$ ? ( $k_B=1.38 \cdot 10^{-23}\text{J/K}$ )

- (A)  $5.23 \cdot 10^{-19}\text{W}$                       (B)  $6.23 \cdot 10^{-15}\text{W}$                       (C)  $1.04 \cdot 10^{-18}\text{W}$                       (D)  $3.14 \cdot 10^{-15}\text{W}$

10. Desno krožno polarizacijo skušamo doseči z dvema dipoloma, postavljenima v izhodišču KS v smereh osi X in Y pod pravim kotom. Lastna impedanca vsakega dipola je čisto delovna  $Z_{11}=Z_{22}=(70+j0)\Omega$ . Medsebojna impedanca  $Z_{12}=Z_{21}=?$  med dipoloma znaša:

- (A)  $(0+j70)\Omega$                       (B)  $(0-j70)\Omega$                       (B)  $(70+j0)\Omega$                       (B)  $0\Omega$

11. Izgube končne upornosti vodnikov upoštevamo pri številskem reševanju integralske enačbe za električno polje tako, da vsak odsek žice s tokom  $I_N$  dolžine  $l_N$  in upornosti  $R_N$  vsiljuje na površini vodnika vzdolžno komponento električnega polja  $E_N$ :

- (A)  $E_N=I_N^2 \cdot R_N \cdot l_N$                       (B)  $E_N=I_N \cdot R_N / l_N$                       (C)  $E_N=l_N \cdot R_N / I_N^2$                       (D)  $E_N=I_N \cdot l_N / R_N$

12. Sonce vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{\text{sonca}}=0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T=10^4\text{K}$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T=?$  usmerjene antene z dobitkom  $G=30\text{dBi}$ , ko jo iz hladnega neba zasukamo v Sonce?

- (A) 47.8K                      (B) 477.5K                      (C) 4775K                      (D) 47746K

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

#### 4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 18.12.2018

1. Bočno skupino štirih enakih anten Yagi-Uda napajamo s tokovi enake amplitude. Meritev pokaže dober Z ampak enako jakost sprejema kot z eno samo anteno. Kaj je vzrok?

- (A) faza ene antene obrnjena (B) faza dveh anten obrnjena (C) dve anteni kratko sklenjeni (D) dve anteni odprte sponke

2. Med oddajnik in sprejemnik vstavimo zbiralno lečo, ki natančno pokrije prvo Fresnelovo cono. Za koliko  $a$ ? [dB] se poveča jakost sprejema glede na isto radijsko zvezo v popolnoma praznem prostoru? Leča se na robu stanjša na nič. ( $\rho_1 \ll d_{TX}, d_{RX}$ )

- (A) 0dB (B) 6dB (C) 9.9dB (D) 10.4dB

3. Radijsko zvezo moti prečni gorski greben, ki se dviga nad zveznico oddajnik-sprejemnik za  $h=1.4\rho_1$ , kjer je  $\rho_1$  polmer prve Fresnel-ove cone na mestu ovire. Kolikšno je dodatno slabljenje  $a$ ? [dB], ki ga takšna ovira vnaša v radijsko zvezo?

- (A) 6dB (B) 16dB (C) 19dB (D) 22dB

4. Kolikšna je površina tal  $A_1$ ?, od katere se odbija oddaja satelita z valovno dolžino  $\lambda=20\text{cm}$ . Oddajnik na satelitu je na oddaljenosti  $d_{TX}=25000\text{km}$ , sprejemnik pa na oddaljenosti  $d_{RX}=20\text{m}$  od središča odboja. Vpadni oziroma odbojni kot znašata  $\theta_v=\theta_o=60^\circ$ .

- (A)  $12.6\text{m}^2$  (B)  $25.1\text{m}^2$  (C)  $6.3\text{m}^2$  (D)  $50.3\text{m}^2$

5. Kakovostna desno-krožno polarizirana antena ima osno razmerje  $a=0.5\text{dB}$ . Kolikšno je razmerje signal/motnja pri sprejemu satelita, ki oddaja na med sabo pravokotnih polarizacijah RHCP in LHCP enako močno, a med sabo neodvisne informacije?

- (A) 3.9dB (B) 7.7dB (C) 15.4dB (D) 30.8dB

6. Program za izračun radijske zveze razpolaga s številskim zemljevidom z ločljivostjo po zemljepisni dolžini in širini  $1'' \times 1''$  (ena kvadratna ločna sekunda). Kolikšna je ločljivost zemljevida v metrih na zemljepisni širini  $\phi=46^\circ\text{N}$ ? ( $R_z=6378\text{km}$ )

- (A)  $30.9\text{m} \times 30.9\text{m}$  (B)  $30.9\text{m} \times 21.5\text{m}$  (C)  $21.5\text{m} \times 21.5\text{m}$  (D) nedoločljivo

7. Diagram sevanja brezizgubne ( $\eta \approx 1$ ) antene ima obliko stožca z zornim kotom  $\alpha_A=3^\circ$  in ravnim temenom. Za koliko stopinj  $\Delta T$ ? se poveča šumna temperatura antene, ko snop zasukamo iz hladnega neba  $T_N=10\text{K}$  v Sonce z zornim kotom  $\alpha_S=0.5^\circ$  in  $T_S=3.6 \cdot 10^6\text{K}$ ?

- (A)  $10^7\text{K}$  (B)  $10^6\text{K}$  (C)  $10^5\text{K}$  (D)  $10^4\text{K}$

8. Na vhod sprejemnika s pasovno širino  $B=30\text{MHz}$  in šumno temperaturo  $T_S=70\text{K}$  priključimo anteno s šumno temperaturo  $T_A=30\text{K}$ . Kolikšna je navidezna skupna moč šuma  $P_N$ ?, preračunana na vhodne sponke sprejemnika? ( $k_B=1.38 \cdot 10^{-23}\text{J/K}$ ,  $T_0=290\text{K}$ )

- (A)  $-104\text{dBm}$  (B)  $-101\text{dBm}$  (C)  $-109\text{dBm}$  (D)  $-115\text{dBm}$

9. V vročem poletnem dnevu izmerimo relativno dielektričnost zraka tik nad morsko gladino  $\epsilon_r=1.0007$  pri frekvenci  $f=6\text{GHz}$ . Kolikšno vrednost parametra  $N$  je smiselno vstaviti v program za simulacijo usmerjene mikrovalovne radijske zveze čez morje?

- (A) 301 (B) 1400 (C) 345 (D) 700

10. Povprečna izmerjena odmevna površina neznanega letečega predmeta  $\sigma=0.01\text{m}^2$  se s smerjo hitro in skokovito spreminja za več velikostnih razredov pri  $\lambda=3\text{cm}$ . Sklepamo na:

- (A) toplozračni balon s košaro (B) potniški Boeing B747 (C) kovinska krogla  $r=5.6\text{cm}$  (D) radarsko nevidni F117

11. Simulacija zemeljske radijske zveze napoveduje periodično spreminjanje jakosti sprejema z višinama obeh anten nizko nad tlemi. Zakaj pri meritvi pojava ne opazimo?

- (A) večja hrapavost tal (zgradbe) (B) razmočena tla od dežja (C) zveza uporablja krožno polarizacijo (D) lom valov v troposferi

12. Mikrovalovna usmerjena zveza premošča razdaljo  $d=10\text{km}$  v praznem prostoru ( $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ). Največja površina prve Fresnel-ove cone doseže  $A_{MAX}=1000\text{m}^2$ . Na kateri frekvenci  $f$ ? deluje opisana mikrovalovna zveza?

- (A) 5.5GHz (B) 2.36GHz (C) 11.8GHz (D) 23.6GHz

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 15.1.2019

1. Usmerjena zveza med dvema vrhovoma premošča razdaljo  $d=40\text{km}$  na frekvenci  $f=6\text{GHz}$ . Za koliko  $\Delta h=?$  se radijski žarek največ dvigne nad geometrijsko zveznico oddajnik-sprejemnik, če lom v troposferi ukrivlja žarek na polmer  $R=30000\text{km}$ ? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ )
- (A) 26.7m (B) 13.3m (C) 6.7m (D) 53.3m
2. Rezultate meritev presih uredimo v histogram. Kakšne posledice ima izbira premajhnega števila stolpcev histograma glede na število meritev?
- (A) znižana ločljivost (B) ni stolpcev višine nič (C) ne prikažemo vseh meritev (D) velik šum histograma
3. Ionosferske plasti spreminjajo fazo in zakasnitev signalov satelitskega radio-navigacijskega sistema GPS z nosilcem na frekvenci  $f=1575.42\text{MHz}$ . Ob katerem času dneva je pogrešek določanja položaja zaradi motenj ionosfere največji?
- (A) podnevi (B) zvečer (C) ponoči (D) zjutraj
4. Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h=27\text{m}$  nad tlemi in pokriva celico s polmerom  $r=1\text{km}$ . Na kakšno višino  $h'=?$  moramo postaviti anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja poveča na krog s polmerom  $r'=1.5\text{km}$ ?
- (A) 25m (B) 30m (C) 45m (D) 61m
5. Anteno za  $f=50\text{MHz}$  usmerimo navpično v nebo. Kolikšna je koncentracija elektronov  $N_e=?$  v ionizirani sledi meteorita, kjer se valovanje odbije pod pravimo kotom nazaj proti oddajniku? ( $Q_e=-1.6\cdot 10^{-19}\text{As}$ ,  $m_e=9.1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ ,  $\epsilon_0=1/(4\pi\cdot 9\cdot 10^9)\text{As/Vm}$ )
- (A)  $7.9\cdot 10^{11}/\text{m}^3$  (B)  $1.9\cdot 10^{14}/\text{m}^3$  (C)  $4.9\cdot 10^{12}/\text{m}^3$  (D)  $3.1\cdot 10^{13}/\text{m}^3$
6. Na mejni plasti temperaturne inverzije (vrh megle) v ozračju imata temperatura  $T$  in lomni količnik  $n$  ozračja naslednji potek kot funkcija višine  $h$ :
- (A)  $dT/dh>0$  in  $dn/dh>0$  (B)  $dT/dh>0$  in  $dn/dh<0$  (C)  $dT/dh<0$  in  $dn/dh>0$  (D)  $dT/dh<0$  in  $dn/dh<0$
7. Radijski sprejemnik mobilnega telefona dosega občutljivost  $P_{\text{MIN}}=-105\text{dBm}$  na frekvenci  $f=1.9\text{GHz}$ . Kolikšna mora biti povprečna moč sprejema  $\langle P \rangle=?$ , da bo verjetnost izpada zveze  $P_{\text{IZPADA}}=0.5\%$  pri upoštevanju Rayleigh-ove porazdelitve gostote verjetnosti?
- (A)  $-82\text{dBm}$  (B)  $-75\text{dBm}$  (C)  $-95\text{dBm}$  (D)  $-88\text{dBm}$
8. Zveza dosega pri prostorskem raznolikem sprejemu z dvema antenama pogostnost izpada  $P_{\text{IZPADA}}=9\%$  pri preprosti izbiri boljše. Kolikšno pogostnost izpada  $P_{\text{IZPADA}}=?$  dosežemo s tremi antenami? Vse antene so dovolj oddaljene, da so sprejemi nekorelirani.
- (A) 3.3% (B) 2.2% (C) 2.7% (D) 1.3%
9. Kolikšna je radijska vidljivost  $d=?$  iz  $h=50\text{m}$  visokega stolpa nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K=4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_z=6378\text{km}$ )
- (A) 58.3km (B) 41.2km (C) 29.2km (D) 20.6km
10. Umetni satelit se po izstrelitvi in vtirjenju nenadzorovano vrti. Katera vrsta raznolikosti na zemeljskih postajah je v telekomandni oziroma telemetrijski zvezi z lineararno-polariziranimi antenami na obeh straneh popolnoma NEUČINKOVITA?
- (A) prostorska (B) časovna (C) polarizacijska (D) frekvenčna
11. Sekundarni radar vprašuje na  $f_1=1030\text{MHz}$ . Odgovori sodelujočega radarskega odzivnika na frekvenci  $f_2=1090\text{MHz}$  na krovu letala vsebujejo naslednje dodatne informacije:
- (A) tri koordinate položaja letala (B) kodo letala in tlačno višino (C) hitrost in smer letenja (D) kodo letala in število leta
12. Ravna kovinska plošča ima obliko kvadrata s stranico  $a=1\text{m}$ . Pri kateri frekvenci  $f=?$  je odmevna površina plošče  $\sigma=100\cdot A$  stokrat večja od njene fizične površine? ( $c_0=3\cdot 10^8\text{m/s}$ ,  $\Gamma_{\text{plošče}}=-1$ )
- (A) 5.77GHz (B) 846MHz (C) 2.39GHz (D) 239MHz

# \*1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 15.10.2019

?Svetilka v izhodišču krogelnega koordinatnega sistema  $(r, \Theta, \Phi)$  seva svetlobno moč  $P = 75W$  enakomerno v vse smeri. Kolikšen je Poynting-ov vektor  $\vec{S} = ?$  na razdalji  $r = 1m$ ? Absorpcija vidne svetlobe v zraku je zanemarljiva. ?Svetilka v izhodišču krogelnega koordinatnega sistema  $(r, \Theta, \Phi)$  seva svetlobno moč  $P = 25W$  enakomerno v vse smeri. Kolikšen je Poynting-ov vektor  $\vec{S} = ?$  na razdalji  $r = 1m$ ? Absorpcija vidne svetlobe v zraku je zanemarljiva. !  $\vec{I}_r \cdot 2W/m^2$  !  $\vec{I}_\Theta \cdot 4W/m^2$  !  $\vec{I}_r \cdot 6W/m^2$  !  $\vec{I}_\Phi \cdot 8W/m^2$

?Električno in magnetno polje računamo preko potencialov, ki sta definirana z enačbama  $\vec{E} = -j\omega\vec{A} - gradV$  in  $\vec{B} = rot\vec{A}$ . Kakšne merske enote ima vektorski potencial  $\vec{A}[?]$  v sistemu merskih enot MKSA? ?Električno in magnetno polje računamo preko potencialov, ki sta definirana z enačbama  $\vec{E} = -j\omega\vec{A} - gradV$  in  $\vec{B} = rot\vec{A}$ . Kakšne merske enote ima skalarni potencial  $V[?]$  v sistemu merskih enot MKSA? !  $V$  !  $V/m$  !  $Vs/m$  !  $Vs/m^2$

?Telefonski satelit Iridium kroži nad površino Zemlje na višini  $h = 700km$ . Kolikšno pot  $l = ?$  opravi satelit v eni celi tirnici ( $360^\circ$ ), če predpostavimo, da je Zemlja krogla s polmerom  $R = 6378km$ ? ?Telefonski satelit Globalstar kroži nad površino Zemlje na višini  $h = 1500km$ . Kolikšno pot  $l = ?$  opravi satelit v eni celi tirnici ( $360^\circ$ ), če predpostavimo, da je Zemlja krogla s polmerom  $R = 6378km$ ? !  $42273km$  !  $44472km$  !  $49499km$  !  $58924km$

?Usmerjena radijska zveza uporablja anteno premera  $d = 2.5m$  na frekvenci  $f = 18GHz$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od antene dosega sevano polje lastnosti daljnega polja, kjer smemo meriti smerni diagram antene  $F(\Theta, \Phi)$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Usmerjena radijska zveza uporablja anteno premera  $d = 2.5m$  na frekvenci  $f = 4GHz$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od antene dosega sevano polje lastnosti daljnega polja, kjer smemo meriti smerni diagram antene  $F(\Theta, \Phi)$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $420m$  !  $750m$  !  $167m$  !  $288m$

?Votlo kovinsko cev pravokotnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Napredujoči val v valovodu ima naslednje komponente električnega polja  $\vec{E}$ : ?Votlo kovinsko cev pravokotnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Napredujoči val v valovodu ima naslednje komponente magnetnega polja  $\vec{H}$ : ! samo vzdolžno ! samo prečno ! prečno in vzdolžno ! nima nobene komponente

?Kartezčne koordinate  $(x, y, z)$  želimo pretvoriti v krogelne koordinate  $(r, \Theta, \Phi)$  z istim izhodiščem. Kako izračunamo krogelno koordinato  $r = ?$  iz kartezičnih koordinat? ?Kartezčne koordinate  $(x, y, z)$  želimo pretvoriti v krogelne koordinate  $(r, \Theta, \Phi)$  z istim izhodiščem. Kako izračunamo krogelno koordinato  $\Theta = ?$  iz kartezičnih koordinat? !  $arctg(y/x)$  !  $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$  !  $arccos(z/\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$  !  $arcsin(z/\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$

?Telefon vsebuje radijski oddajnik moči  $P = 2W$  na anteni z dobitkom  $G = 3dBi$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od telefona dosega električna poljska jakost varno mejo  $E_{MAX} = 6V_{eff}/m$ ? ( $Z_0 = 377\Omega$ ) ?Telefon vsebuje radijski oddajnik moči  $P = 2W$  na anteni z dobitkom  $G = 3dBi$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od telefona dosega električna poljska jakost dovoljeno mejo  $E_{MAX} = 60V_{eff}/m$ ? ( $Z_0 = 377\Omega$ ) !  $1.8m$  !  $58cm$  !  $18cm$  !  $5.8cm$

?WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_{TX} = +20dBm$  na neusmerjeni anteni ( $G_{TX} = 1$ ) na frekvenci  $f = 2.4GHz$ . Prenosni računalnik na oddaljenosti  $r = 10m$  je prav tako opremljen z neusmerjeno sprejemno anteno ( $G_{RX} = 1$ ). ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) Jakost sprejema  $P_{RX} = ?$  znaša: ?WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_{TX} = +20dBm$  na neusmerjeni anteni ( $G_{TX} = 1$ ) na frekvenci  $f = 2.4GHz$ . Prenosni računalnik na oddaljenosti  $r = 1m$  je prav tako opremljen z neusmerjeno sprejemno anteno ( $G_{RX} = 1$ ). ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) Jakost sprejema  $P_{RX} = ?$  znaša: !  $-40dBm$  !  $-30dBm$  !  $-20dBm$  !  $-50dBm$

?Srednjevalovni radijski oddajnik uporablja vitek pokončen kovinski stolp višine  $h = 120m$ . Stolp je izoliran od tal. Med stolp in ozemljitev priključimo oddajnik. Pri kateri frekvenci  $f = ?$  občuti oddajnik najvišjo velikost impedance  $|Z|_{MAX}$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Srednjevalovni radijski oddajnik uporablja vitek pokončen kovinski stolp višine  $h = 120m$ . Stolp je izoliran od tal. Med stolp in ozemljitev priključimo oddajnik. Pri kateri frekvenci  $f = ?$  občuti oddajnik najnižjo velikost impedance  $|Z|_{MIN}$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $1250kHz$  !  $1875kHz$  !  $625kHz$  !  $1938kHz$

?Stikalni napajalnik vsebuje transformator, ki dela s frekvenco  $f = 30kHz$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  bosta električno polje motenj  $\vec{E}$  in magnetno polje motenj  $\vec{H}$  približno v razmerju valovne impedance prostora  $Z_0 = 377\Omega$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Stikalni napajalnik vsebuje transformator, ki dela s frekvenco  $f = 300kHz$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  bosta električno polje motenj  $\vec{E}$  in magnetno polje motenj  $\vec{H}$  približno v razmerju valovne impedance prostora  $Z_0 = 377\Omega$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $1.59km$  !  $1955m$  !  $159m$  !  $196m$

?Mala žična zanka (točkasti magnetni dipol, majhen tudi glede na valovno dolžino) ima sevalno upornost  $R_S = 10m\Omega$  pri frekvenci  $f = 1MHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  upade sevalna upornost iste zanke na  $R'_S = 1m\Omega$ ? ?Mala žična zanka (točkasti magnetni dipol, majhen tudi glede na valovno dolžino) ima sevalno upornost  $R_S = 10m\Omega$  pri frekvenci  $f = 1MHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  upade sevalna upornost iste zanke na  $R'_S = 4m\Omega$ ? !  $562kHz$  !  $316kHz$  !  $795kHz$  !  $1.26MHz$

? Navigacijski satelit GPS kroži na višini  $h = 20000km$  nad površino Zemlje. Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  antene na krovu, ki pokriva celotno vidno površino Zemlje? Zemljo privzamemo kot kroglo polmera  $R = 6378km$ . ? Telekomunikacijski satelit kroži na višini  $h = 35800km$  nad površino Zemlje. Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  antene na krovu, ki pokriva celotno vidno površino Zemlje? Zemljo privzamemo kot kroglo polmera  $R = 6378km$ . !  $18.3dBi$  !  $136.6dBi$  !  $22.4dBi$  !  $11.2dBi$

## \*2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 29.10.2019

?EM Huygensov izvor nadomestimo z dinamičnim električnim dipolom in dinamičnim magnetnim dipolom. V kateri ravnini leži Huygensov izvor, če je tokovni element postavljen v osi Z in zanka v ravnini **XZ**? ?EM Huygensov izvor nadomestimo z dinamičnim električnim dipolom in dinamičnim magnetnim dipolom. V kateri ravnini leži Huygensov izvor, če je tokovni element postavljen v osi Z in zanka v ravnini **YZ**? ! **XZ** ! **XY** ! **YZ** ! neizvedljivo

?Visokofrekvenčno moč na sprejemni anteni merimo s **toplotnim merilnikom: breme in termočlen**. S takšnim merilnikom zanesljivo merimo najnižjo moč  $P_{MIN}=?$  ?Visokofrekvenčno moč na sprejemni anteni merimo s **spektralnim analizatorjem: sprejemnik z mešanjem**. S takšnim merilnikom zanesljivo merimo najnižjo moč  $P_{MIN}=?$  ! **-80dBm** ! **+20dBm** ! **-20dBm** ! **+80dBm**

?Enakomerno osvetljena krožna odprtina (brez fazne napake) dosega smernost  **$D = 36dBi$**  pri frekvenci  $f = 10GHz$ . Kolikšen je premer odprtine  $2r = ?$  ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Enakomerno osvetljena krožna odprtina (brez fazne napake) dosega smernost  **$D = 39.5dBi$**  pri frekvenci  $f = 10GHz$ . Kolikšen je premer odprtine  $2r = ?$  ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! **30cm** ! **60cm** ! **90cm** ! **120cm**

?Polvalovni dipol v osi Z ima amplitudni smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = \cos(\pi/2 \cdot \cos\Theta) / \sin\Theta$ . Za koliko decibelov  $a = ? [dB]$  upade sevanje dipola pri kotu  **$\Theta = 40^\circ$**  glede na maksimum smernega diagrama pri  $\Theta = 90^\circ$ ? ?Polvalovni dipol v osi Z ima amplitudni smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = \cos(\pi/2 \cdot \cos\Theta) / \sin\Theta$ . Za koliko decibelov  $a = ? [dB]$  upade sevanje dipola pri kotu  **$\Theta = 75^\circ$**  glede na maksimum smernega diagrama pri  $\Theta = 90^\circ$ ? ! **-5.05dB** ! **-7.58dB** ! **-0.44dB** ! **-1.37dB**

?Smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$  v gornjem polprostoru monopola višine  $h = 15cm$  nad veliko vodoravno kovinsko ploščo ustreza na frekvenci  **$f = 500MHz$**  smernemu diagramu simetričnega dipola dolžine  $l = ?$  ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$  v gornjem polprostoru monopola višine  $h = 15cm$  nad veliko vodoravno kovinsko ploščo ustreza na frekvenci  **$f = 1000MHz$**  smernemu diagramu simetričnega dipola dolžine  $l = ?$  ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  **$\lambda/2$**  !  **$\lambda/4$**  !  **$\lambda$**  !  **$2\lambda$**

?Z zrcaljenjem iste antene v veliki ravni kovinski plošči NE moremo meriti naslednje **vrste** antene: ?Z zrcaljenjem iste antene v veliki ravni kovinski plošči NE moremo meriti naslednje **lastnosti** antene: ! **krožno polarizirane** ! **vodoravno polarizirane** ! **izkoristka** ! **dobitka**

?EM Huygensov izvor je postavljen v koordinatno izhodišče tako, da je maksimum sevanja usmerjen v smeri osi **Y**. Smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = ?$  zapišemo v krogelnih koordinatah  $(r, \Theta, \Phi)$  s tečajem v smeri osi Z na naslednji način: ?EM Huygensov izvor je postavljen v koordinatno izhodišče tako, da je maksimum sevanja usmerjen v smeri osi **X**. Smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = ?$  zapišemo v krogelnih koordinatah  $(r, \Theta, \Phi)$  s tečajem v smeri osi Z na naslednji način: !  **$1 + \sin\Theta \cdot \sin\Phi$**  !  **$1 + \cos\Theta$**  !  **$1 + \sin\Theta \cdot \cos\Phi$**  !  **$1 + \cos\Theta \cdot \sin\Phi$**

?Smerni diagram antene  $F(\Theta, \Phi)$  je funkcija dveh kotov. Naenkrat vrtimo merjenca le okoli ene osi. **Najtočnejši rezultat dobimo, če smerni diagram izmerimo: ?** Smerni diagram antene  $F(\Theta, \Phi)$  je funkcija dveh kotov. Naenkrat vrtimo merjenca le okoli ene osi. **Za piramidni lijak zadošča, da smerni diagram izmerimo: !v enem prerezu ! v dveh prerezih ! v šestih prerezih ! v dvanajstih prerezih**

?Pri neposrednem merjenju dobitka anten ugotavljamo **prisotnost odbitih valov** z naslednjim premikanjem ene od anten: ?Pri neposrednem merjenju dobitka anten ugotavljamo **skladnost polarizacije** z naslednjim premikanjem ene od anten: !vzdolžno v smeri poti valovanja ! **sukanjem okoli vzdolžne osi** ! **sukanjem okoli prečne osi** ! **prečno na pot valovanja**

?Piramidni lijak je opremljen z valovodnim priključkom, ki ima notranje izmere  **$10.7mm \times 4.3mm$** . V notranjosti valovoda je prazen prostor ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ). Za katero frekvenčno področje je namenjena opisana antena? ?Piramidni lijak je opremljen z valovodnim priključkom, ki ima notranje izmere  **$72mm \times 35mm$** . V notranjosti valovoda je prazen prostor ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ). Za katero frekvenčno področje je namenjena opisana antena? !  **$18GHz - 26.5GHz$**  !  **$8.2GHz - 12.4GHz$**  !  **$2.6GHz - 3.95GHz$**  !  **$33GHz - 50GHz$**

?Neznana vitka "J" antena dosega skupno višino  **$h = 1.5m$** . Za katero frekvenco  $f = ?$  je načrtovana? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Neznana vitka "J" antena dosega skupno višino  **$h = 1.0m$** . Za katero frekvenco  $f = ?$  je načrtovana? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  **$150MHz$**  !  **$100MHz$**  !  **$225MHz$**  !  **$300MHz$**

?V kakšnih merskih enotah nastopata dobitka anten  $G_{TX}[?]$  in  $G_{RX}[?]$  v Friisovi enačbi slabljenja radijske zveze v praznem prostoru  **$P_{RX} = P_{TX} G_{TX} G_{RX} [\lambda / (4\pi r)]^2$** ? ?V kakšnih merskih enotah nastopata dobitka anten  $G_{TX}[?]$  in  $G_{RX}[?]$  v Friisovi enačbi slabljenja radijske zveze v praznem prostoru  **$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} + 20\log(\lambda) - 20\log(r) - 22dB$** ? ! **neimenovano** !  **$\mu W$**  !  **$dB_i$**  !  **$dBm$**

### \*3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 26.11.2019

?Pri momentnem postopku (MoM) narašča računski čas  $t$  polnjenja matrike sistema enačb za  $N$  neznank sorazmerno z: ?Pri momentnem postopku (MoM) narašča računski čas  $t$  reševanja matrike sistema enačb za  $N$  neznank sorazmerno z:  $\propto N^3$   $\propto N^6$   $\propto N^2$   $\propto N^4$

?Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih anten, ki imata vsaka zase  $D_e = 3.5dBi$  in impedanco  $Z = 50\Omega$ . Kolikšna je smernost skupine  $D = ?$ , če znaša  $Re[Z_{12}] = -5\Omega$  na izbrani razdalji  $d$  med antenama in anteni napajamo sofazno z enako velikima tokovima  $I_1 = I_2$ ? ?Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih anten, ki imata vsaka zase  $D_e = 3.5dBi$  in impedanco  $Z = 50\Omega$ . Kolikšna je smernost skupine  $D = ?$ , če znaša  $Re[Z_{12}] = 5\Omega$  na izbrani razdalji  $d$  med antenama in anteni napajamo sofazno z enako velikima tokovima  $I_1 = I_2$ ?  $5.5dBi$   $6dBi$   $6.5dBi$   $7dBi$

?Sonce vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{sonce} = 0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T = 10^6 K$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T = ?$  brezizgubne antene s smernim diagramom v obliki stožca z  $\alpha_{antena} = 1.6^\circ$ , ko jo iz hladnega neba zasukamo v Sonce? ?Sonce vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{sonce} = 0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T = 10^6 K$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T = ?$  brezizgubne antene s smernim diagramom v obliki stožca z  $\alpha_{antena} = 0.16^\circ$ , ko jo iz hladnega neba zasukamo v Sonce?  $10^4 K$   $10^5 K$   $10^6 K$   $10^7 K$

?Yagi anteno sestavljajo palčke v zaporedju reflektor, napajani dipol in več direktorjev. Reflektor ustvarja umetni dielektrik, ki ima: ?Yagi anteno sestavljajo palčke v zaporedju reflektor, napajani dipol in več direktorjev. Direktor ustvarja umetni dielektrik, ki ima:  $\epsilon_r = 1$   $\epsilon_r < 1$   $\epsilon_r > 1$   $\epsilon_r = \epsilon_0$

?Pri momentnem postopku (MoM) opišemo odsek  $m$  dolžine  $d_m$  z napetostnim izvorom  $U_g$  z naslednjim pogojem: ?Pri momentnem postopku (MoM) opišemo odsek  $m$  dolžine  $d_m$  z nezanemarljivo upornostjo  $R_m$  z naslednjim pogojem:  $E_m = U_g/d_m$   $H_m = I_m/d_m$   $E_m = I_m \cdot R_m/d_m$   $H_m = U_g/(R_m \cdot d_m)$

?Neznana antena ima smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = \sqrt{1 - \sin^2\Theta \cos^2\Phi}$ . Za kakšno vrsto antene gre? ?Neznana antena ima smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = \sqrt{1 - \sin^2\Theta \sin^2\Phi}$ . Za kakšno vrsto antene gre?  $\text{majhna zanka v ravnini YZ}$   $\text{polvalovni dipol v osi X}$   $\text{tokovni element v osi Y}$   $\text{polvalovni dipol v osi Z}$

?Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d = 2m$ . Kolikšna je globina zrcala  $h = ?$ , da zrcalo doseže razmerje  $f/d = 0.4$ ? ?Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d = 2m$ . Kolikšna je globina zrcala  $h = ?$ , da zrcalo doseže razmerje  $f/d = 0.7$ ?  $31cm$   $63cm$   $18cm$   $9cm$

?Antena z rotacijsko-simetričnim smernim diagramom in smernostjo  $D \approx 7dBi$  je primerna za osvetlitev paraboličnega zrcala z razmerjem  $f/d = ?$ ? ?Antena z rotacijsko-simetričnim smernim diagramom in smernostjo  $D \approx 12dBi$  je primerna za osvetlitev paraboličnega zrcala z razmerjem  $f/d = ?$   $0.7$   $1.4$   $0.35$   $0.15$

?Kolikšen dobitek  $G = ?$  dosega parabolično zrcalo premera  $d = 3m$ , če znaša izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta = 70\%$  pri frekvenci  $f = 12GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Kolikšen dobitek  $G = ?$  dosega parabolično zrcalo premera  $d = 3m$ , če znaša izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta = 70\%$  pri frekvenci  $f = 6GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ )  $44dBi$   $47dBi$   $50dBi$   $53dBi$

?Desno-krožno polarizacijo (RHCP) sestavimo z dvema enakima linearno-polariziranimi antenama Yagi-Uda, ki ju postavimo pod pravim kotom in napajamo v kvadraturi. Kolikšna je smernost krožno-polarizirane antene  $D_{RHCP} = ?$ , če znaša smernost vsake posamezne antene Yagi-Uda  $D_e = 12dBi$ ? ?Desno-krožno polarizacijo (RHCP) sestavimo z dvema enakima linearno-polariziranimi antenama Yagi-Uda, ki ju postavimo pod pravim kotom in napajamo v kvadraturi. Kolikšna je smernost krožno-polarizirane antene  $D_{RHCP} = ?$ , če znaša smernost vsake posamezne antene Yagi-Uda  $D_e = 15dBi$ ?  $15dBi$   $9dBi$   $12dBi$   $18dBi$

?Neidealna krožno-polarizirana antena dosega razmerje krožnih komponent  $Q = j0.3$ . Kolikšno je osno razmerje  $R_{dB} = ?$  v logaritemskih enotah? ?Neidealna krožno-polarizirana antena dosega razmerje krožnih komponent  $Q = j0.2$ . Kolikšno je osno razmerje  $R_{dB} = ?$  v logaritemskih enotah?  $3.5dB$   $1.5dB$   $5.4dB$   $7.1dB$

?Pri antenski odprtini izmerimo smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$ , ki ima slabo vidne stranske snope. Za kakšno napako osvetlitve odprtine gre? ?Pri antenski odprtini izmerimo smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$ , ki ima odklonjen glavni snop. Za kakšno napako osvetlitve odprtine gre?  $\text{linearno napako faze}$   $\text{linearno napako amplitude}$   $\text{kvadratno napako faze}$   $\text{kvadratno napako amplitude}$

## \*4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 24.12.2019

?Kolikšno jakost električnega polja pričakujemo v točki sprejema  $|\vec{E}| = ?$ , če med oddajnik in sprejemnik postavimo veliko oviro z izvrtino s polmerom  $\rho_3 = \sqrt{3\lambda d_{TX} d_{RX} / (d_{TX} + d_{RX})}$  natančno na zveznici TX-RX. Jakost neoviranega polja v praznem prostoru označimo z  $|\vec{E}_\infty|$ . ?Kolikšno jakost električnega polja pričakujemo v točki sprejema  $|\vec{E}| = ?$ , če med oddajnik in sprejemnik postavimo veliko oviro z izvrtino s polmerom  $\rho_4 = \sqrt{4\lambda d_{TX} d_{RX} / (d_{TX} + d_{RX})}$  natančno na zveznici TX-RX. Jakost neoviranega polja v praznem prostoru označimo z  $|\vec{E}_\infty|$ . !  $|\vec{E}| \ll |\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx |\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx 2|\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx |\vec{E}_\infty|/2$

?Radijsko zvezo moti prečni gorski greben, ki sega za  $h = 100m$  nad zveznico TX-RX. Oddajnik na frekvenci  $f = 200MHz$  je  $d_{TX} = 20km$  od grebena, sprejemnik je  $d_{RX} = 10km$  od grebena. Kolikšno je dodatno slabljenje ovire  $a[dB] = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Radijsko zvezo moti prečni gorski greben, ki sega za  $h = 100m$  nad zveznico TX-RX. Oddajnik na frekvenci  $f = 800MHz$  je  $d_{TX} = 20km$  od grebena, sprejemnik je  $d_{RX} = 10km$  od grebena. Kolikšno je dodatno slabljenje ovire  $a[dB] = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $-6dB$  !  $-22dB$  !  $-28dB$  !  $-16dB$

?Program za izračun radijske zveze razpolaga s številskim zemljevidom z ločljivostjo po zemljepisni dolžini in širini  $3'' \times 3''$  (tri ločne sekunde). Kolikšna je ločljivost zemljevida v metrih na zemljepisni širini  $\phi = 46^\circ N$ ? ( $R_Z = 6378km$ ) ?Program za izračun radijske zveze razpolaga s številskim zemljevidom z ločljivostjo po zemljepisni dolžini in širini  $3'' \times 3''$  (tri ločne sekunde). Kolikšna je ločljivost zemljevida v metrih na zemljepisni širini  $\phi = 0^\circ N$ ? ( $R_Z = 6378km$ ) !  $64m \times 64m$  !  $64m \times 93m$  !  $93m \times 93m$  !  $93m \times 135m$

?Mikrovalovna radijska zveza je napeljana preko zrcala  $A_Z = 50m^2$  na vrhu gorskega grebena. S kako velikim uklanjalnikom  $A_U = ?$  dobimo enako slabljenje zveze pri vpadnem kotu  $\Theta = 45^\circ$ ? Uklanjalnik senči sode Fresnelove cone. ?Mikrovalovna radijska zveza je napeljana preko uklanjalnika  $A_U = 50m^2$  na vrhu gorskega grebena. S kako velikim zrcalom  $A_Z = ?$  dobimo enako slabljenje zveze pri vpadnem kotu  $\Theta = 45^\circ$ ? Uklanjalnik senči sode Fresnelove cone. !  $16m^2$  !  $500m^2$  !  $5m^2$  !  $160m^2$

?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 100kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  $\sigma = 3m^2$  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . ?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 100kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  $\sigma = 0.3m^2$  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . !  $111km$  !  $197km$  !  $62km$  !  $350km$

?Katero vrsto tarče NE zazna primarni radar v civilnem zračnem prometu? ?Katero vrsto tarče NE zazna sekundarni radar v civilnem zračnem prometu? ! mirujoča tarča pred hribom ! nadzvočna tarča ! tarča brez odzivnika ! zazna vse tarče

?Katera plast zemeljskega ozračja ima največji učinek na razširjanje elektromagnetnega valovanja s frekvenco  $f = 1MHz$ ? ?Katera plast zemeljskega ozračja ima največji učinek na razširjanje elektromagnetnega valovanja s frekvenco  $f = 1THz$ ? ! ionosfera ! stratosfera ! troposfera ! vse plasti enako

?Na kateri (najnižji) višini  $h_{RX} = ?$  od tal dosežemo najmočnejši sprejem valovanja z valovno dolžino  $\lambda = 12.5cm$  iz oddajnika na stolpu  $h_{TX} = 30m$  na vodoravni razdalji  $d = 1km$ ? ?Na kateri (najnižji) višini  $h_{RX} = ?$  od tal dosežemo najmočnejši sprejem valovanja z valovno dolžino  $\lambda = 33cm$  iz oddajnika na stolpu  $h_{TX} = 30m$  na vodoravni razdalji  $d = 1km$ ? !  $2.75m$  !  $0.52m$  !  $1.04m$  !  $5.5m$

?Kolikšen dobitok  $G = ?$  dosega parabolično zrcalo premera  $d = 1m$ , če znaša izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta = 63\%$  pri frekvenci  $f = 12GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Kolikšen dobitok  $G = ?$  dosega parabolično zrcalo premera  $d = 1m$ , če znaša izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta = 63\%$  pri frekvenci  $f = 6GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $34dBi$  !  $37dBi$  !  $40dBi$  !  $43dBi$

?Odboj radijskega valovanja od tal (dielektrik z izgubami in  $\epsilon_r > 10$ ) simuliramo z zelo veliko ravno kovinsko ploščo. Pri kateri polarizaciji so rezultati najbolj verodostojni? ?Odboj radijskega valovanja od tal (dielektrik z izgubami in  $\epsilon_r > 10$ ) simuliramo z zelo veliko ravno kovinsko ploščo. Pri kateri polarizaciji so rezultati najmanj verodostojni? ! VP ! RHCP ! HP ! LHCP

?Pri kateri izvedbi napajanja bočne skupine se smerni diagram najbolj spreminja s frekvenco? ?Pri kateri izvedbi napajanja bočne skupine se smerni diagram najmanj spreminja s frekvenco? ! vzporedno ! kombinirano vzporedno in zaporedno ! zaporedno ! ni odvisno od izvedbe napajanja

?Kateri od navedenih kovinskih predmetov ima največjo odmevno površino  $\sigma_{MAX}$ , če predmet zasukamo za največji odboj nazaj v anteno monostatičnega radarja na frekvenci  $f = 10GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Kateri od navedenih kovinskih predmetov ima največjo odmevno površino  $\sigma_{MAX}$ , če predmet zasukamo za največji odboj nazaj v anteno monostatičnega radarja na frekvenci  $f = 1GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! krogla  $r = 5m$  ! istožec  $r = 25cm$  in  $h = 1m$  ! ravna plošča  $50cm \times 50cm$  ! kocka  $a = 45cm$

## \*5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 14.1.2020

?Usmerjena zveza med dvema vrhovoma premošča razdaljo  $d = 80km$  na frekvenci  $f = 16GHz$ . Za koliko  $\Delta h = ?$  se radijski žarek največ dvigne nad geometrijsko zveznico oddajnik-sprejemnik, če lom v troposferi ukrivlja žarek na polmer  $R = 30000km$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Usmerjena zveza med dvema vrhovoma premošča razdaljo  $d = 57km$  na frekvenci  $f = 16GHz$ . Za koliko  $\Delta h = ?$  se radijski žarek največ dvigne nad geometrijsko zveznico oddajnik-sprejemnik, če lom v troposferi ukrivlja žarek na polmer  $R = 30000km$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $26.7m$  !  $16.7m$  !  $13.5m$  !  $54.2m$

?Rezultate meritev presiha uredimo v histogram. Kakšne posledice ima izbira premajhnega števila stolpcev histograma glede na število meritev? ?Rezultate meritev presiha uredimo v histogram. Kakšne posledice ima izbira prevelikega števila stolpcev histograma glede na število meritev? ! **znižana ločljivost** !ni stolpcev višine nič ! **velik šum histograma** !ne prikažemo vseh meritev

?Ionosferske plasti spreminjajo fazo in zakasnitev signalov satelitskega radio-navigacijskega sistema GPS z nosilcem na frekvenci  $f = 1575.42MHz$ . Ob katerem času dneva je pogrešek določanja položaja zaradi motenj ionosfere **največji**? ?Ionosferske plasti spreminjajo fazo in zakasnitev signalov satelitskega radio-navigacijskega sistema GPS z nosilcem na frekvenci  $f = 1575.42MHz$ . Ob katerem času dneva je pogrešek določanja položaja zaradi motenj ionosfere **najmanjši**? ! **podnevi** !zvečer ! **ponoči** !zjutraj

?Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h = 16m$  nad tlemi in pokriva celico s polmerom  $r = 1km$ . Na kakšno višino  $h' = ?$  moramo postaviti anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja poveča na krog s polmerom  $r' = 2.5km$ ? ?Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h = 4.8m$  nad tlemi in pokriva celico s polmerom  $r = 1km$ . Na kakšno višino  $h' = ?$  moramo postaviti anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja poveča na krog s polmerom  $r' = 2.5km$ ? ! **100m** !  $61m$  ! **30m** !  $45m$

?Anteno za  $f = 124MHz$  usmerimo navpično v nebo. Kolikšna je koncentracija elektronov  $N_e = ?$  v ionizirani sledi meteorita, kjer se valovanje odbije pod pravim kotom nazaj proti oddajniku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9) As/Vm$ ) ?Anteno za  $f = 24MHz$  usmerimo navpično v nebo. Kolikšna je koncentracija elektronov  $N_e = ?$  v ionizirani sledi meteorita, kjer se valovanje odbije pod pravim kotom nazaj proti oddajniku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9) As/Vm$ ) !  $1.9 \cdot 10^{14}/m^3$  !  $3.1 \cdot 10^{13}/m^3$  !  $7.2 \cdot 10^{12}/m^3$  !  $9.7 \cdot 10^{11}/m^3$

? **Na mejni plasti temperaturne inverzije (vrh megle) v ozračju** imata temperatura  $T(h)$  in lomni količnik  $n(h)$  ozračja naslednji potek kot funkcija višine: ? **V dobro premešanem ozračju brez inverzije** imata temperatura  $T(h)$  in lomni količnik  $n(h)$  ozračja naslednji potek kot funkcija višine: !  $dT/dh > 0$  in  $dn/dh < 0$  !  $dT/dh > 0$  in  $dn/dh > 0$  !  $dT/dh < 0$  in  $dn/dh < 0$  !  $dT/dh < 0$  in  $dn/dh > 0$

?Radijski sprejemnik dosega občutljivost  $P_{MIN} = -111dBm$  na frekvenci  $f = 900MHz$ . Kolikšna mora biti povprečna moč sprejema  $\langle P \rangle = ?$ , da bo verjetnost izpada zveze  $P_{IZPADA} = 0.5\%$  pri upoštevanju Rayleighjeve porazdelitve gostote verjetnosti? ?Radijski sprejemnik dosega občutljivost  $P_{MIN} = -98dBm$  na frekvenci  $f = 900MHz$ . Kolikšna mora biti povprečna moč sprejema  $\langle P \rangle = ?$ , da bo verjetnost izpada zveze  $P_{IZPADA} = 0.5\%$  pri upoštevanju Rayleighjeve porazdelitve gostote verjetnosti? !  **$-88dBm$**  !  $-82dBm$  !  $-75dBm$  !  $-95dBm$

?Zveza dosega pri prostorskem raznolikem sprejemu z dvema antenama pogostnost izpada  $P_{IZPADA} = 4\%$  pri preprosti izbiri boljše. Kolikšno pogostnost izpada  $P'_{IZPADA} = ?$  dosežemo s **treimi** antenami? Vse antene so dovolj oddaljene, da so sprejemi nekorelirani. ?Zveza dosega pri prostorskem raznolikem sprejemu z dvema antenama pogostnost izpada  $P_{IZPADA} = 4\%$  pri preprosti izbiri boljše. Kolikšno pogostnost izpada  $P'_{IZPADA} = ?$  dosežemo s **štirimi** antenami? Vse antene so dovolj oddaljene, da so sprejemi nekorelirani. ! **0.8%** !  $2.0\%$  ! **0.16%** !  $0.4\%$

?Kolikšna je radijska vidljivost  $d = ?$  iz  $h = 25m$  visokega stolpa nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K = 4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_Z = 6378km$ ) ?Kolikšna je radijska vidljivost  $d = ?$  iz  $h = 100m$  visokega stolpa nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K = 4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_Z = 6378km$ ) !  **$20.6km$**  !  $29.2km$  !  **$41.2km$**  !  $58.3km$

?Umetni satelit se po izstrelitvi in vtirjenju nenadzorovano vrti. Katera vrsta raznolikosti na zemeljskih postajah je v telekomandni oziroma telemetrijski zvezi z linearno-polariziranimi antenami na obeh straneh **najbolj** učinkovita? ?Umetni satelit se po izstrelitvi in vtirjenju nenadzorovano vrti. Katera vrsta raznolikosti na zemeljskih postajah je v telekomandni oziroma telemetrijski zvezi z linearno-polariziranimi antenami na obeh straneh **najmanj** učinkovita? ! **polarizacijska** !prostorska ! **frekvenčna** !časovna

?Prereza  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  smernega diagrama antene izrišemo na dva različna načina, v močnostni (kvadratični) skali  $[\mu W]$  in v logaritemski skali (razpon  $40dB$ ). Stranski snopi dolge antene Yagi-Uda so **boljše** vidni v naslednjem prikazu, pokončni skali jakosti na grafu: ?Prereza  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  smernega diagrama antene izrišemo na dva različna načina, v močnostni (kvadratični) skali  $[\mu W]$  in v logaritemski skali (razpon  $40dB$ ). Stranski snopi dolge antene Yagi-Uda so **slabše** vidni v naslednjem prikazu, pokončni skali jakosti na grafu: ! **logaritemski [dB]** !obeh enako ! **močnostni  $[\mu W]$**  !niso vidni

?Ravna kovinska plošča ima obliko kvadrata s stranico  $a = 1m$ . Pri kateri frekvenci  $f = ?$  je odmevna površina plošče  $\sigma = 1000 \cdot A$  tisočkrat večja od njene fizične površine? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $\Gamma_{plosce} = -1$ ) ?Ravna kovinska plošča ima obliko kvadrata s stranico  $a = 2m$ . Pri kateri frekvenci  $f = ?$  je odmevna površina plošče  $\sigma = 1000 \cdot A$  tisočkrat večja od njene fizične površine? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $\Gamma_{plosce} = -1$ ) !  **$2.68GHz$**  !  $846MHz$  !  **$1.34GHz$**  !  $239MHz$

# \*1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 4.3.2021

?Majhna zanka  $a \ll \lambda$  se nahaja v koordinatnem izhodišču v ravnini XY. Zanko napaja izmenični vir s tokom  $I$ . Katere komponente elektromagnetnega polja proizvaja zanka na majhnih razdaljah  $r \ll \lambda$ ? ?Majhna zanka  $a \ll \lambda$  se nahaja v koordinatnem izhodišču v ravnini XY. Zanko napaja izmenični vir s tokom  $I$ . Katere komponente elektromagnetnega polja proizvaja zanka na velikih razdaljah  $r \gg \lambda$ ? !  $E_\phi$  in  $H_\Theta$  !  $E_\Theta$  in  $H_\phi$  !  $E_\phi, H_r$  in  $H_\Theta$  !  $E_r, E_\Theta$  in  $H_\phi$

?Vektor gostote  $\vec{J}$  električnega toka ima naslednje merske enote: ?Vektor ploskovnega  $\vec{K}$  električnega toka ima naslednje merske enote: !  $A$  !  $A/m$  !  $A/m^2$  !  $A/m^3$

?Feritna antena ima navitje z  $N = 100$  ovoji, kar omogoča sevalno upornost  $R_S = 10\mu\Omega$  pri delovanju v področju srednjih valov na frekvenci  $f = 800kHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  bi se sevalna upornost podvojila  $R'_S = 2R_S$ , če frekvenčno odvisnost permeabilnosti jedra  $\mu_r$  zanemarimo? ?Feritna antena ima navitje z  $N = 100$  ovoji, kar omogoča sevalno upornost  $R_S = 10\mu\Omega$  pri delovanju v področju srednjih valov na frekvenci  $f = 800kHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  bi se sevalna upornost razpolovila  $R'_S = R_S/2$ , če frekvenčno odvisnost permeabilnosti jedra  $\mu_r$  zanemarimo? !  $566kHz$  !  $673kHz$  !  $951kHz$  !  $1131kHz$

?Kolikšna je najkrajša pot  $l = ?$  od Ljubljane na zemljepisni širini  $\phi = 46^\circ N$  do severnega tečaja po površini Zemlje, ki jo poenostavimo kot kroglo s polmerom  $R_Z = 6378km$ ? ?Kolikšna je najkrajša pot  $l = ?$  od Ljubljane na zemljepisni širini  $\phi = 46^\circ N$  do južnega tečaja po površini Zemlje, ki jo poenostavimo kot kroglo s polmerom  $R_Z = 6378km$ ? !  $4898km$  !  $6378km$  !  $10019km$  !  $15139km$

?Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  bralne lučke, ki na listu papirja na razdalji  $d = 1m$  osvetli krog premera  $2r = 15cm$ ? ?Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  bralne lučke, ki na listu papirja na razdalji  $d = 1m$  osvetli krog premera  $2r = 10cm$ ? !  $17.5dBi$  !  $24.0dBi$  !  $28.5dBi$  !  $32.0dBi$

? Črn maček se greje na zimskem Soncu je primer naslednje vrste brezvrvičnega prenosa moči: ? Piščanec se cvre v mikrovalovni pečici je primer naslednje vrste brezvrvičnega prenosa moči: ! nekoh.TX-nekoh.RX ! nekoh.TX-koh.RX ! koh.TX-nekoh.RX ! koh.TX-koh.RX

?V sekundarnem navitju Teslovega transformatorja teče sinusni izmenični tok vršne vrednosti  $I = 100mA$  frekvence  $f = 100kHz$ . Kolikšna največja elektrina  $Q_{MAX} = ?$  se nabere na kapacitivnem klobuku Teslovega transformatorja? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?V sekundarnem navitju Teslovega transformatorja teče sinusni izmenični tok vršne vrednosti  $I = 100mA$  frekvence  $f = 10kHz$ . Kolikšna največja elektrina  $Q_{MAX} = ?$  se nabere na kapacitivnem klobuku Teslovega transformatorja? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $15.9nAs$  !  $159nAs$  !  $1.59\mu As$  !  $15.9\mu As$

?CCD kamera v telefonu ima lečo premera  $d = 1.0mm$  s fiksnim fokusom. Na kakšno razdaljo  $r = ?$  naj v tovarni nastavijo fokus, da bo slika še vedno ostra do neskončnosti? Valovna dolžina vidne svetlobe znaša  $\lambda = 0.5\mu m$ . V optiki opazimo fazno napako  $\Delta\phi = \pi$ . ?CCD kamera v telefonu ima lečo premera  $d = 0.7mm$  s fiksnim fokusom. Na kakšno razdaljo  $r = ?$  naj v tovarni nastavijo fokus, da bo slika še vedno ostra do neskončnosti? Valovna dolžina vidne svetlobe znaša  $\lambda = 0.5\mu m$ . V optiki opazimo fazno napako  $\Delta\phi = \pi$ . !  $0.25m$  !  $0.5m$  !  $1.0m$  !  $2.0m$

?WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_{TX} = +23dBm$  na neusmerjeni anteni ( $G_{TX} = 1$ ) na frekvenci  $f = 5.6GHz$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od antene dosega električna poljska jakost varno mejo  $E_{MAX} = 6V_{eff}/m$ ? ( $Z_0 = 377\Omega$ ) ?WiFi dostopna točka oddaja z močjo  $P_{TX} = +23dBm$  na neusmerjeni anteni ( $G_{TX} = 1$ ) na frekvenci  $f = 5.6GHz$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od antene dosega električna poljska jakost dovoljeno mejo  $E_{MAX} = 60V_{eff}/m$ ? ( $Z_0 = 377\Omega$ ) !  $1.8m$  !  $41cm$  !  $18cm$  !  $4cm$

?Usmerjena radijska zveza premošča razdaljo  $r = 50km$  v praznem prostoru z antenama dobitka  $G_{TX} = G_{RX} = 40dBi$  na frekvenci  $f = 7.5GHz$ . Kolikšno je slabljenje zveze  $10\log(P_{RX}/P_{TX}) = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Usmerjena radijska zveza premošča razdaljo  $r = 50km$  v praznem prostoru z antenama dobitka  $G_{TX} = G_{RX} = 30dBi$  na frekvenci  $f = 7.5GHz$ . Kolikšno je slabljenje zveze  $10\log(P_{RX}/P_{TX}) = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $-64dB$  !  $-84dB$  !  $-104dB$  !  $-124dB$

?Srednjevalovni radijski oddajnik uporablja vitek pokončen kovinski stolp višine  $h = 120m$ . Stolp je izoliran od tal. Med stolp in ozemljitev priključimo oddajnik. Pri frekvenci  $f = 625kHz$  občuti oddajnik sevalno upornost  $R_S = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Srednjevalovni radijski oddajnik uporablja vitek pokončen kovinski stolp višine  $h = 120m$ . Stolp je izoliran od tal. Med stolp in ozemljitev priključimo oddajnik. Pri frekvenci  $f = 1250kHz$  občuti oddajnik sevalno upornost  $R_S = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $5\Omega < R_S < 20\Omega$  !  $20\Omega < R_S < 80\Omega$  !  $80\Omega < R_S < 200\Omega$  !  $200\Omega < R_S < \infty$

?Pri kateri razdalji  $r = ?$  doseže slabljenje radijske zveze med dvema polvalovnima dipoloma vrednost  $a = -30dB$ ? Dipola zasukamo za najmočnejši sprejem in privzamemo sevanli izkoristek  $\eta \approx 1$ . ?Pri kateri razdalji  $r = ?$  doseže slabljenje radijske zveze med dvema polvalovnima dipoloma vrednost  $a = -35dB$ ? Dipola zasukamo za najmočnejši sprejem in privzamemo sevanli izkoristek  $\eta \approx 1$ . !  $2.5\lambda$  !  $4.1\lambda$  !  $7.3\lambda$  !  $12.7\lambda$

## \*2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 25.03.2021

?Krožna odprtina premera  $d = 60\text{cm}$  dosega smernost  $D = 36\text{dBi}$  pri frekvenci  $f = 12\text{GHz}$ . Kolikšen je izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_O = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ) ?Krožna odprtina premera  $d = 60\text{cm}$  dosega smernost  $D = 36\text{dBi}$  pri frekvenci  $f = 15\text{GHz}$ . Kolikšen je izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_O = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ) !90% !70% !55% !45%

?Laboratorijski merilni inštrumenti so opremljeni s koaksialnimi vtičnicami iz družine "Precision-N", katerim pojav višjih valovodnih rodov v koaksialnem kablu omejuje gornjo frekvenčno mejo na: ?Laboratorijski merilni inštrumenti so opremljeni s koaksialnimi vtičnicami iz družine "SMA", katerim pojav višjih valovodnih rodov v koaksialnem kablu omejuje gornjo frekvenčno mejo na: !12.4GHz !18GHz !26.5GHz !46GHz

?Piramidni lijak vzbujamo z osnovnim rodom  $TE_{01}$  v pravokotnem valovodu. Dolžino lijaka  $l$  izberemo tako, da nam kvadratna napaka faze prinaša izgubo smernosti  $\Delta D = -0.5\text{dB}$  glede na zelo dolg lijak z zanemarljivo napako faze. Kolikšen je izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_O = ?$  ?Piramidni lijak vzbujamo z osnovnim rodom  $TE_{01}$  v pravokotnem valovodu. Dolžino lijaka  $l$  izberemo tako, da nam kvadratna napaka faze prinaša izgubo smernosti  $\Delta D = -1.5\text{dB}$  glede na zelo dolg lijak z zanemarljivo napako faze. Kolikšen je izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_O = ?$  !89% !81% !72% !57%

?Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d = 1.5\text{m}$ . Razmerje med goriščnico in premerom znaša  $f/d = 0.25$ . Kolikšna je globina zrcala  $h = ?$  v temenu? ?Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d = 1.5\text{m}$ . Razmerje med goriščnico in premerom znaša  $f/d = 0.40$ . Kolikšna je globina zrcala  $h = ?$  v temenu? !46.9cm !37.5cm !31.3cm !23.4cm

?Osnovni rod v pravokotnem kovinskem valovodu razširimo s piramidnim lijakom v odprtino kvadratnega prereza (enaki stranici  $a$  v smereh  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$ ). V katerem prerezu je glavni snop smernega diagrama ožji, če dolžina lijaka zagotavlja zanemarljivo majhno napako faze? ?Osnovni rod v pravokotnem kovinskem valovodu razširimo s piramidnim lijakom v odprtino kvadratnega prereza (enaki stranici  $a$  v smereh  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$ ). V katerem prerezu je glavni snop smernega diagrama širši, če dolžina lijaka zagotavlja zanemarljivo majhno napako faze? !v ravnini  $\vec{E}$  !enak v  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  !v diagonali !v ravnini  $\vec{H}$

?V kakšnih merskih enotah nastopata dobitka anten  $G_{TX}[?]$  in  $G_{RX}[?]$  v Friisovi enačbi slabljenja radijske zveze v praznem prostoru  $P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} + 20\log(\lambda) - 20\log(r) - 17.7\text{dB}$ ? ?V kakšnih merskih enotah nastopata dobitka anten  $G_{TX}[?]$  in  $G_{RX}[?]$  v Friisovi enačbi slabljenja radijske zveze v praznem prostoru  $P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} + 20\log(\lambda) - 20\log(r) - 22.0\text{dB}$ ? !neimenovano !dBd !dBi !dBm

?Dvozrcalna antena Cassegrain uporablja zrcali, ki imata obliki: ?Dvozrcalna Gregorijanska antena uporablja zrcali, ki imata obliki: !krogelno+parabolično !parabolično+hiperbolično !eliptično+hiperbolično !parabolično+eliptično

?Pri majhnih zrcalnih antenah  $d \leq 5\lambda$  rezonančni pojavi omejujejo izmere zrcal na nekaj uporabnih vrednosti. Dipol v skodelici daje najboljši smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$  pri premeru  $d = ?$  ?Pri majhnih zrcalnih antenah  $d \leq 5\lambda$  rezonančni pojavi omejujejo izmere zrcal na nekaj uporabnih vrednosti. Short-backfire antena daje najboljši smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$  pri premeru  $d = ?$  !1.2λ !0.5λ !2.2λ !3.7λ

?Polvalovni dipol v osi Z ima amplitudni smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = \cos(\pi/2 \cdot \cos\Theta)/\sin\Theta$ . Za koliko decibelov  $a = ?[\text{dB}]$  upade sevanje dipola pri kotu  $\Theta = 30^\circ$  glede na maksimum smernega diagrama pri  $\Theta = 90^\circ$ ? ?Polvalovni dipol v osi Z ima amplitudni smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = \cos(\pi/2 \cdot \cos\Theta)/\sin\Theta$ . Za koliko decibelov  $a = ?[\text{dB}]$  upade sevanje dipola pri kotu  $\Theta = 60^\circ$  glede na maksimum smernega diagrama pri  $\Theta = 90^\circ$ ? !-0.44dB !-1.76dB !-5.05dB !-7.58dB

?Huygensov izvor leži v ravnini XY. Vzbujamo ga s potujočim valom  $\vec{E}_O = \vec{I}_y C \cdot e^{-jkz}$ . Kakšno smer ima sevano polje  $\vec{E} = ?$  na osi X? ?Huygensov izvor leži v ravnini XY. Vzbujamo ga s potujočim valom  $\vec{E}_O = \vec{I}_y C \cdot e^{-jkz}$ . Kakšno smer ima sevano polje  $\vec{E} = ?$  na osi Y? ! $\vec{I}_r$  ! $\vec{I}_\Phi$  ! $\vec{I}_z$  ! $\vec{I}_\Theta$

?V reverberenčni komori želino ustvariti elektromagnetno polje z naključnimi amplitudo, fazo in polarizacijo. Najboljša izbira razmerja hitrosti vrtenja dveh mešalnikov rodov je: ?V reverberenčni komori želino ustvariti elektromagnetno polje z naključnimi amplitudo, fazo in polarizacijo. Najslabša izbira razmerja hitrosti vrtenja dveh mešalnikov rodov je: !1 : 1 !1 : 1.5 !1 : π/2 !1 : 2

?Vijačna antena z osnim sevanjem ima žico navito na dolg izolirni valj premera  $2r = 4\text{cm}$ . Na kateri osrednji frekvenci  $f = ?$  deluje antena, če je dielektričnost valja zanemarljiva  $\epsilon_r \rightarrow 1$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ) ?Vijačna antena z osnim sevanjem ima žico navito na dolg izolirni valj premera  $2r = 8\text{cm}$ . Na kateri osrednji frekvenci  $f = ?$  deluje antena, če je dielektričnost valja zanemarljiva  $\epsilon_r \rightarrow 1$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ) !7.5GHz !2.3GHz !3.7GHz !1.2GHz

### \*3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 15.04.2021

?Neznana antena ima smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = 1 + \sin\Theta\cos\Phi$ . Za kakšno vrsto antene gre? ?Neznana antena ima smerni diagram  $F(\Theta, \Phi) = 1 + \sin\Theta\sin\Phi$ . Za kakšno vrsto antene gre? !majhna zanka v ravnini YZ ! Huygensov izvor v ravnini YZ !tokovni element v osi Y ! Huygensov izvor v ravnini XZ

?Vektor električnega polja v prostoru zapišemo v kartezičnih koordinatah  $(x, y, z)$  kot  $\vec{E} = (j\vec{I}_x + \vec{I}_y) \cdot C \cdot e^{-jkz}$ , kjer je  $C[V/m]$  konstanta in  $k$  valovno število. Kakšno polarizacijo (definicija IEEE) ima opisano valovanje? ?Vektor električnega polja v prostoru zapišemo v kartezičnih koordinatah  $(x, y, z)$  kot  $\vec{E} = (j\vec{I}_x + \vec{I}_y) \cdot C \cdot e^{+jkz}$ , kjer je  $C[V/m]$  konstanta in  $k$  valovno število. Kakšno polarizacijo (definicija IEEE) ima opisano valovanje? !premo (linearno) ! RHCP !eliptično ! LHCP

?Na kakšno višino  $z = ?$  moramo postaviti anteno na frekvenci  $f = 110MHz$  nad dobro prevodna ( $\Gamma = -1$ ) ravna tla, da bo najnižji maksimum smernega diagrama v smeri  $\alpha = 2^\circ$  nad obzorjem? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Na kakšno višino  $z = ?$  moramo postaviti anteno na frekvenci  $f = 330MHz$  nad dobro prevodna ( $\Gamma = -1$ ) ravna tla, da bo najnižji maksimum smernega diagrama v smeri  $\alpha = 2^\circ$  nad obzorjem? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !6.5m !13m !19.5m !26m

?Kovinsko ploščo simuliramo v momentnem postopku s kvadratno mrežo iz kovinskih žic. Kolikšen polmer žice  $r = ?$  izberemo po pravilu enakih površin, če ima mreža stranico  $d = 10cm$ ? ?Kovinsko ploščo simuliramo v momentnem postopku s kvadratno mrežo iz kovinskih žic. Kolikšen polmer žice  $r = ?$  izberemo po pravilu enakih površin, če ima mreža stranico  $d = 20cm$ ? !8mm !16mm !32mm !64mm

?Luno vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{Luna} = 0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T_L = 200K$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T = ?$  brezizgubne antene s smernim diagramom v obliki stožca z  $\alpha_{antena} = 1.6^\circ$ , ko jo iz hladnega neba  $T_N = 10K$  zasukamo v Luno? ?Luno vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{Luna} = 0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T_L = 200K$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T = ?$  brezizgubne antene s smernim diagramom v obliki stožca z  $\alpha_{antena} = 0.16^\circ$ , ko jo iz hladnega neba  $T_N = 10K$  zasukamo v Luno? !6K !19K !60K !190K

?Bočna skupina dveh neusmerjenih virov je napajana z enako velikima tokovoma in takšno fazno razliko, da je vsota sevanja obeh virov največja v željeni smeri. Največjo smernost  $D_{MAX}$  dobimo pri razdalji  $h$  med viroma v območju: ? Osna skupina dveh neusmerjenih virov je napajana z enako velikima tokovoma in takšno fazno razliko, da je vsota sevanja obeh virov največja v željeni smeri. Največjo smernost  $D_{MAX}$  dobimo pri razdalji  $h$  med viroma v območju: ! $\lambda/8 < h < \lambda/4$  !  $\lambda/4 < h < \lambda/2$  !  $\lambda < h < 2\lambda$  !  $\lambda/2 < h < \lambda$

?Pri postopku končnih razlik (elementov) narašča velikost pomnilnika za sistem enačb z  $N$  neznankami sorazmerno z: ?Pri momentnem postopku (MoM) narašča velikost pomnilnika za sistem enačb z  $N$  neznankami sorazmerno z: ! $\alpha N^4$  ! $\alpha N^3$  ! $\alpha N^2$  ! $\alpha N$

?Antena s šumno temperaturo  $T_A = 220K$  je priključena na sprejemnik s pasovno širino  $B = 10kHz$  in nadomestno šumno temperaturo  $T_S = 150K$  na vhodnih sponkah. Kolikšna je skupna moč šuma  $P_N = ?$ , preračunana na vhodne sponke? ( $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ ) ?Antena s šumno temperaturo  $T_A = 220K$  je priključena na sprejemnik s pasovno širino  $B = 10MHz$  in nadomestno šumno temperaturo  $T_S = 150K$  na vhodnih sponkah. Kolikšna je skupna moč šuma  $P_N = ?$ , preračunana na vhodne sponke? ( $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ ) ! $5.1 \cdot 10^{-14}W$  ! $5.1 \cdot 10^{-16}W$  ! $5.1 \cdot 10^{-17}W$  ! $5.1 \cdot 10^{-21}W$

?Neidealna krožno-polarizirana antena dosega razmerje krožnih komponent  $Q = -11.6$ . Kolikšno je osno razmerje  $R_{dB} = ?$  v logaritemskih enotah? ?Neidealna krožno-polarizirana antena dosega razmerje krožnih komponent  $Q = j2.58$ . Kolikšno je osno razmerje  $R_{dB} = ?$  v logaritemskih enotah? !3.5dB !1.5dB !5.4dB !7.1dB

?Šum sprejemnika, preračunan na vhodne sponke, ustreza šumni temperaturi  $T_S = 290K$ . Kolikšno je šumno število sprejemnika  $F[dB] = ?$  v logaritemskih enotah, če privzamemo  $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$  in  $T_A \approx T_0 = 290K$ ? ?Šum sprejemnika, preračunan na vhodne sponke, ustreza šumni temperaturi  $T_S = 870K$ . Kolikšno je šumno število sprejemnika  $F[dB] = ?$  v logaritemskih enotah, če privzamemo  $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$  in  $T_A \approx T_0 = 290K$ ? !0.0dB !3.0dB !4.8dB !6.0dB

?Razdaljo med dvema antenama v bočni skupini iščemo z izrazom  $h = \lambda / (2 \cdot \sin(\alpha_{-3dB} / 2))$ . Rezultat opisanega postopka je: ?Razdaljo med dvema antenama v bočni skupini iščemo z izrazom  $Re[Z_{12}(h)] = \min$ . Rezultat opisanega postopka je: !neuporaben !približen !enak nič !točen

?Kolikšna mora biti razdalja  $h = ?$  med dvema enako močnima neusmerjenima viroma na osi Z, da smerni diagram bočne skupine upade za  $a = -1dB$  pri polarni razdalji  $\Theta = \pi/3$ ? ( $\lambda = 10cm$ ) ?Kolikšna mora biti razdalja  $h = ?$  med dvema enako močnima neusmerjenima viroma na osi Z, da smerni diagram bočne skupine upade za  $a = -2dB$  pri polarni razdalji  $\Theta = \pi/3$ ? ( $\lambda = 10cm$ ) !2.1cm !3.0cm !4.2cm !7.4cm

## \*4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 06.05.2021

?Kolikšno jakost električnega polja pričakujemo v točki sprejema  $|\vec{E}| = ?$ , če med oddajnik in sprejemnik postavimo veliko oviro z izvrtino s polmerom  $a = 3\rho_1 = 3 \cdot \sqrt{\lambda d_{TX} d_{RX} / (d_{TX} + d_{RX})}$  natančno na zveznici TX-RX. Jakost neoviranega polja v praznem prostoru označimo z  $|\vec{E}_\infty|$ . ?Kolikšno jakost električnega polja pričakujemo v točki sprejema  $|\vec{E}| = ?$ , če med oddajnik in sprejemnik postavimo veliko oviro z izvrtino s polmerom  $a = 2\rho_1 = 2 \cdot \sqrt{\lambda d_{TX} d_{RX} / (d_{TX} + d_{RX})}$  natančno na zveznici TX-RX. Jakost neoviranega polja v praznem prostoru označimo z  $|\vec{E}_\infty|$ . !  $|\vec{E}| \ll |\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx |\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx 2|\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx 3|\vec{E}_\infty|$

?Ravna kovinska plošča velikosti  $A = 0.1m^2$  ima odbojnost  $\Gamma = -1$  za radijske valove. Pri kateri frekvenci  $f = ?$  doseže njena odmevna površina  $\sigma = 100m^2$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Ravna kovinska plošča velikosti  $A = 0.1m^2$  ima odbojnost  $\Gamma = -1$  za radijske valove. Pri kateri frekvenci  $f = ?$  doseže njena odmevna površina  $\sigma = 10m^2$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $8.5GHz$  !  $26.8GHz$  !  $2.7GHz$  !  $1850MHz$

?Program za izračun radijske zveze razpolaga s številskim zemljevidom z ločljivostjo po zemljepisni dolžini in širini  $1'' \times 1''$  (ena ločna sekunda). Kolikšna je ločljivost zemljevida v metrih na zemljepisni širini  $\phi = 46^\circ N$ ? ( $R_Z = 6378km$ ) ?Program za izračun radijske zveze razpolaga s številskim zemljevidom z ločljivostjo po zemljepisni dolžini in širini  $1'' \times 1''$  (ena ločna sekunda). Kolikšna je ločljivost zemljevida v metrih na zemljepisni širini  $\phi = 0^\circ N$ ? ( $R_Z = 6378km$ ) !  $43m \times 31m$  !  $31m \times 31m$  !  $31m \times 21m$  !  $21m \times 21m$

?Kolikšen je krivinski polmer  $R(h) = ?$  žarka radijske zveze, ki poteka na povprečni nadmorski višini  $h = 2000m$ , kjer je vodne pare zelo malo? Odstopanje lomnega količnika suhega dela ozračja znaša  $\Delta n = 0.0003$  na gladini morja, konstanta suhega dela v barometerski enačbi znaša  $H = 8.5km$ . ?Kolikšen je krivinski polmer  $R(h) = ?$  žarka radijske zveze, ki poteka na povprečni nadmorski višini  $h = 4000m$ , kjer je vodne pare zelo malo? Odstopanje lomnega količnika suhega dela ozračja znaša  $\Delta n = 0.0003$  na gladini morja, konstanta suhega dela v barometerski enačbi znaša  $H = 8.5km$ . !  $28333km$  !  $35850km$  !  $45360km$  !  $22392km$

?Radijska zveza na frekvenci  $f = 300MHz$  premošča razdaljo  $d = 40km$  v praznem prostoru ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ). Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  $a = -6dB$ . Višina grebena  $h = ?$  nad zveznico oddajnik-sprejemnik znaša: ?Radijska zveza na frekvenci  $f = 300MHz$  premošča razdaljo  $d = 40km$  v praznem prostoru ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ). Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  $a = -16dB$ . Višina grebena  $h = ?$  nad zveznico oddajnik-sprejemnik znaša: !  $0m$  !  $50m$  !  $100m$  !  $200m$

?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 300kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  $\sigma = 1m^2$  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . ?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 30kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  $\sigma = 1m^2$  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . !  $111km$  !  $197km$  !  $62km$  !  $350km$

?Nd-YAG laser oddaja na valovni dolžini  $\lambda = 1064nm$  žarek moči  $P = 1kW$  krožnega prereza premera  $2r = 7mm$ . Za kolikšno največjo gostoto moči  $S_{MAX} = ?$  moramo načrtovati zrcalo, od katerega se žarek odbije, da ne pride do zažiga v Aragovi točki? ?Nd-YAG laser oddaja na valovni dolžini  $\lambda = 1064nm$  žarek moči  $P = 4kW$  krožnega prereza premera  $2r = 7mm$ . Za kolikšno največjo gostoto moči  $S_{MAX} = ?$  moramo načrtovati zrcalo, od katerega se žarek odbije, da ne pride do zažiga v Aragovi točki? !  $26MW/m^2$  !  $104MW/m^2$  !  $416MW/m^2$  !  $1.66GW/m^2$

?Pri meritvi zemeljske radijske zveze nam jakost sprejetega signala hitro niha z višino nad tlemi sprejemne antene. Vzrok nihanja jakosti je najverjetneje: ?Pri meritvi zemeljske radijske zveze nam jakost sprejetega signala hitro niha z oddaljenostjo sprejemne antene od vira. Vzrok nihanja jakosti je najverjetneje: luklon na oviri pred sprejemnikom ! odboj od tal ! slabljenje ozračja ! odboj od ovire za sprejemnikom

?Gorišče zrcala premera  $d$  iščemo na premajhni razdalji od druge antene  $r < 2d^2/\lambda$ . Izmerjena goriščnica je v primerjavi s pravo: ?Gorišče zrcala premera  $d$  iščemo na premajhni razdalji od druge antene  $r < 2d^2/\lambda$ . Prava goriščnica je v primerjavi z izmerjeno: ! nedoločena ! daljša ! enaka ! krajša :

?Polarizacijo valovanja skušamo ugotoviti z dvema znanima merilnima antenama. Vsaka merilna antena ima vgrajen svoj detektor amplitude (diodo). Če uporabimo par anten VP/HP, z njima ne moremo razlikovati med: ?Polarizacijo valovanja skušamo ugotoviti z dvema znanima merilnima antenama. Vsaka merilna antena ima vgrajen svoj detektor amplitude (diodo). Če uporabimo par anten RHCP/LHCP, z njima ne moremo razlikovati med: ! RHCP/HP ! RHCP/LHCP ! VP/LHCP ! VP/HP

?Šumna temperatura  $T_A$  antene za  $f = 10GHz$ , zasukane v obzorje, je v primerjavi s šumom upora  $T_R \approx T_0 = 290K$  na sobni temperaturi: ?Šumna temperatura  $T_A$  antene za  $f = 10MHz$ , zasukane v obzorje, je v primerjavi s šumom upora  $T_R \approx T_0 = 290K$  na sobni temperaturi: ! nižja ! enaka ! višja ! nič

?Sekundarni radar v civilnem zračnem prometu oddaja vprašanja na frekvenci  $f = ?$  ?Sekundarni radar v civilnem zračnem prometu sprejema odgovore na frekvenci  $f = ?$  !  $330MHz$  !  $1030MHz$  !  $1090MHz$  !  $9375MHz$

## \*5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 27.5.2021

?Prehod iz koaksialnega kabla na pravokotni valovod uporabimo kot lijakasto anteno v nazivnem frekvenčnem pasu valovoda (en sam rod v valovodu). Na polovični frekvenci  $f_0/2$  od nazivne bo impedanca, ki jo izmerimo na koaksialnem priključku: ?Prehod iz koaksialnega kabla na pravokotni valovod uporabimo kot lijakasto anteno v nazivnem frekvenčnem pasu valovoda (en sam rod v valovodu). Na dvakratni frekvenci  $2f_0$  od nazivne bo impedanca, ki jo izmerimo na koaksialnem priključku: !čisto realna ! čisto jalova ! kompleksna ! enaka nič

?Pri povratku vesoljske ladje v zemeljsko ozračje se okoli nje naredi gost ioniziran oblak, ki prekine vse radijske zveze do frekvence  $f = 3GHz$ . Kolikšna je gostota elektronov  $N_e[m^{-3}] = ?$  v oblaku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 8.84 \cdot 10^{-12} As/Vm$ ) ?Pri povratku vesoljske ladje v zemeljsko ozračje se okoli nje naredi gost ioniziran oblak, ki prekine vse radijske zveze do frekvence  $f = 0.3GHz$ . Kolikšna je gostota elektronov  $N_e[m^{-3}] = ?$  v oblaku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 8.84 \cdot 10^{-12} As/Vm$ ) ! $1.24 \cdot 10^{14} m^{-3}$  !  $1.12 \cdot 10^{15} m^{-3}$  !  $1.24 \cdot 10^{16} m^{-3}$  !  $1.12 \cdot 10^{17} m^{-3}$

?Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h = 40m$  nad tlemi in pokriva celico s polmerom  $r = 4km$ . Na kakšno višino  $h' = ?$  moramo znižati anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja skrči na krog s polmerom  $r' = 2km$ ? ?Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h = 40m$  nad tlemi in pokriva celico s polmerom  $r = 4km$ . Na kakšno višino  $h' = ?$  moramo znižati anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja skrči na krog s polmerom  $r' = 1km$ ? ! $20m$  !  $2.5m$  !  $134m$  !  $10m$

?Padavine z jakostjo  $R = 10mm/h$  vidi vremenski radar kot odmev moči  $P_{RX} = -70dBm$ . Na koliko  $P'_{RX} = ?$  naraste moč odmeva, ko se jakost padavin poveča na  $R' = 50mm/h$ ? ?Padavine z jakostjo  $R = 10mm/h$  vidi vremenski radar kot odmev moči  $P_{RX} = -70dBm$ . Na koliko  $P'_{RX} = ?$  naraste moč odmeva, ko se jakost padavin poveča na  $R' = 20mm/h$ ? ! $-81dBm$  !  $-65dBm$  !  $-59dBm$  !  $-48dBm$

?Pri raznolikem sprejemu je verjetnost izpada prve zveze  $P_1 = 3\%$  in verjetnost izpada druge zveze  $P_2 = 9\%$ . Kolikšna je skupna verjetnost izpada  $P = ?$ , če izbiramo boljši sprejemnik in sta sprejemnika med sabo nekoreliana? ?Pri raznolikem sprejemu je verjetnost izpada prve zveze  $P_1 = 30\%$  in verjetnost izpada druge zveze  $P_2 = 9\%$ . Kolikšna je skupna verjetnost izpada  $P = ?$ , če izbiramo boljši sprejemnik in sta sprejemnika med sabo nekoreliana? ! $0.027\%$  !  $0.27\%$  !  $2.7\%$  !  $27\%$

?Kolikšna je radijska vidljivost  $d = ?$  iz  $h = 250m$  visokega kuclja nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K = 4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_Z = 6378km$ ) ?Kolikšna je radijska vidljivost  $d = ?$  iz  $h = 160m$  visokega kuclja nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K = 4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_Z = 6378km$ ) !  $65km$  !  $29km$  !  $52km$  !  $45km$

?V zemeljski radijski zvezi na  $f = 30GHz$  so učinki dežja največji za naslednjo polarizacijo valovanja: ?V zemeljski radijski zvezi na  $f = 30GHz$  so učinki dežja najmanjši za naslednjo polarizacijo valovanja: !vodoravno !krožno !pokončno !neodvisni od polarizacije

?Presih v frekvenčnem prostoru se ponavlja s periodo  $\Delta f \approx 1MHz$ . Kolikšna je razlika poti večpotja  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Presih v frekvenčnem prostoru se ponavlja s periodo  $\Delta f \approx 4MHz$ . Kolikšna je razlika poti večpotja  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! $600m$  !  $300m$  !  $150m$  !  $75m$

?WiFi dostopna točka ( $\lambda = 12cm$ ) se nahaja na višini  $h_{TX} = 3m$  nad ravnimi tlemi. Na kateri (najnižji) višini  $h_{RX} = ?$  dobimo najboljšo zvezo pri vodoravni razdalji  $d = 30m$ ? ?WiFi dostopna točka ( $\lambda = 12cm$ ) se nahaja na višini  $h_{TX} = 6m$  nad ravnimi tlemi. Na kateri (najnižji) višini  $h_{RX} = ?$  dobimo najboljšo zvezo pri vodoravni razdalji  $d = 30m$ ? ! $120cm$  !  $60cm$  !  $30cm$  !  $15cm$

?Kolikšna je (enosmerna) magnetna poljska jakost  $|\vec{H}_0| = ?$  v ionosferi, kjer izmerimo povečano slabljenje radijskih valov frekvence  $f = 1.2MHz$ ? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} Vs/Am$ ) ?Kolikšna je (enosmerna) magnetna poljska jakost  $|\vec{H}_0| = ?$  v ionosferi, kjer izmerimo povečano slabljenje radijskih valov frekvence  $f = 1.6MHz$ ? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} Vs/Am$ ) !  $34A/m$  !  $40A/m$  !  $46A/m$  !  $56A/m$

?Radijsko zvezo motijo redki ozkopasovni (nemodulirani) nosilci iz raznih izvorov. Katera vrsta raznolikosti je v tem primeru najučinkovitejša? ?Radijsko zvezo motijo redki kratkotrajni (širokopasovni) impulzi iz raznih izvorov. Katera vrsta raznolikosti je v tem primeru najučinkovitejša? !prostorska !frekvenčna !polarizacijska !časovna

?Bazne postaje mobilnega omrežja naj bi imele uporaben domet  $d_u = 2km$  in zagotovljeno oddaljenost motilca (ponavljanje kanala)  $d_m = 12km$ . Kakšno najnižje razmerje signal/motnja pričakujemo pri pogostnosti izpada zveze  $P_{izpada} = 3\%$ ? ?Bazne postaje mobilnega omrežja naj bi imele uporaben domet  $d_u = 2km$  in zagotovljeno oddaljenost motilca (ponavljanje kanala)  $d_m = 8km$ . Kakšno najnižje razmerje signal/motnja pričakujemo pri pogostnosti izpada zveze  $P_{izpada} = 3\%$ ? ! $22dB$  !  $16dB$  !  $11dB$  !  $9dB$

# \*1st midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 3.3.2022

?A small wire loop with the radius  $a \ll \lambda$  is located at the coordinate origin in the XY plane. The loop is fed by an alternating source with the current  $I$ . Which electromagnetic-field components are produced by the loop at **small distances  $r \ll \lambda$** ? ?A small wire loop with the radius  $a \ll \lambda$  is located at the coordinate origin in the XY plane. The loop is fed by an alternating source with the current  $I$ . Which electromagnetic-field components are produced by the loop at **large distances  $r \gg \lambda$** ? !  $E_\phi$  and  $H_\Theta$  !  $E_\Theta$  and  $H_\phi$  !  $E_\phi$ ,  $H_r$  and  $H_\Theta$  !  $E_r$ ,  $E_\Theta$  and  $H_\phi$

?Find the radiation efficiency  $\eta = ?$  of an antenna with a directivity of  $D = 11.5\text{dBi}$ , if the same antenna achieves a gain of  **$G = 11.0\text{dBi}$**  ! ?Find the radiation efficiency  $\eta = ?$  of an antenna with a directivity of  $D = 11.5\text{dBi}$ , if the same antenna achieves a gain of  **$G = 9.5\text{dBi}$**  ! ! **63%** ! 79% ! **89%** ! 100%

?The **electric-current density  $\vec{J}$**  is measured in the following units: ?The **electric-charge density  $\rho$**  is measured in the following units: !  **$A/m^2$**  !  $A/m^3$  !  $As/m^2$  !  $As/m^3$

?Find the shortest distance  $l = ?$  along the Earth's surface from London, located at a latitude of  $51.5^\circ N$ , to the **north** pole, if the Earth is assumed a perfect sphere with a radius of  $R = 6378\text{km}$  ! ?Find the shortest distance  $l = ?$  along the Earth's surface from London, located at a latitude of  $51.5^\circ N$ , to the **south** pole, if the Earth is assumed a perfect sphere with a radius of  $R = 6378\text{km}$  ! ! **4286km** !  $6378\text{km}$  !  $10019\text{km}$  !  $15751\text{km}$

?A spotlight uniformly illuminates a circular area of  $A = 60\text{m}^2$  at a distance of  **$r = 150\text{m}$** . What is the directivity  $D = ?$  of the spotlight? ?A spotlight uniformly illuminates a circular area of  $A = 60\text{m}^2$  at a distance of  **$r = 250\text{m}$** . What is the directivity  $D = ?$  of the spotlight? !  $28.5\text{dBi}$  ! **36.7dBi** !  $41.2\text{dBi}$  !  $48.0\text{dBi}$

?Find the propagation loss  $P_{RX}/P_{TX} = ?$  between two handheld radios equipped with omnidirectional antennas  $G_{TX} = G_{RX} = 1$  at a distance of  **$r = 1\text{km}$**  in free space operating at a wavelength of  $\lambda = 2\text{m}$  ! ?Find the propagation loss  $P_{RX}/P_{TX} = ?$  between two handheld radios equipped with omnidirectional antennas  $G_{TX} = G_{RX} = 1$  at a distance of  **$r = 2\text{km}$**  in free space operating at a wavelength of  $\lambda = 2\text{m}$  ! !  $-70\text{dB}$  !  **$-76\text{dB}$**  !  $-82\text{dB}$  !  $-88\text{dB}$

?A short  $h \ll \lambda$  vertical rod achieves a radiation resistance of  $R = 0.1\Omega$  at  $f = 10\text{MHz}$ . At which frequency  $f' = ?$  its radiation resistance increases to  **$R' = 0.3\Omega$**  ?A short  $h \ll \lambda$  vertical rod achieves a radiation resistance of  $R = 0.1\Omega$  at  $f = 10\text{MHz}$ . At which frequency  $f' = ?$  its radiation resistance increases to  **$R' = 0.5\Omega$**  !  $14.1\text{MHz}$  ! **17.3MHz** !  $20.0\text{MHz}$  !  $22.4\text{MHz}$

?What is the approximate length of a **half-wave** dipole operating at a frequency of  $f = 450\text{MHz}$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ) ?What is the approximate length of a **full-wave** dipole operating at a frequency of  $f = 450\text{MHz}$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ) !  $0.17\text{m}$  ! **0.33m** !  $0.50\text{m}$  ! **0.67m**

?A smartphone CCD camera includes a fixed-focus lens with an aperture of  **$d = 1.0\text{mm}$** . At what distance  $r = ?$  should the focus be adjusted in factory, so that the image remains sharp  $\Delta\phi \leq \pi$  up to infinity? ( $\lambda = 0.5\mu\text{m}$ ) ?A smartphone CCD camera includes a fixed-focus lens with an aperture of  **$d = 0.7\text{mm}$** . At what distance  $r = ?$  should the focus be adjusted in factory, so that the image remains sharp  $\Delta\phi \leq \pi$  up to infinity? ( $\lambda = 0.5\mu\text{m}$ ) ! **0.25m** ! **0.5m** !  $1.0\text{m}$  !  $2.0\text{m}$

?Cartesian coordinates  $(x, y, z)$  need to be converted to spherical coordinates  $(r, \Theta, \phi)$ . How is the **distance from origin  $r = ?$**  calculated? ?Cartesian coordinates  $(x, y, z)$  need to be converted to spherical coordinates  $(r, \Theta, \phi)$ . How is the **polar distance  $\Theta = ?$**  calculated? !  $\arctan(y/x)$  !  $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$  !  $\arcsin(z/\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$  !  $\arccos(z/\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$

?The gain  $G$  is measured in a free-space link between two identical unknown antennas at a distance of  **$r \approx 3\text{m}$** . What is the expected uncertainty  $\Delta G[\text{dBi}] = ?$  of the measurement due to the uncertainty of each antenna phase center amounting to  $\Delta r = \pm 10\text{cm}$ ? ?The gain  $G$  is measured in a free-space link between two identical unknown antennas at a distance of  **$r \approx 1\text{m}$** . What is the expected uncertainty  $\Delta G[\text{dBi}] = ?$  of the measurement due to the uncertainty of each antenna phase center amounting to  $\Delta r = \pm 10\text{cm}$ ? !  $\pm 0.2\text{dBi}$  !  **$\pm 0.6\text{dBi}$**  !  **$\pm 1.8\text{dBi}$**  !  $\pm 5.4\text{dBi}$

?The radiated electric field in free space is given as  **$\vec{E} = \vec{I}_x 19\text{V/m} \cdot e^{-jkz}$** . What is the corresponding magnetic field  $\vec{H} = ?$  ( $Z_0 = 377\Omega$ ) ?The radiated electric field in free space is given as  **$\vec{E} = \vec{I}_y 19\text{V/m} \cdot e^{-jkz}$** . What is the corresponding magnetic field  $\vec{H} = ?$  ( $Z_0 = 377\Omega$ ) !  $\vec{I}_x 0.05\text{A/m} \cdot e^{-jkz}$  !  **$\vec{I}_y 0.05\text{A/m} \cdot e^{-jkz}$**  !  $\vec{I}_z 0.05\text{A/m} \cdot e^{-jkz}$  !  $-\vec{I}_x 0.05\text{A/m} \cdot e^{-jkz}$

## \*2nd midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 24.3.2022

?A Huygens source is located in the XY plane with both dimensions  $\Delta x$  and  $\Delta y$  much smaller than the wavelength  $\lambda$ . If both dimensions of the aperture  $\Delta x$  and  $\Delta y$  are doubled and the illumination remains unchanged, what is the corresponding increase of the radiated electric field  $\vec{E}$  at  $r \gg \lambda$ ?  
?A Huygens source is located in the XY plane with both dimensions  $\Delta x$  and  $\Delta y$  much smaller than the wavelength  $\lambda$ . If both dimensions of the aperture  $\Delta x$  and  $\Delta y$  are doubled and the illumination remains unchanged, what is the corresponding increase of the radiated power density  $\vec{S}$  at  $r \gg \lambda$ ?  
!twice ! 4 times ! 8 times ! 16 times

?Find the directivity of a uniformly-illuminated circular aperture with a diameter of  $d = 1m$  at a frequency of  $f = 10GHz$ !  
( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Find the directivity of a uniformly-illuminated circular aperture with a diameter of  $d = 1m$  at a frequency of  $f = 20GHz$ !  
( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! 40dBi ! 43dBi ! 46dBi ! 49dBi

?An aperture in the XY plane is uniformly illuminated by the plane wave  $\vec{E}_0 = \vec{1}_y C e^{-jkz}$ . Which component(s) has the equivalent electric surface current  $\vec{K}[A/m]$ ?  
?An aperture in the XY plane is uniformly illuminated by the plane wave  $\vec{H}_0 = \vec{1}_y C e^{-jkz}$ . Which component(s) has the equivalent electric surface current  $\vec{K}[A/m]$ ?  
!  $K_x$  and  $K_y$  !  $K_y$  !  $K_z$  !  $K_x$

?Find the approximate operating frequency  $f = ?$  of a disk-Yagi antenna, if the slow-wave structure is made from thin metal disks with a diameter of  $d = 50mm$  and the effect of the metal boom can be neglected!  
( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Find the approximate operating frequency  $f = ?$  of a disk-Yagi antenna, if the slow-wave structure is made from thin metal disks with a diameter of  $d = 100mm$  and the effect of the metal boom can be neglected!  
( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! 3.6GHz ! 1.8GHz ! 0.9GHz ! 450MHz

?What is the height  $h = ?$  for an E-plane phase error of  $\Delta\phi = \pi/2$  of an  $l = 1m$  long optimum pyramidal horn at a frequency of  $f = 10GHz$ ?  
( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?What is the width  $w = ?$  for an H-plane phase error of  $\Delta\phi = 3\pi/4$  of an  $l = 1m$  long optimum pyramidal horn at a frequency of  $f = 10GHz$ ?  
( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! 20.0cm ! 24.5cm ! 30.0cm ! 49.0cm

?Find the radiation pattern  $F(\Theta, \Phi)$  of a small loop (magnetic dipole) located in the XZ plane!  
?Find the radiation pattern  $F(\Theta, \Phi)$  of a small loop (magnetic dipole) located in the YZ plane!  
!  $\cos\Theta_y = \sin\Theta \sin\Phi$  !  $\sin\Theta_y = \sqrt{1 - \sin^2\Theta \sin^2\Phi}$  !  $\cos\Theta_x = \sin\Theta \cos\Phi$  !  $\sin\Theta_x = \sqrt{1 - \sin^2\Theta \cos^2\Phi}$

?A symmetric parabolic dish has a diameter of  $d = 1m$  and a height of  $h = 25.0cm$ . Find its focal length  $f = ?$   
?A symmetric parabolic dish has a diameter of  $d = 1m$  and a height of  $h = 15.6cm$ . Find its focal length  $f = ?$   
! 25cm ! 30cm ! 40cm ! 60cm

?A Cassegrain antenna uses the following combination of two mirrors (primary+secondary):  
?A Gregorian antenna uses the following combination of two mirrors (primary+secondary):  
! parabolic+parabolic ! parabolic+hyperbolic ! elliptic+hyperbolic ! parabolic+elliptic

?A symmetric parabolic dish achieves the maximum gain  $G$  with a low-noise receiver, when compared to the center the illumination at the edge decays by:  
?A symmetric parabolic dish achieves the maximum  $G/T$  ratio with a low-noise receiver, when compared to the center the illumination at the edge decays by:  
! -5dB ! -10dB ! -20dB ! -40dB

?A carefully-designed hollow metal waveguide of rectangular cross-section allows single-mode operation in the frequency range  $f_{min} : f_{max} = ?$   
?A carefully-designed hollow metal waveguide of circular cross-section allows single-mode operation in the frequency range  $f_{min} : f_{max} = ?$   
! 1 : 2.449 ! 1 : 2.000 ! 1 : 1.732 ! 1 : 1.306

?What is the desired reflection coefficient  $\Gamma = ?$  of the walls of an electromagnetic anechoic chamber?  
?What is the desired reflection coefficient  $\Gamma = ?$  of the walls of an electromagnetic reverberant chamber?  
!  $\Gamma = 0$  !  $\Gamma = 1 + j$  !  $|\Gamma| = 1$  !  $\Gamma \rightarrow \infty$

?A mobile phone is operating in the frequency band  $f \approx 900MHz$ . What is the corresponding wavenumber  $k = ?$  in free space  
 $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ?  
?A mobile phone is operating in the frequency band  $f \approx 1800MHz$ . What is the corresponding wavenumber  $k = ?$  in free space  
 $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ?  
! 12.57rd/m ! 18.85rd/m ! 25.13rd/m ! 37.70rd/m

# \*3rd midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 14.4.2022

?A broadside array of two identical antennas, each with a directivity of  $D_e = 3dB_i$  and an impedance of  $Z = 50\Omega$ . What is the overall array directivity  $D = ?$ , if the two elements are fed with identical currents  $I_1 = I_2$  and the mutual impedance amounts to  $Z_{12} = (-5 - j2)\Omega$ ? ?A broadside array of two identical antennas, each with a directivity of  $D_e = 3dB_i$  and an impedance of  $Z = 50\Omega$ . What is the overall array directivity  $D = ?$ , if the two elements are fed with identical currents  $I_1 = I_2$  and the mutual impedance amounts to  $Z_{12} = (5 - j2)\Omega$ ? !5.1dB\_i ! 5.6dB\_i !6.0dB\_i ! 6.5dB\_i

?At what height  $h = ?$  should an antenna be installed above flat conducting ground  $\Gamma \approx -1$  to obtain the lowest maximum at  $\alpha = 5^\circ$  above horizon at  $f = 330MHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?At what height  $h = ?$  should an antenna be installed above flat conducting ground  $\Gamma \approx -1$  to obtain the lowest maximum at  $\alpha = 2^\circ$  above horizon at  $f = 330MHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! 2.6m !4.3m ! 6.5m !13m

?In a MoM simulation, a  $\delta = 1cm$  thick sheet of teflon  $\epsilon_r = 2.1$  is replaced by a square capacitor mesh. What are the required capacitor values  $C = ?$  ( $\epsilon_0 \approx 8.84pF/m$ ) ?In a MoM simulation, a  $\delta = 1cm$  thick sheet of FR4  $\epsilon_r = 4.5$  is replaced by a square capacitor mesh. What are the required capacitor values  $C = ?$  ( $\epsilon_0 \approx 8.84pF/m$ ) ! 0.1pF !0.2pF ! 0.3pF !0.4pF

?The equivalent receiver thermal noise at the input amounts to  $T_{RX} = 580K$ . What is the noise figure  $F = ?$  of the receiver? ( $T_0 = 290K$ ) ?The equivalent receiver thermal noise at the input amounts to  $T_{RX} = 145K$ . What is the noise figure  $F = ?$  of the receiver? ( $T_0 = 290K$ ) !3.0dB ! 4.8dB !6.0dB ! 1.8dB

?In the finite-element method (FEM) the equations solution time  $t = ?$  is proportional to the following power of the number of unknowns  $N$ : ?In the method of moments (MoM) the equations solution time  $t = ?$  is proportional to the following power of the number of unknowns  $N$ : ! $\alpha N$  !  $\alpha N^2$  !  $\alpha N^3$  ! $\alpha N^4$

?In the microwave frequency range, the Sun appears a disk under an angle of  $\alpha = 0.5^\circ$  with an equivalent noise temperature of  $T \approx 10^6 K$ . Find a loss-less antenna temperature increase  $\Delta = ?$  when turned into the Sun, if the antenna gain amounts to 25dB\_i ! ?In the microwave frequency range, the Sun appears a disk under an angle of  $\alpha = 0.5^\circ$  with an equivalent noise temperature of  $T \approx 10^6 K$ . Find a loss-less antenna temperature increase  $\Delta = ?$  when turned into the Sun, if the antenna gain amounts to 35dB\_i ! !476K ! 1505K !4760K ! 15050K

?A symmetric parabolic dish has a focal length of  $f = 25.0cm$ . Where  $f' = ?$  does the received radiation converge, if the transmitter is located at a distance of  $l = 5.0m$ ? ?A symmetric parabolic dish has a focal length of  $f = 25.0cm$ . Where  $f' = ?$  does the received radiation converge, if the transmitter is located at a distance of  $l = 2.5m$ ? !25.0cm ! 26.3cm ! 27.8cm !31.3cm

?Image filtering is performed by a 2D Fourier transform and back using two converging lenses. What is the result if the 2D spectrum filtering is performed by a transparent screen with a dark dot aligned exactly on the axis? ?Image filtering is performed by a 2D Fourier transform and back using two converging lenses. What is the result if the 2D spectrum filtering is performed by a dark screen with a transparent dot aligned exactly on the axis? !negative image ! sharp edges only !original image inverted ! blurred image without small details

?Inside the NEC2 software magnetic-field integral equations describe: ?Inside the NEC2 software electric-field integral equations describe: !empty free space ! nonzero-volume metal bodies ! thin metal wires !perfectly-matched layers

?If the signal amplitude needs to be measured only, which input(s) of the HP8405 vector voltmeter need to be used? ?If the phase shift needs to be measured only, which input(s) of the HP8405 vector voltmeter need to be used? !one of A or B ! A only !B only ! both A and B

?Find the outdoor antenna temperature  $T_A = ?$  of a mobile phone! The antenna is loss-less and omnidirectional. The sky temperature is  $T_{sky} = 10K$  while anything else radiates at  $T = T_0 = 290K$ . ?Find the indoor antenna temperature  $T_A = ?$  of a mobile phone! The antenna is loss-less and omnidirectional. The sky temperature is  $T_{sky} = 10K$  while anything else radiates at  $T = T_0 = 290K$ . ! 150K !10K ! 290K !580K

?The circular-polarization ratio of an antenna amounts to  $Q = 0.3 + j0.4$ . Find the axial ratio  $R = ?$  of the corresponding right-hand elliptical polarization! ?The circular-polarization ratio of an antenna amounts to  $Q = 0.2 + j0.15$ . Find the axial ratio  $R = ?$  of the corresponding right-hand elliptical polarization! !4.00 ! 3.00 ! 1.67 !1.33

# \*4th midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 5.5.2022

?What is the expected received field strength  $|\vec{E}| = ?$  if a large opaque obstacle is placed between the transmitter and receiver with a circular aperture with a radius  $\rho_3 = \sqrt{3\lambda d_{TX}d_{RX}/(d_{TX} + d_{RX})}$  centered exactly on the TX-RX line.  $|\vec{E}_\infty|$  denotes the undisturbed field in free space without any obstacle. ?What is the expected received field strength  $|\vec{E}| = ?$  if a large opaque obstacle is placed between the transmitter and receiver with a circular aperture with a radius  $\rho_4 = \sqrt{4\lambda d_{TX}d_{RX}/(d_{TX} + d_{RX})}$  centered exactly on the TX-RX line.  $|\vec{E}_\infty|$  denotes the undisturbed field in free space without any obstacle. !  $|\vec{E}| \ll |\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx |\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx 2|\vec{E}_\infty|$  !  $|\vec{E}| \approx |\vec{E}_\infty|/2$

?A flat metal plate  $A = 0.1m^2$  has a reflectivity of  $\Gamma = -1$  for radio waves. At which frequency  $f = ?$  its radar cross-section achieves  $\sigma = 1000m^2$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?A flat metal plate  $A = 0.1m^2$  has a reflectivity of  $\Gamma = -1$  for radio waves. At which frequency  $f = ?$  its radar cross-section achieves  $\sigma = 10m^2$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $850MHz$  !  $2.7GHz$  !  $8.5GHz$  !  $26.8GHz$

?A radio-propagation software includes a digital map with a longitude/latitude resolution of  $1'' \times 1''$  (one arc second). What is its resolution in meters at the equator? ?A radio-propagation software includes a digital map with a longitude/latitude resolution of  $3'' \times 3''$  (three arc seconds). What is its resolution in meters at the equator? !  $31m \times 93m$  !  $31m \times 31m$  !  $93m \times 31m$  !  $93m \times 93m$

?Find the maximum range  $r_{MAX} = ?$  of a monostatic radar with a  $P_{TX} = 100kW$  transmitter, a common  $G = 40dBi$  antenna and  $P_{RX} = -90dBm$  receiver sensitivity at  $\lambda = 10cm$  wavelength! The radar cross section of the target amounts to  $\sigma = 1m^2$ . ?Find the maximum range  $r_{MAX} = ?$  of a monostatic radar with a  $P_{TX} = 100kW$  transmitter, a common  $G = 40dBi$  antenna and  $P_{RX} = -90dBm$  receiver sensitivity at  $\lambda = 10cm$  wavelength! The radar cross section of the target amounts to  $\sigma = 10m^2$ . !  $62km$  !  $84km$  !  $111km$  !  $150km$

?Find the curvature radius  $R(h) = ?$  of a horizontal radio ray at an average altitude  $h = 2000m$  above sea level where the water-vapour content is negligible! The barometric constant of dry air amounts to  $H = 8.5km$  and its refraction index differs by  $\Delta n = 0.0003$  at sea level. ?Find the curvature radius  $R(h) = ?$  of a horizontal radio ray at an average altitude  $h = 4000m$  above sea level where the water-vapour content is negligible! The barometric constant of dry air amounts to  $H = 8.5km$  and its refraction index differs by  $\Delta n = 0.0003$  at sea level. !  $28333km$  !  $35850km$  !  $45360km$  !  $22392km$

?A link at  $f = 1.2GHz$  spans a distance of  $d = 40km$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ). A transversal mountain ridge exactly in the middle introduces an additional signal loss of  $a = -22dB$ . What is the height of the ridge  $h = ?$  above the straight TX-RX line, if atmospheric refraction can be neglected? ?A link at  $f = 1.2GHz$  spans a distance of  $d = 40km$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ). A transversal mountain ridge exactly in the middle introduces an additional signal loss of  $a = -16dB$ . What is the height of the ridge  $h = ?$  above the straight TX-RX line, if atmospheric refraction can be neglected? !  $25m$  !  $50m$  !  $100m$  !  $200m$

?An air-traffic secondary radar interrogates the target at the frequency  $f = ?$  ?An air-traffic secondary radar receives transponder replies at the frequency  $f = ?$  !  $3000MHz$  !  $1030MHz$  !  $1090MHz$  !  $9375MHz$

?Find the link loss  $a[dB] = ?$  between two hand-held radios equipped with omnidirectional antennas  $G_{TX} = G_{RX} = 1$  at  $\lambda = 70cm$  held at  $h = 1.5m$  above flat ground at a horizontal distance of  $d = 1km$  ! ?Find the link loss  $a[dB] = ?$  between two hand-held radios equipped with omnidirectional antennas  $G_{TX} = G_{RX} = 1$  at  $\lambda = 70cm$  held at  $h = 1.5m$  above flat ground at a horizontal distance of  $d = 2km$  ! !  $-101dB$  !  $-113dB$  !  $-125dB$  !  $-137dB$

?The visual range of a sailor at  $h = 10m$  above sea surface amounts to  $d = 12km$ . To what height  $h' = ?$  should the sailor climb the ship's mast to extend his visual range to  $d = 15km$  ? ?The visual range of a sailor at  $h = 10m$  above sea surface amounts to  $d = 12km$ . To what height  $h' = ?$  should the sailor climb the ship's mast to extend his visual range to  $d = 18km$  ? !  $12.5m$  !  $15.6m$  !  $18.0m$  !  $22.5m$

?Which broadside-array feed implementation generates a radiation pattern  $F(\Theta, \Phi)$  that is least frequency dependent? ?Which broadside-array feed implementation generates a radiation pattern  $F(\Theta, \Phi)$  that is most frequency dependent? ! series feed ! combined parallel and series ! parallel feed ! feed-implementation independent

?At what altitude  $h = ?$  above sea level the change of the refraction index due to dry air  $H \approx 8.5km$  drops to 10% of its sea-level value  $\Delta n$ ? ?At what altitude  $h = ?$  above sea level the change of the refraction index due to water vapour  $H \approx 1.5km$  drops to 10% of its sea-level value  $\Delta n$ ? !  $1.5km$  !  $3.5km$  !  $8.5km$  !  $20km$

?At which incidence angle  $\Theta = ?$  the polarization of the reflected signal changes least ? The incident wave is perfectly circularly polarized. ?At which incidence angle  $\Theta = ?$  the polarization of the reflected signal changes most ? The incident wave is perfectly circularly polarized. ! independent of  $\Theta$  !  $\Theta \rightarrow 0$  !  $\Theta \rightarrow \pi/4$  !  $\Theta \rightarrow \pi/2$

# \*5th midterm exam ANTENNAS AND PROPAGATION - 26.5.2022

?The results of a radio-link fading measurement are arranged in a histogram. What is the drawback of using a too **large** number of bins (columns) for a given number of measurements? ?The results of a radio-link fading measurement are arranged in a histogram. What is the drawback of using a too **small** number of bins (columns) for a given number of measurements? !no zero-height columns ! **large measurement noise** !not all measurements shown ! **poor measurement resolution**

?A mobile phone achieves a receiver sensitivity of  $P_{MIN} = -108dBm$ . What is the required average signal strength  $\langle P \rangle = ?$  for an outage probability of  $P_{out} = 1.0\%$  considering a Rayleigh fading distribution? ?A mobile phone achieves a receiver sensitivity of  $P_{MIN} = -108dBm$ . What is the required average signal strength  $\langle P \rangle = ?$  for an outage probability of  $P_{out} = 0.1\%$  considering a Rayleigh fading distribution? !-72dBm ! **-78dBm** !-82dBm ! **-88dBm**

?While re-entering the Earth's atmosphere, a cloud of ionized particles is formed around a spaceship blocking radio communications up to  **$f = 10GHz$** . What is the electron density  $N_e[m^{-3}] = ?$  inside the cloud? ( $Q_e \approx -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ,  $m_e \approx 9.1 \cdot 10^{-31}kg$ ,  $\epsilon_0 \approx 8.84 \cdot 10^{-12}As/Vm$ ) ?While re-entering the Earth's atmosphere, a cloud of ionized particles is formed around a spaceship blocking radio communications up to  **$f = 1GHz$** . What is the electron density  $N_e[m^{-3}] = ?$  inside the cloud? ( $Q_e \approx -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ,  $m_e \approx 9.1 \cdot 10^{-31}kg$ ,  $\epsilon_0 \approx 8.84 \cdot 10^{-12}As/Vm$ ) !  **$1.24 \cdot 10^{18}m^{-3}$**  !  $1.12 \cdot 10^{17}m^{-3}$  !  $1.24 \cdot 10^{16}m^{-3}$  !  $1.12 \cdot 10^{15}m^{-3}$

?Fading in the frequency domain repeats with a period of  **$\Delta f = 2MHz$** . What is the expected multipath difference  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) ?Fading in the frequency domain repeats with a period of  **$\Delta f = 5MHz$** . What is the expected multipath difference  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) !300m ! **150m** ! **60m** !30m

?What is the expected gyromagnetic resonance frequency  $f_g = ?$  of the ionosphere where the Earth's magnetic field amounts to  **$|\vec{H}_0| = 40A/m$** ? ( $Q_e \approx -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ,  $m_e \approx 9.1 \cdot 10^{-31}kg$ ,  $\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7}Vs/Am$ ) ?What is the expected gyromagnetic resonance frequency  $f_g = ?$  of the ionosphere where the Earth's magnetic field amounts to  **$|\vec{H}_0| = 30A/m$** ? ( $Q_e \approx -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ,  $m_e \approx 9.1 \cdot 10^{-31}kg$ ,  $\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7}Vs/Am$ ) !1.58MHz ! **1.41MHz** !1.23MHz ! **1.05MHz**

?A rainfall rate  $R = 10mm/h$  produces a weather-radar return of  $P_{RX} = -65dBm$ . What is the expected return  $P'_{RX} = ?$  if the rain **intensifies to  $R' = 100mm/h$** ? ?A rainfall rate  $R = 10mm/h$  produces a weather-radar return of  $P_{RX} = -65dBm$ . What is the expected return  $P'_{RX} = ?$  if the rain **attenuates to  $R' = 1mm/h$** ? ! **-49dBm** !-55dBm !-75dBm ! **-81dBm**

?Which kind of diversity reception requires the largest **receiving-antenna size**? ?Which kind of diversity reception requires the largest **occupied bandwidth**? !polarization ! **spatial** !direction ! **time**

?Rain attenuation at a frequency of  $f = 18GHz$  is the **largest** for the following signal polarization: ?Rain attenuation at a frequency of  $f = 18GHz$  is the **smallest** for the following signal polarization: !polarization independent ! **horizontal** !circular ! **vertical**

?A base-station antenna tower of height  $h = 30m$  allows a cell coverage of  $d = 3km$ . How should the tower height be modified  $h' = ?$  to **extend the coverage to  $d' = 4km$** ? ( $P = \alpha \cdot r^{-4}$ ) ?A base-station antenna tower of height  $h = 30m$  allows a cell coverage of  $d = 3km$ . How should the tower height be modified  $h' = ?$  to **shrink the coverage to  $d' = 2km$** ? ( $P = \alpha \cdot r^{-4}$ ) !20.0m ! **53.3m** !40.0m ! **13.3m**

?A DVB-T transmitter is using OFDM with  **$N = 2000$**  carriers. What is the theoretical peak output power  $P_{MAX} = ?$  if the transmitter is generating an average power of  $\langle P \rangle = 100W$ ? ?A DVB-T transmitter is using OFDM with  **$N = 8000$**  carriers. What is the theoretical peak output power  $P_{MAX} = ?$  if the transmitter is generating an average power of  $\langle P \rangle = 100W$ ? !200W ! **200kW** !8000W ! **800kW**

?Diversity reception with two uncorrelated antennas achieves a link outage probability of  **$P_{out} = 0.25\%$**  by selecting the best antenna. What is the outage probability  $P_{1out}$  using a single antenna? ?Diversity reception with two uncorrelated antennas achieves a link outage probability of  **$P_{out} = 0.11\%$**  by selecting the best antenna. What is the outage probability  $P_{1out}$  using a single antenna? !11% ! **5.0%** ! **3.3%** !2.0%

?Find the  $MUF = ?$  of an ionospheric layer with a  $f_p = 10MHz$  located at  **$h = 240km$**  above the Earth's surface! ( $R_E = 6378km$ ) ?Find the  $MUF = ?$  of an ionospheric layer with a  $f_p = 10MHz$  located at  **$h = 400km$**  above the Earth's surface! ( $R_E = 6378km$ ) !14MHz ! **28MHz** ! **36MHz** !56MHz

# \*1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 2.3.2023

?Majhna zanka polmera  $a \ll \lambda$  dosega sevalno upornost  $R_S = 1m\Omega$  pri frekvenci  $f = 1600kHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  se sevalna upornost zanke **podvoji?** ?Majhna zanka polmera  $a \ll \lambda$  dosega sevalno upornost  $R_S = 1m\Omega$  pri frekvenci  $f = 1600kHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  se sevalna upornost zanke **razpolovi?** ! **1345kHz** !2263kHz ! **1903kHz** !1131kHz

?Na kakšni zemljepisni širini  $\phi = ?$  se nahaja vzporednik dolžine  **$l = 35000km$** , če Zemljo privzamemo kroglo s polmerom  $r = 6378km$ ?  
?Na kakšni zemljepisni širini  $\phi = ?$  se nahaja vzporednik dolžine  **$l = 25000km$** , če Zemljo privzamemo kroglo s polmerom  $r = 6378km$ ?  
!60.9° ! **51.4°** !38.6° ! **29.1°**

? **Dielektričnost  $\epsilon$**  snovi ima naslednje merske enote: ? **Permeabilnost  $\mu$**  snovi ima naslednje merske enote: !Vs/m<sup>2</sup> ! **Vs/Am**  
! **As/Vm** !As/m<sup>2</sup>

?S preletnim spektralnim analizatorjem opazujemo radiodifuzni frekvenčni pas  $f = 88...108MHz$  z ločljivostjo  **$B = 20kHz$** . Koliko časa  $t = ?$  traja ena meritev brez povprečenja (brez video sita)? ?S preletnim spektralnim analizatorjem opazujemo radiodifuzni frekvenčni pas  $f = 88...108MHz$  z ločljivostjo  **$B = 50kHz$** . Koliko časa  $t = ?$  traja ena meritev brez povprečenja (brez video sita)?  
! **50ms** !2ms !200ms ! **8ms**

?Smerni diagram GP antene na frekvenci  **$f = 150MHz$**  kazijo neželjeni tokovi v nosilcu antene. ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) Dolžino radialov  $l = ?$  (palčke, ki sestavljajo srajčko spodnjega dela antene) izberemo za najnižji tok v nosilcu: ?Smerni diagram GP antene na frekvenci  **$f = 100MHz$**  kazijo neželjeni tokovi v nosilcu antene. ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) Dolžino radialov  $l = ?$  (palčke, ki sestavljajo srajčko spodnjega dela antene) izberemo za najnižji tok v nosilcu: !0.5m ! **0.6m** !0.75m ! **0.9m**

?Na kakšni najmanjši razdalji  $r = ?$  moramo meriti polje satelitskega krožnika premera  **$d = 0.6m$** , da se obnaša enako kot za satelite na  $f = 12GHz$  v geostacionarni tirnici? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) ?Na kakšni najmanjši razdalji  $r = ?$  moramo meriti polje satelitskega krožnika premera  **$d = 0.8m$** , da se obnaša enako kot za satelite na  $f = 12GHz$  v geostacionarni tirnici? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) ! **28.8m** !36.7m  
! **51.2m** !80.0m

?Telekomunikacijski satelit se nahaja na višini  **$h = 35800km$**  nad površino Zemlje. Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  antene na krovu, ki pokriva celotno vidno površino Zemlje? Zemljo privzamemo kot kroglo s polmerom  $r = 6378km$ . ?Radionavigacijski satelit se nahaja na višini  **$h = 20200km$**  nad površino Zemlje. Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  antene na krovu, ki pokriva celotno vidno površino Zemlje? Zemljo privzamemo kot kroglo s polmerom  $r = 6378km$ . ! **22.4dBi** !25.2dBi ! **18.4dBi** !14.8dBi

?Smerni vektor  **$\vec{I}_\Theta$**  krogelnega koordinatnega sistema  $(r, \Theta, \Phi)$  zapišemo s smernimi vektorji kartezičnega koordinatnega sistema  $(x, y, z)$  na naslednji način: ?Smerni vektor  **$\vec{I}_\Phi$**  krogelnega koordinatnega sistema  $(r, \Theta, \Phi)$  zapišemo s smernimi vektorji kartezičnega koordinatnega sistema  $(x, y, z)$  na naslednji način: ! $\vec{I}_x \cos\Phi + \vec{I}_y \sin\Phi$  !  **$\vec{I}_x \cos\Theta \cos\Phi + \vec{I}_y \cos\Theta \sin\Phi - \vec{I}_z \sin\Theta$**  ! $\vec{I}_z \cos\Theta$   
!  **$-\vec{I}_x \sin\Phi + \vec{I}_y \cos\Phi$**

?Votlo kovinsko cev krožnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Potujoči val v valovodu ima naslednjo(e) komponento(e) **električnega polja  $\vec{E}$** : ?Votlo kovinsko cev krožnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Potujoči val v valovodu ima naslednjo(e) komponento(e) **magnetnega polja  $\vec{H}$** : ! **samo prečno** !samo vzdolžno ! **prečno in vzdolžno** !nima komponente

?Pri kateri razdalji  $r = ?$  doseže slabljenje radijske zveze med dvema polvalovnimi dipoloma vrednost  **$a = -40dB$** ? Dipola zasukamo za najmočnejši sprejem in privzamemo sevalni izkoristek  $\eta \approx 1$ . ?Pri kateri razdalji  $r = ?$  doseže slabljenje radijske zveze med dvema polvalovnimi dipoloma vrednost  **$a = -45dB$** ? Dipola zasukamo za najmočnejši sprejem in privzamemo sevalni izkoristek  $\eta \approx 1$ . !7.3λ  
! **13.1λ** ! **23.2λ** !41.3λ

?Satelit oddaja z močjo  $P_{TX} = 5W$  in neusmerjeno anteno  $G_{TX} = 0dBi$  na frekvenci  **$f = 150MHz$** . Kolikšen je domet zveze  $r = ?$  do sprejemnika na Zemlji z anteno  $G_{RX} = 10dBi$  in občutljivostjo  $P_{RX} = -110dBm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) ?Satelit oddaja z močjo  $P_{TX} = 5W$  in neusmerjeno anteno  $G_{TX} = 0dBi$  na frekvenci  **$f = 400MHz$** . Kolikšen je domet zveze  $r = ?$  do sprejemnika na Zemlji z anteno  $G_{RX} = 10dBi$  in občutljivostjo  $P_{RX} = -110dBm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) !23897km ! **11254km** !7723km ! **4220km**

?Bazna postaja LTE uporablja oddajnik moči  $P_{TX} = 100W$  in sektorsko oddajno anteno z dobitkom  $G = 18dBi$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od antene doseže električno polje najvišjo **varno mejo  $|\vec{E}| = 6Veff/m$** ? ( $Z_0 \approx 377\Omega$ ) ?Bazna postaja LTE uporablja oddajnik moči  $P_{TX} = 100W$  in sektorsko oddajno anteno z dobitkom  $G = 18dBi$ . Na kateri razdalji  $r = ?$  od antene doseže električno polje najvišjo **dovoljeno mejo  $|\vec{E}| = 60Veff/m$** ? ( $Z_0 \approx 377\Omega$ ) !229m ! **73m** !22.9m ! **7.3m**

## \*2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 23.03.2023

?Zapis Friisove enačbe v obliki  $P_{RX} = P_{TX} \cdot G_{TX} \cdot G_{RX} \cdot (\lambda/(4\pi r))^2$  lahko uporabimo v primerih brezvrvičnih zvez: ?Zapis Friisove enačbe v obliki  $P_{RX} = P_{TX} \cdot A_{TX} \cdot \eta_{TX} \cdot A_{RX} \cdot \eta_{RX} / \lambda^2 / r^2$  lahko uporabimo v primerih brezvrvičnih zvez: !poljubna TX+RX ! poljuben TX+koh.RX !nekoherentna TX+RX ! koh.TX+poljuben RX

?Laboratorijski merilni inštrumenti so opremljeni s koaksialnimi vtičnicami iz družine "Precision-N", katerim pojav višjih valovodnih rodov v koaksialnem kablu omejuje gornjo frekvenčno mejo na: ?Laboratorijski merilni inštrumenti so opremljeni s koaksialnimi vtičnicami iz družine "SMA", katerim pojav višjih valovodnih rodov v koaksialnem kablu omejuje gornjo frekvenčno mejo na: !12.4GHz ! 18GHz ! 26.5GHz !46GHz

?Kolikšna je smernost  $D$ =?zrcalne antene premera  $d = 3m$  namenjene sprejemu satelitov v frekvenčnem pasu  $f = 4GHz$ ? Korugirani lijak omogoča izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_O = 80\%$ . ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Kolikšna je smernost  $D$ =?zrcalne antene premera  $d = 3m$  namenjene sprejemu satelitov v frekvenčnem pasu  $f = 11GHz$ ? Korugirani lijak omogoča izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_O = 80\%$ . ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !35dBi ! 41dBi !46dBi ! 50dBi

?Za katero frekvenco je namenjen piramidni lijak, ki je opremljen s pravokotno valovodno prirobnico z notranjimi izmerami  $22.86mm \times 10.16mm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Za katero frekvenco je namenjen piramidni lijak, ki je opremljen s pravokotno valovodno prirobnico z notranjimi izmerami  $58.17mm \times 29.08mm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !26GHz ! 10GHz ! 4GHz !600MHz

?Tankožični dipol ( $2r_z \ll \lambda$ ) je napajen simetrično v sredini. V kakšnih mejah se lahko giblje dolžina dipola  $l$ =?, če naj ima impedanca v napajalni točki sredi dipola poleg realne tudi jalovo kapacitivno komponento? ?Tankožični dipol ( $2r_z \ll \lambda$ ) je napajen simetrično v sredini. V kakšnih mejah se lahko giblje dolžina dipola  $l$ =?, če naj ima impedanca v napajalni točki sredi dipola poleg realne tudi jalovo induktivno komponento? !  $l < \lambda/3$  !  $3\lambda/4 < l < 4\lambda/3$  !  $\lambda/2 < l < 3\lambda/2$  !  $\lambda/2 < l < 3\lambda/4$

?Prerez v ravnini  $\vec{E}$  smernega diagrama dolgega, položnega piramidnega lijaka kvadratnega prereza ima: ?Prerez v ravnini  $\vec{H}$  smernega diagrama dolgega, položnega piramidnega lijaka kvadratnega prereza ima: !rotacijsko-simetričen  $F(\Theta, \Phi)$  ! velike stranske snope ! širši glavni list  $F(\Theta, \Phi)$  !večji dobitok

?Kolikšna mora biti odbojnost  $\Gamma$ =? sten reverberančne komore s čimveč različnimi, med sabo neodvisnimi rodovi? ?Kolikšna mora biti odbojnost  $\Gamma$ =? sten gluhe sobe s čimmanj različnimi, med sabo neodvisnimi rodovi? ! $|\Gamma| \rightarrow \infty$  !  $|\Gamma| \rightarrow 1$  !  $Re(\Gamma) \rightarrow 0$  !  $\Gamma \rightarrow 0$

?Kolikšno je valovno število  $k$ =? WiFi dostopne točke, ki dela na frekvenci  $f = 2.4GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Kolikšno je valovno število  $k$ =? WiFi dostopne točke, ki dela na frekvenci  $f = 5.7GHz$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! 50.3rd/m !78.9rd/m ! 119.4rd/m !25.1rd/m

?EM huygensov izvor je postavljen v koordinatno izhodišče tako, da je maksimum sevanja v smeri osi  $x$ . Smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$ =? opisanega izvora znaša v krogelnih koordinatah  $(r, \Theta, \Phi)$  s tečajem v smeri osi  $z$ : ?EM huygensov izvor je postavljen v koordinatno izhodišče tako, da je maksimum sevanja v smeri osi  $y$ . Smerni diagram  $F(\Theta, \Phi)$ =? opisanega izvora znaša v krogelnih koordinatah  $(r, \Theta, \Phi)$  s tečajem v smeri osi  $z$ : !  $1 + \cos\Theta$  !  $1 + \sin\Theta \sin\Phi$  !  $1 + \sin\Theta$  !  $1 + \sin\Theta \cos\Phi$

?Teslov transformator višine  $h = 1m$  dosega sevalno upornost  $R_S = 10m\Omega$ . Na kateri frekvenci  $f$ =? seva, če privzamemo enakomerno porazdelitev toka  $I(z) = konst.$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Teslov transformator višine  $h = 1m$  dosega sevalno upornost  $R_S = 1m\Omega$ . Na kateri frekvenci  $f$ =? seva, če privzamemo enakomerno porazdelitev toka  $I(z) = konst.$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !3367kHz ! 1068kHz ! 338kHz !106.7kHz

?Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d = 2m$ . Globina zrcala v temenu pri tem znaša  $h = 20cm$ . Na kateri oddaljenosti  $f$ =? od temena se nahaja gorišče zrcala? ?Parabolično zrcalo rotacijsko-simetričnega izreza ima premer  $d = 2m$ . Globina zrcala v temenu pri tem znaša  $h = 31.25cm$ . Na kateri oddaljenosti  $f$ =? od temena se nahaja gorišče zrcala? !62.5cm ! 80cm !100cm ! 125cm

?Struktura z upočasnjenim valovanjem je sestavljena iz kovinskih diskov (cigara) premera  $2r = 5cm$ . Na kateri osrednji frekvenci  $f$ =? deluje antena, če je učinek nosilca zanemarljiv? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Struktura z upočasnjenim valovanjem je sestavljena iz kovinskih diskov (cigara) premera  $2r = 10cm$ . Na kateri osrednji frekvenci  $f$ =? deluje antena, če je učinek nosilca zanemarljiv? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !3.6GHz ! 1.8GHz !450MHz ! 900MHz

### \*3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 13.04.2023

?Pri simulaciji antene po momentnem postopku anteno razdelimo na  $N$  neodvisnih segmentov žice. Poraba pomnilnika narašča sorazmerno: ?Pri simulaciji antene po momentnem postopku anteno razdelimo na  $N$  neodvisnih segmentov žice.

Čas reševanja sistema enačb narašča sorazmerno:  $\propto N$  !  $\alpha \cdot N^2$  !  $\alpha \cdot N^3$  !  $\alpha \cdot N^4$

? Bočna skupina dveh neusmerjenih virov je napajana z enako velikima tokovoma in takšno fazno razliko, da je vsota sevanja obeh virov največja v željeni smeri. Največjo smernost  $D_{MAX}$  dobimo pri razdalji  $h$  med viroma v območju: ? Osna skupina dveh neusmerjenih virov je napajana z enako velikima tokovoma in takšno fazno razliko, da je vsota sevanja obeh virov največja v željeni smeri. Največjo smernost  $D_{MAX}$  dobimo pri razdalji  $h$  med viroma v območju:  $! \lambda/8 < h < \lambda/4$  !  $\lambda/4 < h < \lambda/2$  !  $\lambda < h < 2\lambda$  !  $\lambda/2 < h < \lambda$

?Antena z rotacijsko-simetričnim smernim diagramom in smernostjo  $D \approx 7dBi$  je primerna za osvetlitev paraboličnega zrcala z razmerjem  $f/d = ?$  ?Antena z rotacijsko-simetričnim smernim diagramom in smernostjo  $D \approx 12dBi$  je primerna za osvetlitev paraboličnega zrcala z razmerjem  $f/d = ?$  ! 0.7 ! 1.4 ! 0.35 ! 0.15

?V prostoru izmerimo amplitudi obeh komponent električne poljske jakosti in sicer  $|E_V = 8V/m|$  in  $|E_H| = 6V/m$ . Uporabljeni merilnik ne zna meriti faze. V kakšnih mejah se lahko nahaja osno razmerje polarizacije  $R = ?$  (v linearnih enotah)? ?V prostoru izmerimo amplitudi obeh komponent električne poljske jakosti in sicer  $|E_V = 6V/m|$  in  $|E_H| = 6V/m$ . Uporabljeni merilnik ne zna meriti faze. V kakšnih mejah se lahko nahaja osno razmerje polarizacije  $R = ?$  (v linearnih enotah)? !  $0.75 \leq R \leq 1.333$  !  $1.333 \leq R \leq \infty$  !  $0.75 \leq R \leq 1$  !  $1 \leq R \leq \infty$

?Ploščo iz teflona  $\epsilon_r = 2.2$  debeline  $\delta = 5mm$  simuliramo v momentnem postopku s kvadratno mrežo kondenzatorjev s stranico  $d = 20mm$ . Kolikšna naj bo kapacitivnost kondenzatorjev  $C = ?$  ( $\epsilon_0 \approx 8.84pF/m$ ) ?Ploščo iz vitroplasta  $\epsilon_r = 4.5$  debeline  $\delta = 5mm$  simuliramo v momentnem postopku s kvadratno mrežo kondenzatorjev s stranico  $d = 20mm$ . Kolikšna naj bo kapacitivnost kondenzatorjev  $C = ?$  ( $\epsilon_0 \approx 8.84pF/m$ ) ! 0.053pF ! 0.097pF ! 0.155pF ! 0.199pF

?Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih, tržno dobavljivih anten. Edini podatek o antenah sta  $-3dB$  širini glavnega lista smernega diagrama  $\alpha_E = 30^\circ$  in  $\alpha_H = 40^\circ$ . Na kolikšno medsebojno razdaljo  $h = ?$  postavimo anteni v smeri sevanega električnega polja? ( $\lambda = 52cm$ ) ?Bočno skupino sestavimo iz dveh enakih, tržno dobavljivih anten. Edini podatek o antenah sta  $-3dB$  širini glavnega lista smernega diagrama  $\alpha_E = 30^\circ$  in  $\alpha_H = 40^\circ$ . Na kolikšno medsebojno razdaljo  $h = ?$  postavimo anteni v smeri sevanega magnetnega polja? ( $\lambda = 52cm$ ) ! 40cm ! 76cm ! 52cm ! 100cm

?Skupino sestavimo iz dveh enakih izotropnih virov, ki ju napajamo protifazno  $I_2 = -I_1$ . Koliko listov  $N = ?$  ima smerni diagram takšne skupine, ko se anteni nahajata na medsebojni razdalji  $h = 0.5\lambda$  ? ?Skupino sestavimo iz dveh enakih izotropnih virov, ki ju napajamo protifazno  $I_2 = -I_1$ . Koliko listov  $N = ?$  ima smerni diagram takšne skupine, ko se anteni nahajata na medsebojni razdalji  $h = 1.5\lambda$  ? ! 1 ! 2 ! 3 ! 4

?Telefon uporabljamo na prostem, kjer je povprečna temperatura neba  $T_N \approx 100K$ , povprečna temperatura tal pa  $T_Z = 300K$ . Kolikšna je šumna temperatura brezizgubne, neusmerjene antene na telefonu  $T_A = ?$  ( $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ ) ?Telefon uporabljamo na prostem, kjer je povprečna temperatura neba  $T_N \approx 20K$ , povprečna temperatura tal pa  $T_Z = 300K$ . Kolikšna je šumna temperatura brezizgubne, neusmerjene antene na telefonu  $T_A = ?$  ( $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ ) ! 20K ! 200K ! 100K ! 160K

?Kolikšen je faktor prenosa moči  $\eta = ?$  nebrezhibne antene z razmerjem krožnih komponent  $|Q| = 0.5$  proti brezhibni RHCP anteni? ?Kolikšen je faktor prenosa moči  $\eta = ?$  nebrezhibne antene z razmerjem krožnih komponent  $|Q| = 0.5$  proti brezhibni LHCP anteni? ! 25% ! 80% ! 64% ! 20%

?Kako se spreminja amplituda električnega polja v ravnini E na odprtini piramidnega lijaka, vzbujanega z osnovnim rodod? ?Kako se spreminja amplituda električnega polja v ravnini H na odprtini piramidnega lijaka, vzbujanega z osnovnim rodod? ! *upada proti sredini lijaka* ! se kaj dosti ne spreminja ! raste od enega roba proti drugemu robu ! raste proti sredini lijaka

?Kolikšno je osno razmerje  $R = ?$  v linearnih enotah antene, ki ima razmerje krožnih komponent  $Q = -j0.333$  ?Kolikšno je osno razmerje  $R = ?$  v linearnih enotah antene, ki ima razmerje krožnih komponent  $Q = j2.50$  ! 1.50 ! 2.00 ! 3.333 ! 2.333

?Ko v Sonce (zorni kot  $\alpha_S = 9mrd$ ) obrnemo brezizgubno anteno s smernostjo  $D = 17dBi$  ( $\Omega_A \gg \Omega_S$ ), se njena temperatura poveča za  $\Delta T_A = 300K$  glede na hladno nebo. S kolikšno temperaturo  $T = ?$  seva Sonce kot črno telo na tej frekvenci? ?Ko v Sonce (zorni kot  $\alpha_S = 9mrd$ ) obrnemo brezizgubno anteno s smernostjo  $D = 20dBi$  ( $\Omega_A \gg \Omega_S$ ), se njena temperatura poveča za  $\Delta T_A = 300K$  glede na hladno nebo. S kolikšno temperaturo  $T = ?$  seva Sonce kot črno telo na tej frekvenci? !  $2.52 \cdot 10^6 K$  !  $1.26 \cdot 10^6 K$  !  $6.28 \cdot 10^5 K$  !  $3.14 \cdot 10^5 K$

## \*4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 11.05.2023

?Fresnelovo zbiralno lečo izdelamo tako, da zasenčimo drugo, četrto in šesto Fresnelovo cono. Kolikšno polje  $\vec{E} = ?$  dobimo v točki sprejema v gorišču na osi Fresnelove leče glede na sprejem brez leče  $\vec{E}_\infty$ ? ?Fresnelovo zbiralno lečo izdelamo tako, da zasenčimo prvo, tretjo in peto Fresnelovo cono. Kolikšno polje  $\vec{E} = ?$  dobimo v točki sprejema v gorišču na osi Fresnelove leče glede na sprejem brez leče  $\vec{E}_\infty$ ? ! $5\vec{E}_\infty$  !  $-5\vec{E}_\infty$  !  $7\vec{E}_\infty$  !  $-7\vec{E}_\infty$

?Neželjene motnje, ki jih seva računalniška oprema, merimo na razdalji 3m. Do katere frekvence  $f = ?$  moramo ločeno meriti električno in magnetno poljsko jakost, ker velikosti  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  pri nizkih frekvencah nista v razmerju  $Z_0 = 377\Omega$ ? ?Neželjene motnje, ki jih seva računalniška oprema, merimo na razdalji 30m. Do katere frekvence  $f = ?$  moramo ločeno meriti električno in magnetno poljsko jakost, ker velikosti  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  pri nizkih frekvencah nista v razmerju  $Z_0 = 377\Omega$ ? !0.16MHz ! 1.6MHz ! 16MHz !160MHz

?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 300kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  $\sigma = 10m^2$  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . ?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 300kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  $\sigma = 0.01m^2$  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . ! 35km ! 62km ! 111km ! 197km

?Kolikšen je krivinski polmer  $R(h) = ?$  žarka radijske zveze, ki poteka na povprečni nadmorski višini  $h = 3000m$ , kjer je vodne pare zelo malo? Odstopanje lomnega količnika suhega dela ozračja znaša  $\Delta n = 0.0003$  na gladini morja, konstanta suhega dela v barometerski enačbi znaša  $H = 8.5km$ . ?Kolikšen je krivinski polmer  $R(h) = ?$  žarka radijske zveze, ki poteka na povprečni nadmorski višini  $h = 6000m$ , kjer je vodne pare zelo malo? Odstopanje lomnega količnika suhega dela ozračja znaša  $\Delta n = 0.0003$  na gladini morja, konstanta suhega dela v barometerski enačbi znaša  $H = 8.5km$ . !28333km ! 40325km ! 57392km ! 116257km

?Radijska zveza premošča razdaljo  $d = 20km$  z valovno dolžino  $\lambda = 2m$  v praznem prostoru. Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  $a = -16dB$ . Višina grebena  $h = ?$  nad zveznico sprejemnik-oddajnik znaša: ?Radijska zveza premošča razdaljo  $d = 20km$  z valovno dolžino  $\lambda = 2m$  v praznem prostoru. Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  $a = -22dB$ . Višina grebena  $h = ?$  nad zveznico sprejemnik-oddajnik znaša: !70m ! 100m ! 141m ! 200m

?Z dvakratno 2D prostorsko Fourierjevo transformacijo skušamo izostriti sliko z diapozitiva. V ravnino prostorskih frekvenc postavimo naslednje sito: ?Z dvakratno 2D prostorsko Fourierjevo transformacijo skušamo zamegliti sliko z diapozitiva. V ravnino prostorskih frekvenc postavimo naslednje sito: ! temno spiralo ! mala temna pega v osi ! kolobarje temnih Fresnelovih sodih con ! mala odprtina v temni podlagi

?Vremenski radar opazuje dež jakosti  $R = 10mm/h$ . Pri kateri jakosti padavin  $R' = ?$  se odboj radijskih valov iste frekvence podvoji  $Z' = 2Z$ ? ?Vremenski radar opazuje dež jakosti  $R = 10mm/h$ . Pri kateri jakosti padavin  $R' = ?$  se odboj radijskih valov iste frekvence razpolovi  $Z' = Z/2$ ? !30.3mm/h ! 15.4mm/h ! 6.48mm/h ! 3.30mm/h

?Polarizacijo valovanja skušamo ugotoviti z dvema znanima merilnima antenama. Vsaka merilna antena ima vgrajen svoj detektor amplitude (diodo). Če uporabimo par anten VP/HP, z njima ne moremo razlikovati med: ?Polarizacijo valovanja skušamo ugotoviti z dvema znanima merilnima antenama. Vsaka merilna antena ima vgrajen svoj detektor amplitude (diodo). Če uporabimo par anten RHCP/LHCP, z njima ne moremo razlikovati med: !RHCP/HP ! RHCP/LHCP ! VP/LHCP ! VP/HP

?Odmevna površina  $\sigma [m^2]$  velike  $a \gg \lambda$  kovinske kroglice ima naslednjo odvisnost od frekvence  $f [GHz]$ : ?Odmevna površina  $\sigma [m^2]$  majhne  $a \ll \lambda$  kovinske kroglice ima naslednjo odvisnost od frekvence  $f [GHz]$ : !  $\sigma = konst.$  !  $\sigma = \alpha \cdot f$  !  $\sigma = \alpha \cdot f^2$  !  $\sigma = \alpha \cdot f^4$

?Pri uporabi katere polarizacije bo učinek padavin na jakost sprejetega signala  $P_{RX}$  največji? Oddajnik  $P_{TX} = konst.$  uporablja skladno polarizacijo v odsotnosti padavin. ?Pri uporabi katere polarizacije bo učinek padavin na jakost sprejetega signala  $P_{RX}$  najmanjši? Oddajnik  $P_{TX} = konst.$  uporablja skladno polarizacijo v odsotnosti padavin. !RHCP ! HP ! LHCP ! VP

?Ravna kovinska plošča velikosti  $A = 0.1m^2$  ima odbojnost  $\Gamma = -1$  za radijske valove. Pri kateri valovni dolžini  $\lambda = ?$  doseže njena odmevna površina  $\sigma = 100m^2$ ? ?Ravna kovinska plošča velikosti  $A = 0.1m^2$  ima odbojnost  $\Gamma = -1$  za radijske valove. Pri kateri valovni dolžini  $\lambda = ?$  doseže njena odmevna površina  $\sigma = 10m^2$ ? !1.1cm ! 3.5cm ! 11cm ! 35cm

?Vojaški radar lahko zazna letalo vsiljivca na razdalji  $r = 200km$ . Pozimi se na anteni monostatičnega radarja nabereta sneg in led, kar znižuje dobitek antene za  $\Delta G = -2dB$ . Na kakšni razdalji  $r' = ?$  je radar še sposoben zaznati vsiljivca pozimi? ?Vojaški radar lahko zazna letalo vsiljivca na razdalji  $r = 200km$ . Pozimi se na anteni monostatičnega radarja nabereta sneg in led, kar znižuje dobitek antene za  $\Delta G = -4dB$ . Na kakšni razdalji  $r' = ?$  je radar še sposoben zaznati vsiljivca pozimi? !178km ! 159km ! 126km ! 80km

## \*5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 25.5.2023

?Prereza  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  smernega diagrama antene izrišemo na dva načina, v močnostni (kvadratični) in v logaritemski (decibelski) skali. Stranski snopi dolge antene Yagi-Uda so **bolje** vidni v naslednjem prikazu, pokončni skali na grafu: ?Prereza  $\vec{E}$  in  $\vec{H}$  smernega diagrama antene izrišemo na dva načina, v močnostni (kvadratični) in v logaritemski (decibelski) skali. Stranski snopi dolge antene Yagi-Uda so **slabše** vidni v naslednjem prikazu, pokončni skali na grafu: lobeh enako ! **logaritemski** ! **močnostni** ! niso vidni

?Radijski val frekvence  $f = 15MHz$  se uspe prebiti skozi ionosfero. Pri kateri frekvenci plazme  $f_p = ?$  doseže **lomni količnik  $n$**  ionosfere vrednost 0.866? ?Radijski val frekvence  $f = 15MHz$  se uspe prebiti skozi ionosfero. Pri kateri frekvenci plazme  $f_p = ?$  doseže **relativna dielektričnost  $\epsilon_r$**  ionosfere vrednost 0.866? ! **10.6MHz** ! **5.49MHz** ! **2.01MHz** ! **7.50MHz**

?Prostorska raznolikost je izvedena s tremi enakimi antenami na zadostni medsebojni razdalji, da je sprejem nekoreliran. Pri izbiri boljše antene doseže skupna pogostnost izpada zveze  $P = 0.1\%$ . Kolikšna je pogostnost izpada zveze  $P' = ?$  v primeru odpovedi **ene antene**? ?Prostorska raznolikost je izvedena s tremi enakimi antenami na zadostni medsebojni razdalji, da je sprejem nekoreliran. Pri izbiri boljše antene doseže skupna pogostnost izpada zveze  $P = 0.1\%$ . Kolikšna je pogostnost izpada zveze  $P' = ?$  v primeru odpovedi **dveh anten**? ! **0.3%** ! **1%** ! **3%** ! **10%**

?Padavine z jakostjo  $R = 10mm/h$  vidi vremenski radar kot odmev moči  $P_{RX} = -70dBm$ . Na koliko  $P'_{RX} = ?$  naraste moč odmeva, ko se jakost padavin poveča na  **$R' = 100mm/h$** ? ?Padavine z jakostjo  $R = 10mm/h$  vidi vremenski radar kot odmev moči  $P_{RX} = -70dBm$ . Na koliko  $P'_{RX} = ?$  naraste moč odmeva, ko se jakost padavin poveča na  **$R' = 32mm/h$** ? ! **-66dBm** ! **-62dBm** ! **-54dBm** ! **-38dBm**

?Rezultate meritev presiha uredimo v histogram. Kakšne posledice ima izbira **premajhnega** števila stolpcev histograma glede na število meritev? ?Rezultate meritev presiha uredimo v histogram. Kakšne posledice ima izbira **prevelikega** števila stolpcev histograma glede na število meritev? ! **znižana ločljivost** ! ni stolpcev višine nič ! **velik šum histograma** ! ne prikažemo vseh meritev

?Kolikšna je radijska vidljivost  $d = ?$  iz  **$h = 250m$**  visokega kuclja nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K = 4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_Z = 6378km$ ) ?Kolikšna je radijska vidljivost  $d = ?$  iz  **$h = 160m$**  visokega kuclja nad prostrano ravnino, če upoštevamo faktor povečanja navideznega polmera Zemlje  $K = 4/3$ ? Spreminjanje krivinskega polmera radijskih žarkov z višino je zanemarljivo. ( $R_Z = 6378km$ ) ! **65km** ! **29km** ! **52km** ! **45km**

?Na kolikšni razdalji  $r = ?$  vidi radar z anteno  $G = 40dBi$  na valovni dolžini  $\lambda = 10cm$ , oddajnikom moči  **$P_{TX} = 100kW$**  in sprejemnikom občutljivosti  $P_{RX} = -90dBm$  tarčo z odmevno površino  $\sigma = 10m^2$ ? Na kolikšni razdalji  $r = ?$  vidi radar z anteno  $G = 40dBi$  na valovni dolžini  $\lambda = 10cm$ , oddajnikom moči  **$P_{TX} = 500kW$**  in sprejemnikom občutljivosti  $P_{RX} = -90dBm$  tarčo z odmevno površino  $\sigma = 10m^2$  ! **99km** ! **150km** ! **224km** ! **314km**

?Presih v frekvenčnem prostoru se ponavlja s periodo  **$\Delta f \approx 1MHz$** . Kolikšna je razlika poti večpotja  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Presih v frekvenčnem prostoru se ponavlja s periodo  **$\Delta f \approx 4MHz$** . Kolikšna je razlika poti večpotja  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ! **600m** ! **300m** ! **150m** ! **75m**

?Točno **opoldne** vključimo star radijski sprejemnik in glej čudo, slišimo radijsko postajo iz **Johannesburga**. Na kateri frekvenci lahko ob tem dnevnem času v Evropi poslušamo radijsko postajo iz Južnoafriške republike? ?Točno **opolnoči** vključimo star radijski sprejemnik in glej čudo, slišimo radijsko postajo iz **Moskve**. Na kateri frekvenci lahko ob tem dnevnem času v Evropi poslušamo radijsko postajo iz **sredine Rusije**? ! **166MHz** ! **16MHz** ! **6.6kHz** ! **666kHz**

?Na kakšno (najnižjo) višino  $h_{TX} = h_{RX} = ?$  postavimo WiFi zvezo ( $\lambda = 12cm$ ) nad ravna tla, da dobimo najboljši sprejem na vodoravni razdalji  **$d = 12m$** ? ?Na kakšno (najnižjo) višino  $h_{TX} = h_{RX} = ?$  postavimo WiFi zvezo ( $\lambda = 12cm$ ) nad ravna tla, da dobimo najboljši sprejem na vodoravni razdalji  **$d = 24m$** ? ! **42cm** ! **60cm** ! **85cm** ! **120cm**

?Anteno za  **$f = 70MHz$**  usmerimo navpično v nebo. Kolikšna je koncentracija elektronov  $N_e = ?$  v ionizirani sledi meteorita, kjer se valovanje odbije pod pravim kotom nazaj proti oddajniku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9) As/Vm$ ) ?Anteno za  **$f = 100MHz$**  usmerimo navpično v nebo. Kolikšna je koncentracija elektronov  $N_e = ?$  v ionizirani sledi meteorita, kjer se valovanje odbije pod pravim kotom nazaj proti oddajniku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9) As/Vm$ ) !  **$3.13 \cdot 10^{13}/m^3$**  !  **$6.06 \cdot 10^{13}/m^3$**  !  **$1.24 \cdot 10^{14}/m^3$**  !  **$2.50 \cdot 10^{14}/m^3$**

?Radijsko zvezo motijo redki **ozkopasovni (nemodulirani) nosilci** iz raznih izvorov. Katera vrsta raznolikosti je v tem primeru najučinkovitejša? ?Radijsko zvezo motijo redki **kratkotrajni (širokopasovni) impulzi** iz raznih izvorov. Katera vrsta raznolikosti je v tem primeru najučinkovitejša? ! **prostorska** ! **frekvenčna** ! **polarizacijska** ! **časovna**

# \*1. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 7.3.2024

?Kratka palčka  $h \ll \lambda$  dosega sevalno upornost  $R_S = 1m\Omega$  pri frekvenci  $f = 1600kHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  se sevalna upornost palčke **podvoji?** ?Kratka palčka  $h \ll \lambda$  dosega sevalno upornost  $R_S = 1m\Omega$  pri frekvenci  $f = 1600kHz$ . Pri kateri frekvenci  $f' = ?$  se sevalna upornost palčke **razpolovi?** !1345kHz !2263kHz !1903kHz !1131kHz

?Na kakšni zemljepisni širini  $\phi = ?$  se nahaja vzporednik dolžine  $l = 30000km$ , če Zemljo privzamemo kroglo s polmerom  $r = 6378km$ ?  
?Na kakšni zemljepisni širini  $\phi = ?$  se nahaja vzporednik dolžine  $l = 20000km$ , če Zemljo privzamemo kroglo s polmerom  $r = 6378km$ ?  
!60.1° !51.4° !41.5° !29.1°

? **Skupna elektrina  $Q$**  ima naslednje merske enote: ? **Gostota elektrine  $\rho$**  ima naslednje merske enote: !As/m<sup>2</sup> !As/m<sup>3</sup> !As !As/m

?S preletnim spektralnim analizatorjem opazujemo radiodifuzni frekvenčni pas  $f = 88...108MHz$  z ločljivostjo  $B = 30kHz$ . Koliko časa  $t = ?$  traja ena meritev brez povprečenja (brez video sira)? ?S preletnim spektralnim analizatorjem opazujemo radiodifuzni frekvenčni pas  $f = 88...108MHz$  z ločljivostjo  $B = 100kHz$ . Koliko časa  $t = ?$  traja ena meritev brez povprečenja (brez video sira)?  
!22ms !50ms !8ms !2ms

?Smerni diagram GP antene na frekvenci  $f = 250MHz$  kazijo neželeni tokovi v nosilcu antene. ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) Dolžino radialov  $l = ?$  (palčke, ki sestavljajo srajčko spodnjega dela antene) izberemo za najnižji tok v nosilcu: ?Smerni diagram GP antene na frekvenci  $f = 200MHz$  kazijo neželeni tokovi v nosilcu antene. ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) Dolžino radialov  $l = ?$  (palčke, ki sestavljajo srajčko spodnjega dela antene) izberemo za najnižji tok v nosilcu: !0.36m !0.60m !0.45m !0.9m

?Na kakšni najmanjši razdalji  $r = ?$  moramo meriti polje satelitskega krožnika premera  $d = 0.6m$ , da se obnaša enako kot za satelite na  $f = 20GHz$  v geostacionarni tirnici? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) ?Na kakšni najmanjši razdalji  $r = ?$  moramo meriti polje satelitskega krožnika premera  $d = 0.8m$ , da se obnaša enako kot za satelite na  $f = 20GHz$  v geostacionarni tirnici? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) !28.8m !85.3m !51.2m !48.0m

?Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  bralne lučke, ki na listu papirja na razdalji  $d = 1m$  osvetli krog polmera  $r = 10cm$ ? ?Kolikšna naj bo smernost  $D = ?$  bralne lučke, ki na listu papirja na razdalji  $d = 1m$  osvetli krog polmera  $r = 15cm$ ? !22.5dBi !26.0dBi !28.5dBi !32.0dBi

?Smerni vektor  $\vec{I}_\rho$  valjnega koordinatnega sistema  $(\rho, \phi, z)$  zapišemo s smernimi vektorji kartezičnega koordinatnega sistema  $(x, y, z)$  na naslednji način: ?Smerni vektor  $\vec{I}_\phi$  valjnega koordinatnega sistema  $(\rho, \phi, z)$  zapišemo s smernimi vektorji kartezičnega koordinatnega sistema  $(x, y, z)$  na naslednji način: ! $-\vec{I}_x \cos\phi + \vec{I}_y \sin\phi$  ! $\vec{I}_x \cos\phi + \vec{I}_y \sin\phi$  ! $\vec{I}_x \sin\phi - \vec{I}_y \cos\phi$  ! $-\vec{I}_x \sin\phi + \vec{I}_y \cos\phi$

?Votlo kovinsko cev pravokotnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Potujoči val v valovodu ima naslednjo(e) komponento(e) **električnega polja  $\vec{E}$** : ?Votlo kovinsko cev pravokotnega prereza uporabimo kot valovod na osnovnem najnižjem rodu. Potujoči val v valovodu ima naslednjo(e) komponento(e) **magnetnega polja  $\vec{H}$** : !samo prečno !samo vzdolžno !prečno in vzdolžno !nima komponente

?Pri kateri razdalji  $r = ?$  doseže slabljenje radijske zveze med dvema polvalovnimi dipoloma vrednost  $a = -35dB$ ? Dipola zasukamo za najmočnejši sprejem in privzamemo sevalni izkoristek  $\eta \approx 1$ . ?Pri kateri razdalji  $r = ?$  doseže slabljenje radijske zveze med dvema polvalovnimi dipoloma vrednost  $a = -50dB$ ? Dipola zasukamo za najmočnejši sprejem in privzamemo sevalni izkoristek  $\eta \approx 1$ .  
!7.3λ !13.1λ !23.2λ !41.3λ

?Satelit oddaja z močjo  $P_{TX} = 5W$  in neusmerjeno anteno  $G_{TX} = 0dBi$  na frekvenci  $f = 150MHz$ . Kolikšen je domet zveze  $r = ?$  do sprejemnika na Zemlji z anteno  $G_{RX} = 10dBi$  in občutljivostjo  $P_{RX} = -110dBm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) ?Satelit oddaja z močjo  $P_{TX} = 5W$  in neusmerjeno anteno  $G_{TX} = 0dBi$  na frekvenci  $f = 400MHz$ . Kolikšen je domet zveze  $r = ?$  do sprejemnika na Zemlji z anteno  $G_{RX} = 10dBi$  in občutljivostjo  $P_{RX} = -110dBm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8m/s$ ) !23897km !11254km !7723km !4220km

? **Črn maček se greje na zimskem Soncu** je primer naslednje vrste brezvrvičnega prenosa moči: ? **Piščanec se cvre v mikrovalovni pečici** je primer naslednje vrste brezvrvičnega prenosa moči: !neko.h.TX-neko.h.RX !neko.h.TX-koh.RX !koh.TX-neko.h.RX !koh.TX-koh.RX

## \*2. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 28.03.2024

?Mali  $\Delta x, \Delta y \ll \lambda$  Huygensov izvor v ravnini  $x, y$  je usmerjen v os  $+z$ . Pri katerem polarnem kotu  $\Theta = ?$  upade smerni diagram za  $a = -3dB$ ? ?Mali  $\Delta x, \Delta y \ll \lambda$  Huygensov izvor v ravnini  $x, y$  je usmerjen v os  $+z$ . Pri katerem polarnem kotu  $\Theta = ?$  upade smerni diagram za  $a = 10dB$ ? !24.6° !65.4° !90.0° !111.6°

?Kolikšna je smernost  $D = ?$  zrcalne antene premera  $d = 1m$  namenjene sprejemu satelitov v frekvenčnem pasu  $f = 4GHz$ ? Korugirani lijak omogoča izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_o = 80\%$ . ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Kolikšna je smernost  $D = ?$  zrcalne antene premera  $d = 1m$  namenjene sprejemu satelitov v frekvenčnem pasu  $f = 20GHz$ ? Korugirani lijak omogoča izkoristek osvetlitve odprtine  $\eta_o = 80\%$ . ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !31.5dBi !41.0dBi !45.5dBi !50.2dBi

?V kakšnem prostorskem kotu  $\Omega = ? [srd]$  vidi žarilec zrcalo z razmerjem  $f/d = 0.4$ ? ?V kakšnem prostorskem kotu  $\Omega = ? [srd]$  vidi žarilec zrcalo z razmerjem  $f/d = 0.7$ ? !6.28srd !3.53srd !1.42srd !0.69srd

?Dolžina valovodnega lijaka za  $f = 10GHz$  je omejena na  $l = 30cm$ . Kolikšno razsežnost odprtine  $h$  v ravnini  $\vec{E}$  si lahko privoščimo za zmerno izgubo smernosti  $\Delta D \approx -1dB$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Dolžina valovodnega lijaka za  $f = 10GHz$  je omejena na  $l = 30cm$ . Kolikšno razsežnost odprtine  $w$  v ravnini  $\vec{H}$  si lahko privoščimo za zmerno izgubo smernosti  $\Delta D \approx -1dB$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !9.5cm !13.4cm !16.4cm !23.3cm

?Za katero frekvenco je namenjen piramidni lijak, ki je opremljen s pravokotno valovodno prirobnico z notranjimi izmerami  $10.7mm \times 4.3mm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Za katero frekvenco je namenjen piramidni lijak, ki je opremljen s pravokotno valovodno prirobnico z notranjimi izmerami  $72mm \times 34mm$ ? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !24GHz !10GHz !3GHz !40GHz

?Piramidni lijak s kvadratno odprtino  $10\lambda \times 10\lambda$  ima zanemarljivo napako faze za maksimum v smeri osi  $z$  ( $\Theta = 0$ ). Pri kateri polarni razdalji  $\Theta = ?$  se nahaja prva ničla smernega diagrama v ravnini  $\vec{E}$ ? ?Piramidni lijak s kvadratno odprtino  $10\lambda \times 10\lambda$  ima zanemarljivo napako faze za maksimum v smeri osi  $z$  ( $\Theta = 0$ ). Pri kateri polarni razdalji  $\Theta = ?$  se nahaja prva ničla smernega diagrama v ravnini  $\vec{H}$ ? !2.9° !5.7° !8.6° !11.5°

?Če pri anteni Yagi-Uda vgradimo debelejšo palčko skozi enak kovinski nosilec, se delovna frekvenca antene: ?Če pri anteni Yagi-Uda vgradimo enake palčke skozi debelejši kovinski nosilec, se delovna frekvenca antene: !zniža !ne spremeni !zviša !zniža ali zviša

?Največja smiselna razdalja  $s = ?$  med zaporednimi direktorji antene Yagi-Uda je: ?Najmanjša smiselna razdalja  $s = ?$  med zaporednimi direktorji antene Yagi-Uda je: !0.8 $\lambda$  !0.4 $\lambda$  !0.2 $\lambda$  !0.1 $\lambda$

?Dvozcralna antena Cassegrain uporablja naslednji dve vrsti rotacijsko-simetričnih zrcal: ?Gregorijanska dvozcralna antena uporablja naslednji dve vrsti rotacijsko-simetričnih zrcal: ! $\begin{matrix} \text{glavno} \\ \text{hiperbola} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{podzrcalo} \\ \text{elipsa} \end{matrix}$  ! $\begin{matrix} \text{glavno} \\ \text{parabola} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{podzrcalo} \\ \text{hiperbola} \end{matrix}$  ! $\begin{matrix} \text{glavno} \\ \text{elipsa} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{podzrcalo} \\ \text{hiperbola} \end{matrix}$  ! $\begin{matrix} \text{glavno} \\ \text{parabola} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{podzrcalo} \\ \text{elipsa} \end{matrix}$

?Kolikšen premer  $d = ?$  ima rotacijsko-simetrično zbiralno zrcalo z goriščnico  $f = 60cm$  in globino  $h = 15cm$ ? ?Kolikšen premer  $d = ?$  ima rotacijsko-simetrično zbiralno zrcalo z goriščnico  $f = 60cm$  in globino  $h = 7.5cm$ ? !1.2m !1.0m !0.85m !0.7m

?Mali  $\Delta x, \Delta y \ll \lambda$  Huygensov izvor v ravnini  $x, y$  je usmerjen v os  $+z$ . Kakšno smer ima sevano polje, če Huygensov izvor vzbuja  $\vec{E}_o = \vec{I}_x E_o$ ? ?Mali  $\Delta x, \Delta y \ll \lambda$  Huygensov izvor v ravnini  $x, y$  je usmerjen v os  $+z$ . Kakšno smer ima sevano polje, če Huygensov izvor vzbuja  $\vec{E}_o = \vec{I}_y E_o$ ? ! $\vec{I}_\Theta \cos\Phi - \vec{I}_\Phi \sin\Phi$  ! $\vec{I}_\Theta \cos\Phi + \vec{I}_\Phi \sin\Phi$  ! $\vec{I}_\Theta \sin\Phi + \vec{I}_\Phi \cos\Phi$  ! $\vec{I}_\Theta \sin\Phi - \vec{I}_\Phi \cos\Phi$

?Struktura z upočasnjenim valovanjem je sestavljena iz kovinskih diskov (cigara) premera  $2r = 4cm$ . Na kateri osrednji frekvenci  $f = ?$  deluje antena, če je učinek nosilca zanemarljiv? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Struktura z upočasnjenim valovanjem je sestavljena iz kovinskih diskov (cigara) premera  $2r = 8cm$ . Na kateri osrednji frekvenci  $f = ?$  deluje antena, če je učinek nosilca zanemarljiv? ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !2250MHz !1800MHz !1125MHz !900MHz

### \*3. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 18.04.2024

?Bočna skupina v smeri osi  $z$  ima elemente na medsebojnih razdaljah  $h = \lambda/2$  napajane sofazno v razmerju amplitud tokov  $1 : 4 : 6 : 4 : 1$ . Smerni diagram skupine  $F_S(\Theta, \Phi)$  znaša: ?Bočna skupina v smeri osi  $z$  ima elemente na medsebojnih razdaljah  $h = \lambda/2$  napajane sofazno v razmerju amplitud tokov  $1 : 5 : 10 : 10 : 5 : 1$ . Smerni diagram skupine  $F_S(\Theta, \Phi)$  znaša:  $! \cos^3(\pi/2 \cdot \cos\theta)$   $! \cos^4(\pi/2 \cdot \cos\theta)$   $! \cos^5(\pi/2 \cdot \cos\theta)$   $! \cos^6(\pi/2 \cdot \cos\theta)$

?Enakomerna skupina na osi  $z$  ima elemente napajane z enako velikimi tokovi na medsebojnih razdaljah  $h = \lambda/2$ . Kolikšna fazna zakasnitev  $\phi = ?$  je potrebna za vsak sosednji višji element, da se maksimum smernega diagrama odkloni za  $\Delta\Theta = 10^\circ$  pod obzorje? ?Enakomerna skupina na osi  $z$  ima elemente napajane z enako velikimi tokovi na medsebojnih razdaljah  $h = \lambda/2$ . Kolikšna fazna zakasnitev  $\phi = ?$  je potrebna za vsak sosednji višji element, da se maksimum smernega diagrama odkloni za  $\Delta\Theta = 15^\circ$  pod obzorje?  $!16.6^\circ$   $!46.6^\circ$   $!93.9^\circ$   $!31.3^\circ$

?Bočno skupino dveh enakih anten v osi  $z$  postavimo za **vodoravno** polarizacijo. Vsaka antena ima  $-3dB$  širino snopa  $\alpha_E = 45^\circ$  v ravnini  $E$  in  $\alpha_H = 60^\circ$  v ravnini  $H$ . Na kolikšno medsebojno razdaljo  $h = ?$  ju postavimo za največjo smernost pri  $\lambda = 2m$ ? ?Bočno skupino dveh enakih anten v osi  $z$  postavimo za **pokončno** polarizacijo. Vsaka antena ima  $-3dB$  širino snopa  $\alpha_E = 45^\circ$  v ravnini  $E$  in  $\alpha_H = 60^\circ$  v ravnini  $H$ . Na kolikšno medsebojno razdaljo  $h = ?$  ju postavimo za največjo smernost pri  $\lambda = 2m$ ?  $!1.33m$   $!2.61m$   $!4.44m$   $!2.00m$

?Koliko snopov sevanja  $N = ?$  ima bočna skupina dveh enako močnih neusmerjenih virov na medsebojni razdalji  $h = 3\lambda/2$ ? ?Koliko snopov sevanja  $N = ?$  ima bočna skupina dveh enako močnih neusmerjenih virov na medsebojni razdalji  $h = 2\lambda$ ?  $!6$   $!3$   $!4$   $!5$

?Absorber iz penaste gume ima relativno dielektričnost  $\epsilon_r \approx 1$  in relativno permeabilnost  $\mu_r \approx 1$  blizu enote. Barvilo s sajami zagotavlja specifično upornost  $\rho = 100\Omega \cdot m$ . S kakšno kvadratno mrežo uporov  $R = ?$  simuliramo ploščo absorberja debeline  $d = 20mm \ll \lambda$ ? ?Absorber iz penaste gume ima relativno dielektričnost  $\epsilon_r \approx 1$  in relativno permeabilnost  $\mu_r \approx 1$  blizu enote. Barvilo s sajami zagotavlja specifično upornost  $\rho = 100\Omega \cdot m$ . S kakšno kvadratno mrežo uporov  $R = ?$  simuliramo ploščo absorberja debeline  $d = 5mm \ll \lambda$ ?  $!5k\Omega$   $!10k\Omega$   $!20k\Omega$   $!377\Omega$

?V momentnem postopku NEC2 integralska enačba za **magnetno** polje opisuje: ?V momentnem postopku NEC2 integralska enačba za **elektično** polje opisuje:  $!prazen\ prostor$   $!kovinske\ predmete\ neničelne\ prostornine$   $!PML$   $!tanke\ kovinske\ žice$

?Za simulacijo kovinske ploskve s kvadratno mrežo s stranico  $d = 10mm$  zahteva pravilo enakih površin uporabo žice polmera: ?Za simulacijo kovinske ploskve s kvadratno mrežo s stranico  $d = 5mm$  zahteva pravilo enakih površin uporabo žice polmera:  $!r = 3.2mm$   $!r = 1.6mm$   $!r = 0.8mm$   $!r = 0.4mm$

?Kolikšen je faktor prenosa moči  $\eta = ?$  nebrezhibne antene z razmerjem krožnih komponent  $|Q| = 0.1$  proti brezhibni **RHCP** anteni? ?Kolikšen je faktor prenosa moči  $\eta = ?$  nebrezhibne antene z razmerjem krožnih komponent  $|Q| = 0.1$  proti brezhibni **LHCP** anteni?  $!90\%$   $!99\%$   $!10\%$   $!1\%$

?Kolikšna je debelina  $d = ?$  četrtvalovne ploščice iz dvolomnega dielektrika z  $\Delta n = 0.005$  za **zeleno**  $\lambda = 514nm$  svetlobo argonskega laserja? ?Kolikšna je debelina  $d = ?$  četrtvalovne ploščice iz dvolomnega dielektrika z  $\Delta n = 0.005$  za **modro**  $\lambda = 488nm$  svetlobo argonskega laserja?  $!31.6\mu m$   $!25.7\mu m$   $!24.4\mu m$   $!22.0\mu m$

?Telefon uporabljamo na prostem, kjer je povprečna temperatura neba  $T_N \approx 100K$ , povprečna temperatura tal pa  $T_Z = 300K$ . Kolikšna je šumna moč  $P_N = ?$  brezizgubne, neusmerjene antene v telefonu  $\Delta f = 200kHz$ ? ( $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ ) ?Telefon uporabljamo na prostem, kjer je povprečna temperatura neba  $T_N \approx 20K$ , povprečna temperatura tal pa  $T_Z = 300K$ . Kolikšna je šumna moč  $P_N = ?$  brezizgubne, neusmerjene antene v telefonu  $\Delta f = 200kHz$ ? ( $k_B \approx 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ )  $!2.76 \cdot 10^{-16}W$   $!5.5 \cdot 10^{-16}W$   $!1.1 \cdot 10^{-15}W$   $!4.4 \cdot 10^{-16}W$

?Sonce vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{Sonce} = 0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T = 10^5K$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T = ?$  brezizgubne antene s smernim diagramom v obliki stožca z  $\alpha_{antena} = 1.6^\circ$ , ko jo iz hladnega neba zasukamo v Sonce? ?Sonce vidimo pod zornim kotom  $\alpha_{Sonce} = 0.5^\circ$  in na dani frekvenci seva s temperaturo  $T = 10^5K$ . Za koliko se poveča šumna temperatura  $\Delta T = ?$  brezizgubne antene s smernim diagramom v obliki stožca z  $\alpha_{antena} = 0.16^\circ$ , ko jo iz hladnega neba zasukamo v Sonce?  $!10^4K$   $!10^5K$   $!10^6K$   $!10^7K$

?Kakšno razmerje  $G/T[dB/K]$  ima sprejemnik z lastno šumno temperaturo  $T_S = 100K$  in anteno z dobitkom  $G = 20dBi$  pri temperaturi antene  $T_A = 50K$ ? ?Kakšno razmerje  $G/T[dB/K]$  ima sprejemnik z lastno šumno temperaturo  $T_S = 25K$  in anteno z dobitkom  $G = 20dBi$  pri temperaturi antene  $T_A = 50K$ ?  $!2.50dB/K$   $!-1.76dB/K$   $!0.00dB/K$   $!1.25dB/K$

## \*4. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 15.05.2024

?Fresnelovo zbiralno lečo izdelamo tako, da zasenčimo **drugo, četrto, šesto in osmo** Fresnelovo cono. Kolikšno polje  $|\vec{E}| = ?$  dobimo v točki sprejema v gorišču na osi Fresnelove leče glede na sprejem brez leče  $\vec{E}_\infty$ ? ?Fresnelovo zbiralno lečo izdelamo tako, da zasenčimo **prvo, tretjo, peto in sedmo** Fresnelovo cono. Kolikšno polje  $|\vec{E}| = ?$  dobimo v točki sprejema v gorišču na osi Fresnelove leče glede na sprejem brez leče  $\vec{E}_\infty$ ? ! $5|\vec{E}_\infty$  !  $7|\vec{E}_\infty$  !  $9|\vec{E}_\infty$  !  $11|\vec{E}_\infty$

?Radijska zveza premošča razdaljo  $d = 20km$  z valovno dolžino  $\lambda = 1m$  v praznem prostoru. Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  **$a = -16dB$** . Višina grebena  $h = ?$  nad zveznico sprejemnik-oddajnik znaša: ?Radijska zveza premošča razdaljo  $d = 20km$  z valovno dolžino  $\lambda = 1m$  v praznem prostoru. Zvezo moti prečni greben točno sredi zveze, ki vnaša dodatno slabljenje  **$a = -22dB$** . Višina grebena  $h = ?$  nad zveznico sprejemnik-oddajnik znaša: !  **$71m$**  !  $100m$  !  **$141m$**  !  $200m$

?Šumna temperatura  $T_A$  antene za  **$f = 2GHz$** , zasukane v obzorje, je v primerjavi s šumom upora  $T_R \approx T_0 = 290K$  na sobni temperaturi: ?Šumna temperatura  $T_A$  antene za  **$f = 20MHz$** , zasukane v obzorje, je v primerjavi s šumom upora  $T_R \approx T_0 = 290K$  na sobni temperaturi: ! **nižja** ! enaka ! **višja** ! nič

?Iz dveh enakih neusmerjenih anten sestavimo **bočno** skupino. Pri kateri razdalji  $h = ?$  bo dobitok skupine največji za optimalno izvedbo napajanja? ?Iz dveh enakih neusmerjenih anten sestavimo **osno** skupino. Pri kateri razdalji  $h = ?$  bo dobitok skupine največji za optimalno izvedbo napajanja? !  $0.1\lambda$  !  $0.25\lambda$  !  **$0.6\lambda$**  !  $1.2\lambda$

?Katera ovira iste višine  $h$  daje **najmočnejši** sprejem ob upoštevanju uklonskega slabljenja? ?Katera ovira iste višine  $h$  daje **najšibkejši** sprejem ob upoštevanju uklonskega slabljenja? ! **skalnat greben** ! zaobljen kucelj ! **poraščen kucelj** ! neodvisno od vrste ovire

?Radar za merjenje hitrosti vozil dela na frekvenci  $f = 24GHz$ . Kolikšen Dopplerjev pomik  $\Delta f = ?$  daje vozilo, ki se približuje radarju s hitrostjo  **$v = 48km/h$** ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Radar za merjenje hitrosti vozil dela na frekvenci  $f = 24GHz$ . Kolikšen Dopplerjev pomik  $\Delta f = ?$  daje vozilo, ki se približuje radarju s hitrostjo  **$v = 96km/h$** ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $1067Hz$  !  **$2133Hz$**  !  **$4267Hz$**  !  $8533Hz$

?Kovinska krogla polmera  $a = 20cm$  ima pri frekvenci  **$f = 10GHz$**  odmevno površino  $\sigma = ?$  ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) ?Kovinska krogla polmera  $a = 20cm$  ima pri frekvenci  **$f = 10MHz$**  odmevno površino  $\sigma = ?$  ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ) !  $0.5m^2$  !  **$0.126m^2$**  !  $6.2 \cdot 10^{-6}m^2$  !  **$1.55 \cdot 10^{-6}m^2$**

?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 100kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  **$\sigma = 10m^2$**  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . ?Kolikšen je domet monostatičnega radarja  $r_{MAX} = ?$  z oddajnikom moči  $P_{TX} = 100kW$ , anteno z dobitkom  $G = 40dBi$  in občutljivostjo sprejemnika  $P_{RX} = -90dBm$  na frekvenci  $f = 3GHz$ ? Tarča z odmevno površino  **$\sigma = 0.01m^2$**  je v praznem prostoru  $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ . !  **$27km$**  !  $47km$  !  $84km$  !  **$150km$**

?TV oddajnik z valovno dolžino  $\lambda = 0.5m$  je postavljen na  $h_{TX} = 1000m$  nad ravnino. Na kateri višini  $h_{RX}$  dobimo **najmočnejši** sprejem pri vodoravni oddaljenosti  $d = 15km$ ? ?TV oddajnik z valovno dolžino  $\lambda = 0.5m$  je postavljen na  $h_{TX} = 1000m$  nad ravnino. Na kateri višini  $h_{RX}$  dobimo **najslabši** sprejem pri vodoravni oddaljenosti  $d = 15km$ ? !  $0.94m$  !  **$1.875m$**  !  $2.8m$  !  **$3.75m$**

?Kolikšen radijski domet  $d = ?$  doseže oddajnik na  **$h = 300m$**  visokem kuclju nad površino Zemlje? ( $R_{eff} = 8560km$ ) ?Kolikšen radijski domet  $d = ?$  doseže oddajnik na  **$h = 600m$**  visokem kuclju nad površino Zemlje? ( $R_{eff} = 8560km$ ) !  $41km$  !  **$72km$**  !  **$101km$**  !  $131km$

?Kolikšen je krivinski polmer  $R(h) = ?$  žarka radijske zveze, ki poteka na povprečni nadmorski višini  **$h = 5000m$** , kjer je vodne pare zelo malo? Odstopanje lomnega količnika suhega dela ozračja znaša  $\Delta n = 0.0003$  na gladini morja, konstanta suhega dela v barometerski enačbi znaša  $H = 8.5km$ . ?Kolikšen je krivinski polmer  $R(h) = ?$  žarka radijske zveze, ki poteka na povprečni nadmorski višini  **$h = 10000m$** , kjer je vodne pare zelo malo? Odstopanje lomnega količnika suhega dela ozračja znaša  $\Delta n = 0.0003$  na gladini morja, konstanta suhega dela v barometerski enačbi znaša  $H = 8.5km$ . !  $40325km$  !  **$51023km$**  !  $57392km$  !  **$91882km$**

?Mikrovalovna usmerjena zveza premošča razdaljo  $d = 10km$  v praznem prostoru ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ). Največja površina prve Fresnelove cone doseže  **$A_{MAX} = 700m^2$** . Na kateri frekvenci  $f = ?$  deluje opisana mikrovalova zveza? ?Mikrovalovna usmerjena zveza premošča razdaljo  $d = 10km$  v praznem prostoru ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ). Največja površina prve Fresnelove cone doseže  **$A_{MAX} = 400m^2$** . Na kateri frekvenci  $f = ?$  deluje opisana mikrovalova zveza? !  $2.36GHz$  !  **$3.37GHz$**  !  **$5.9GHz$**  !  $11.8GHz$

## \*5. tiha vaja iz ANTEN IN RAZŠIRJANJA VALOV - 30.5.2024

? Localizer LLZ kot del sistema za inštrumentalno pristajanje ILS tvori vse potrebne snope sevanja za vodenje letala s/z:

? Gledeslope GS kot del sistema za inštrumentalno pristajanje ILS tvori vse potrebne snope sevanja za vodenje letala s/z:

! skupino več enakih anten ! eno neusmerjeno anteno ! odbojem od tal istih anten ! vrtenjem snopa antene

? Radijski višinomernik na krovu letala deluje kot: ? TCAS na krovu letala deluje kot: ! FMCW RADAR ! CW RADAR ! pulzni RADAR ! pulzno-Dopplerjev RADAR

? Presih v frekvenčnem prostoru se ponavlja s periodo  $\Delta f \approx 0.5 MHz$ . Kolikšna je razlika poti večpotja  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ )

? Presih v frekvenčnem prostoru se ponavlja s periodo  $\Delta f \approx 2 MHz$ . Kolikšna je razlika poti večpotja  $\Delta l = ?$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 m/s$ )

! 600m ! 300m ! 150m ! 75m

? Polarna svetloba (aurora) naredi gost ioniziran oblak, ki prekine vse satelitske zveze do frekvence  $f = 400 MHz$ . Kolikšna je gostota elektronov  $N_e [m^{-3}] = ?$  v oblaku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 8.84 \cdot 10^{-12} As/Vm$ ) ? Polarna svetloba (aurora)

naredi gost ioniziran oblak, ki prekine vse satelitske zveze do frekvence  $f = 40 MHz$ . Kolikšna je gostota elektronov  $N_e [m^{-3}] = ?$  v oblaku? ( $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $\epsilon_0 = 8.84 \cdot 10^{-12} As/Vm$ ) !  $5 \cdot 10^{14} m^{-3}$  !  $2 \cdot 10^{15} m^{-3}$  !  $5 \cdot 10^{16} m^{-3}$  !  $2 \cdot 10^{13} m^{-3}$

? Prostorska raznolikost je izvedena s štirimi enakimi antenami na zadostni medsebojni razdalji, da je sprejem nekoreliran. Pri izbiri boljše antene doseže skupna pogostnost izpada zveze  $P = 0.1\%$ . Kolikšna je pogostnost izpada zveze  $P' = ?$  v primeru odpovedi ene antene? ? Prostorska raznolikost je izvedena s štirimi enakimi antenami na zadostni medsebojni razdalji, da je sprejem nekoreliran.

Pri izbiri boljše antene doseže skupna pogostnost izpada zveze  $P = 0.1\%$ . Kolikšna je pogostnost izpada zveze  $P' = ?$  v primeru odpovedi dveh anten? ! 0.3% ! 0.6% ! 3% ! 6%

? Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h = 16m$  nad ravnimi tlemi in pokriva celico s polmerom  $r = 1km$ . Na kakšno višino  $h' = ?$  moramo postaviti anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja poveča na krog s polmerom  $r' = 2km$ ?

? Bazna postaja mobilne telefonije ima anteno na višini  $h = 16m$  nad ravnimi tlemi in pokriva celico s polmerom  $r = 1km$ . Na kakšno višino  $h' = ?$  moramo postaviti anteno sicer enake bazne postaje, da se področje pokrivanja poveča na krog s polmerom  $r' = 1.5km$ ?

! 24m ! 32m ! 36m ! 64m

? Umetni satelit se po izstrelitvi in vtirjenju nenadzorovano vrti. Katera vrsta raznolikosti na zemeljskih postajah je v telekomandni oziroma telemetrijski zvezi z linearno-polariziranimi antenami na obeh straneh najbolj učinkovita? ? Umetni satelit se po izstrelitvi in vtirjenju nenadzorovano vrti. Katera vrsta raznolikosti na zemeljskih postajah je v telekomandni oziroma telemetrijski zvezi z linearno-polariziranimi antenami na obeh straneh najmanj učinkovita? ! polarizacijska ! prostorska ! frekvenčna ! časovna

? Lomni količnik troposfere opišemo z izrazom  $n(h) = 1 + \Delta n \cdot e^{-h/H}$ , kjer znaša konstanta  $\Delta n = 0.0003$ . Kolikšna je konstanta  $H = ?$ , če se krivinski polmer  $R$  radijskih žarkov podvoji pri dvigu za  $\Delta h = 5.4km$  in zanemarmmo vpliv vodne pare. ? Lomni količnik troposfere

opišemo z izrazom  $n(h) = 1 + \Delta n \cdot e^{-h/H}$ , kjer znaša konstanta  $\Delta n = 0.0003$ . Kolikšna je konstanta  $H = ?$ , če se krivinski polmer  $R$  radijskih žarkov podvoji pri dvigu za  $\Delta h = 6.4km$  in zanemarmmo vpliv vodne pare. ! 5.9km ! 7.8km ! 8.5km ! 9.2km

? Trirobnik na jamborju jadrnice ima povprečni presek  $A = 0.01m^2$  za različne smeri vpada valovanja. Kolikšna je njegova povprečna odmevna površina  $\sigma = ?$  za pomorski radar, ki dela na frekvenci  $f = 9.375GHz$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $\Gamma_{odbojnika} = -1$ ) ? Trirobnik na jamborju jadrnice ima povprečni presek  $A = 0.03m^2$  za različne smeri vpada valovanja. Kolikšna je njegova povprečna odmevna površina  $\sigma = ?$  za pomorski radar, ki dela na frekvenci  $f = 9.375GHz$ ? ( $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $\Gamma_{odbojnika} = -1$ ) !  $0.5m^2$  !  $1.23m^2$  !  $4.9m^2$  !  $11m^2$

!  $11m^2$

? Na kakšni razdalji  $r_m = ?$  lahko ponovimo isti frekvenčni kanal bazne postaje z uporabnim dometom  $r_u = 3km$ , če zahtevamo razmerje  $P_{signal}/P_{motnja} = 1000$  vključno s presihom in znaša eksponent upadanja moči signala v mestnem okolju  $n = 3.5$ ? ? Na kakšni razdalji  $r_m = ?$  lahko ponovimo isti frekvenčni kanal bazne postaje z uporabnim dometom  $r_u = 3km$ , če zahtevamo razmerje  $P_{signal}/P_{motnja} = 1000$  vključno s presihom in znaša eksponent upadanja moči signala v mestnem okolju  $n = 4.5$ ? ! 30km ! 22km ! 17km ! 14km

! 17km ! 14km

? Točno opoldne vključimo star radijski sprejemnik in glej čudo, slišimo radijsko postajo iz Johannesburga. Na kateri frekvenci lahko ob tem dnevnem času v Evropi poslušamo radijsko postajo iz Južnoafriške republike? ? Točno opolnoči vključimo star radijski sprejemnik in glej čudo, slišimo radijsko postajo iz Moskve. Na kateri frekvenci lahko ob tem dnevnem času v Evropi poslušamo radijsko postajo iz sredine Rusije? ! 166MHz ! 16MHz ! 6.6kHz ! 666kHz

! 166MHz ! 16MHz ! 6.6kHz ! 666kHz

? Kolikšno je teoretska največja moč  $P_{MAX} = ?$  za oddajnik DVB-T, ki uporablja  $N = 2000$  nosilcev pri skupni povprečni izhodni oddajni moči  $\langle P \rangle = 0.3kW$ ? ? Kolikšno je teoretska največja moč  $P_{MAX} = ?$  za oddajnik DVB-T, ki uporablja  $N = 8000$  nosilcev pri skupni povprečni izhodni oddajni moči  $\langle P \rangle = 0.3kW$ ? ! 6kW ! 24kW ! 600kW ! 2400kW

! 6kW ! 24kW ! 600kW ! 2400kW