

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 30.05.2013

1. Germanijeva fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta=60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda=1310\text{nm}$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P=?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h=6.625\text{E}-34\text{Js}$ ,  $c_0=3\text{E}+8\text{m/s}$ ,  $q_e=-1.6\text{E}-19\text{As}$ ).

- (A) 1.58A/W                      (B) 0.633A/W                      (C) 0.633W/A                      (D) 1.58W/A

2. Svetlobni sprejemnik (PIN-FET modul) ima električno pasovno širino  $B_e=10\text{GHz}$ . Kolikšna bo optična pasovna širina  $B_o=?$  istega svetlobnega sprejemnika pri isti valovni dolžini  $\lambda=1550\text{nm}$ ?

- (A) 8GHz                      (B) 10GHz                      (C) 13GHz                      (D) 4THz

3. Vlakno za erbijev laserski ojačevalnik mora biti enorodovno na valovni dolžini črpalke  $\lambda_c=980\text{nm}$  kot tudi na valovni dolžini signala  $\lambda=1550\text{nm}$ . Če ima vlakno premer jedra  $2a=3\mu\text{m}$ , kolikšna je njegova največja dopustna numerična apertura  $NA=?$

- (A) 0.10                      (B) 0.15                      (C) 0.20                      (D) 0.25

4. Polarizacijsko rodovno razpršitev (PMD) v enorodovnem steklenem vlaknu lahko bistveno zmanjšamo z naslednjim tehnološkim postopkom izdelave vlakna:

- (A) sukanje preforma med vlečenjem vlakna                      (B) eliptično jedro vlakna                      (C) trak (ribbon) s 4-24 vlakni                      (D) silikonsko primarno zaščito

5. Osnovna omejitev občutljivosti nekoherentnega svetlobnega sprejemnika z InGaAs PIN fotodiode pri valovni dolžini  $\lambda=1550\text{nm}$  je:

- (A) kapacitivno breme PIN diode                      (B) kvantni izkoristek PIN                      (C) toplotni šum PIN diode                      (D) kvantni šum PIN diode

6. V nekoherentnem sprejemniku uporabimo plazovno fotodiode s heterostrukturo InGaAs (detekcija) in InGaAsP (množenje). Faktor množenja  $M=?$  opisane plazovne fotodiode za valovno dolžino  $\lambda=1550\text{nm}$  znaša za optimalno razmerje signal/šum približno:

- (A)  $1.0\text{E}+6$                       (B) 100                      (C) 10                      (D) 20

7. PIN-FET modul vsebuje fotodiode z odzivnostjo  $I/P=0.8\text{A/W}$  in transimpedanco  $R_t=1\text{k}\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U=?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $P_o=-10\text{dBm}$  (50%enic, 50%ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 80mV                      (B) 160mV                      (C) 320mV                      (D) 40mV

8. Infrardeča LED za  $\lambda=900\text{nm}$  uporablja heterostrukturo GaAlAs:GaAs. Zaradi napake pri epitaksiji so tehnologiji pozabili izdelati plast GaAlAs. Nastala PN dioda iz GaAs bo imela bistveno slabši izkoristek  $\eta$  pretvorbe električne energije v svetlobo in:

- (A)  $\lambda>900\text{nm}$                       (B)  $\lambda=900\text{nm}$                       (C)  $\lambda<900\text{nm}$                       (D)  $U=0.6\text{V}$

9. Fotoupor ima v temi upornost  $R_t=10\text{M}\Omega$ , pri pravokotnem vpadu sončne svetlobe pa  $R_1=100\Omega$ . Kolikšno upornost  $R_2=?$  pričakujemo pri vpadnem kotu sončne svetlobe  $\theta=60^\circ$ , če odboj svetlobe na površini fotoupora zanemarimo?

- (A) 50Ω                      (B) 100Ω                      (C) 200Ω                      (D) 5MΩ

10. Kolikšno ojačanje  $G=?$  (v dB) lahko doseže Er<sup>3+</sup> vlakenski ojačevalnik s črpalno moči  $P_c=100\text{mw}$  na  $\lambda_c=980\text{nm}$  ( $\mu=1$ ) in pasovno širino  $B=4\text{THz}$  pri osrednji frekvenci  $f=194\text{THz}$ , ko se skoraj vsa moč pretvori v spontano sevanje ASE? ( $h=6.625\text{E}-34\text{Js}$ ,  $c_0=3\text{E}+8\text{m/s}$ )

- (A) 60dB                      (B) 15dB                      (C) 30dB                      (D) 45dB

11. Koaksialni kabel ima žilo s premerom  $2r_z=3\text{mm}$  in oklop z notranjim premerom  $2r_o=11\text{mm}$ . Dielektrik je teflonska pena z  $\epsilon_r=1.5$ . Mejna frekvenca pojava višjih rodov v takšnem koaksialnem kablu znaša približno:

- (A) 6.82GHz                      (B) 11.1GHz                      (C) 13.6GHz                      (D) 5.57GHz

12. Erbijev laserski ojačevalnik za  $\lambda=1550\text{nm}$  lahko črpamo na različne načine. Katera je najpomembnejša prednost črpanja na  $\lambda=980\text{nm}$  v primerjavi s črpanjem na  $\lambda=1480\text{nm}$ ?

- (A) nižji šum ojačevalnika                      (B) večja izhodna moč                      (C) boljši kvantni izkoristek                      (D) večje jedro vlakna

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 30.05.2013

1. Polarizacijsko rodovno razpršitev (PMD) v enorodovnem steklenem vlaknu lahko bistveno zmanjšamo z naslednjim tehnološkim postopkom izdelave vlakna:

- (A) trak (ribbon) s 4-24 vlakni      (B) silikonsko primarno zaščito      (C) sukanje preforma med vlečenjem vlakna      (D) eliptično jedro vlakna

2. Osnovna omejitev občutljivosti nekoherentnega svetlobnega sprejemnika z InGaAs PIN fotodiodo pri valovni dolžini  $\lambda=1550\text{nm}$  je:

- (A) toplotni šum PIN diode      (B) kvantni šum PIN diode      (C) kapacitivno breme PIN diode      (D) kvantni izkoristek PIN

3. V nekoherentnem sprejemniku uporabimo plazovno fotodiodo s heterostrukturo InGaAs (detekcija) in InGaAsP (množenje). Faktor množenja  $M=?$  opisane plazovne fotodiode za valovno dolžino  $\lambda=1550\text{nm}$  znaša za optimalno razmerje signal/šum približno:

- (A) 10      (B) 20      (C)  $1.0\text{E}+6$       (D) 100

4. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P=0.8\text{A/W}$  in transimpedanco  $R_t=1\text{k}\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U=?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $P_o=-10\text{dBm}$  (50%enic, 50%ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 320mV      (B) 40mV      (C) 80mV      (D) 160mV

5. Kolikšno ojačanje  $G=?$  (v dB) lahko doseže Er3+ vlakenski ojačevalnik s črpalko moči  $P_c=100\text{mw}$  na  $\lambda_c=980\text{nm}$  ( $\mu=1$ ) in pasovno širino  $B=4\text{THz}$  pri osrednji frekvenci  $f=194\text{THz}$ , ko se skoraj vsa moč pretvori v spontano sevanje ASE? ( $h=6.625\text{E}-34\text{Js}$ ,  $c_0=3\text{E}+8\text{m/s}$ )

- (A) 30dB      (B) 45dB      (C) 60dB      (D) 15dB

6. Koaksialni kabel ima žilo s premerom  $2r_z=3\text{mm}$  in oklop z notranjim premerom  $2r_o=11\text{mm}$ . Dielektrik je teflonska pena z  $\epsilon_r=1.5$ . Mejna frekvenca pojava višjih rodov v takšnem koaksialnem kablu znaša približno:

- (A) 13.6GHZ      (B) 5.57GHZ      (C) 6.82GHZ      (D) 11.1GHZ

7. Erbijeve laserski ojačevalnik za  $\lambda=1550\text{nm}$  lahko črpamo na različne načine. Katera je najpomembnejša prednost črpanja na  $\lambda=980\text{nm}$  v primerjavi s črpanjem na  $\lambda=1480\text{nm}$ ?

- (A) boljši kvantni izkoristek      (B) večje jedro vlakna      (C) nižji šum ojačevalnika      (D) večja izhodna moč

8. Germanijeva fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta=60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda=1310\text{nm}$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P=?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h=6.625\text{E}-34\text{Js}$ ,  $c_0=3\text{E}+8\text{m/s}$ ,  $q_e=-1.6\text{E}-19\text{As}$ ).

- (A) 0.633W/A      (B) 1.58W/A      (C) 1.58A/W      (D) 0.633A/W

9. Svetlobni sprejemnik (PIN-FET modul) ima električno pasovno širino  $B_e=10\text{GHZ}$ . Kolikšna bo optična pasovna širina  $B_o=?$  istega svetlobnega sprejemnika pri isti valovni dolžini  $\lambda=1550\text{nm}$ ?

- (A) 13GHZ      (B) 4THZ      (C) 8GHZ      (D) 10GHZ

10. Vlakno za erbijeve laserski ojačevalnik mora biti enorodovno na valovni dolžini črpalke  $\lambda_c=980\text{nm}$  kot tudi na valovni dolžini signala  $\lambda=1550\text{nm}$ . Če ima vlakno premer jedra  $2a=3\mu\text{m}$ , kolikšna je njegova največja dopustna numerična apertura  $NA=?$

- (A) 0.20      (B) 0.25      (C) 0.10      (D) 0.15

11. Infrardeča LED za  $\lambda=900\text{nm}$  uporablja heterostrukturo GaAlAs:GaAs. Zaradi napake pri epitaksiji so tehnologji pozabili izdelati plast GaAlAs. Nastala PN dioda iz GaAs bo imela bistveno slabši izkoristek  $\eta$  pretvorbe električne energije v svetlobo in:

- (A)  $\lambda<900\text{nm}$       (B)  $U=0.6\text{V}$       (C)  $\lambda>900\text{nm}$       (D)  $\lambda=900\text{nm}$

12. Fotoupor ima v temi upornost  $R_t=10\text{M}\Omega$ , pri pravokotnem vpadu sončne svetlobe pa  $R_1=100\Omega$ . Kolikšno upornost  $R_2=?$  pričakujemo pri vpadnem kotu sončne svetlobe  $\theta=60^\circ$ , če odboj svetlobe na površini fotoupora zanemarimo?

- (A) 200 $\Omega$       (B) 5M $\Omega$       (C) 50 $\Omega$       (D) 100 $\Omega$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 30.05.2013

1. Fotoupor ima v temi upornost  $R_t=10M\Omega$ , pri pravokotnem vpadu sončne svetlobe pa  $R_1=100\Omega$ . Kolikšno upornost  $R_2=?$  pričakujemo pri vpadnem kotu sončne svetlobe  $\theta=60^\circ$ , če odboj svetlobe na površini fotoupora zanemarimo?

- (A)  $50\Omega$  (B)  $100\Omega$  (C)  $200\Omega$  (D)  $5M\Omega$

2. Kolikšno ojačanje  $G=?$  (v dB) lahko doseže Er3+ vlakenski ojačevalnik s črpalko moči  $P_c=100mW$  na  $\lambda_c=980nm$  ( $\mu=1$ ) in pasovno širino  $B=4THz$  pri osrednji frekvenci  $f=194THz$ , ko se skoraj vsa moč pretvori v spontano sevanje ASE? ( $h=6.625E-34Js$ ,  $c_0=3E+8m/s$ )

- (A) 60dB (B) 15dB (C) 30dB (D) 45dB

3. Koaksialni kabel ima žilo s premerom  $2r_z=3mm$  in oklop z notranjim premerom  $2r_o=11mm$ . Dielektrik je teflonska pena z  $\epsilon_r=1.5$ . Mejna frekvenca pojava višjih rodov v takšnem koaksialnem kablu znaša približno:

- (A) 6.82GHz (B) 11.1GHz (C) 13.6GHz (D) 5.57GHz

4. Germanijeva fotodiode doseže kvantni izkoristek  $\eta=60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda=1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P=?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h=6.625E-34Js$ ,  $c_0=3E+8m/s$ ,  $q_e=-1.6E-19As$ ).

- (A) 1.58A/W (B) 0.633A/W (C) 0.633W/A (D) 1.58W/A

5. Svetlobni sprejemnik (PIN-FET modul) ima električno pasovno širino  $B_e=10GHz$ . Kolikšna bo optična pasovna širina  $B_o=?$  istega svetlobnega sprejemnika pri isti valovni dolžini  $\lambda=1550nm$ ?

- (A) 8GHz (B) 10GHz (C) 13GHz (D) 4THz

6. Vlakno za erbijev laserski ojačevalnik mora biti enorodovno na valovni dolžini črpalke  $\lambda_c=980nm$  kot tudi na valovni dolžini signala  $\lambda=1550nm$ . Če ima vlakno premer jedra  $2a=3\mu m$ , kolikšna je njegova največja dopustna numerična apertura  $NA=?$

- (A) 0.10 (B) 0.15 (C) 0.20 (D) 0.25

7. PIN-FET modul vsebuje fotodiode z odzivnostjo  $I/P=0.8A/W$  in transimpedanco  $R_t=1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U=?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $P_o=-10dBm$  (50%enic, 50%ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 80mV (B) 160mV (C) 320mV (D) 40mV

8. Infrardeča LED za  $\lambda=900nm$  uporablja heterostrukturo GaAlAs:GaAs. Zaradi napake pri epitaksiji so tehnologiji pozabili izdelati plast GaAlAs. Nastala PN dioda iz GaAs bo imela bistveno slabši izkoristek  $\eta$  pretvorbe električne energije v svetlobo in:

- (A)  $\lambda>900nm$  (B)  $\lambda=900nm$  (C)  $\lambda<900nm$  (D)  $U=0.6V$

9. Erbijev laserski ojačevalnik za  $\lambda=1550nm$  lahko črpamo na različne načine. Katera je najpomembnejša prednost črpanja na  $\lambda=980nm$  v primerjavi s črpanjem na  $\lambda=1480nm$ ?

- (A) nižji šum ojačevalnika (B) večja izhodna moč (C) boljši kvantni izkoristek (D) večje jedro vlakna

10. Polarizacijsko rodovno razpršitev (PMD) v enorodovnem steklenem vlaknu lahko bistveno zmanjšamo z naslednjim tehnološkim postopkom izdelave vlakna:

- (A) sukanje preforma med vlečenjem vlakna (B) eliptično jedro vlakna (C) trak (ribbon) s 4-24 vlakni (D) silikonsko primarno zaščito

11. Osnovna omejitev občutljivosti nekoherentnega svetlobnega sprejemnika z InGaAs PIN fotodiode pri valovni dolžini  $\lambda=1550nm$  je:

- (A) kapacitivno breme PIN diode (B) kvantni izkoristek PIN (C) toplotni šum PIN diode (D) kvantni šum PIN diode

12. V nekoherentnem sprejemniku uporabimo plazovno fotodiode s heterostrukturo InGaAs (detekcija) in InGaAsP (množenje). Faktor množenja  $M=?$  opisane plazovne fotodiode za valovno dolžino  $\lambda=1550nm$  znaša za optimalno razmerje signal/šum približno:

- (A)  $1.0E+6$  (B) 100 (C) 10 (D) 20

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 30.05.2013

1. Germanijeva fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta=60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda=1310\text{nm}$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P=?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h=6.625\text{E}-34\text{Js}$ ,  $c_0=3\text{E}+8\text{m/s}$ ,  $q_e=-1.6\text{E}-19\text{As}$ ).

- (A) 0.633W/A                      (B) 1.58W/A                      (C) 1.58A/W                      (D) 0.633A/W

2. Svetlobni sprejemnik (PIN-FET modul) ima električno pasovno širino  $B_e=10\text{GHz}$ . Kolikšna bo optična pasovna širina  $B_o=?$  istega svetlobnega sprejemnika pri isti valovni dolžini  $\lambda=1550\text{nm}$ ?

- (A) 13GHz                      (B) 4THz                      (C) 8GHz                      (D) 10GHz

3. Vlakno za erbijev laserski ojačevalnik mora biti enorodovno na valovni dolžini črpalke  $\lambda_c=980\text{nm}$  kot tudi na valovni dolžini signala  $\lambda=1550\text{nm}$ . Če ima vlakno premer jedra  $2a=3\mu\text{m}$ , kolikšna je njegova največja dopustna numerična apertura  $NA=?$

- (A) 0.20                      (B) 0.25                      (C) 0.10                      (D) 0.15

4. Infrardeča LED za  $\lambda=900\text{nm}$  uporablja heterostrukturo GaAlAs:GaAs. Zaradi napake pri epitaksiji so tehnologiji pozabili izdelati plast GaAlAs. Nastala PN dioda iz GaAs bo imela bistveno slabši izkoristek  $\eta$  pretvorbe električne energije v svetlobo in:

- (A)  $\lambda < 900\text{nm}$                       (B)  $U=0.6\text{V}$                       (C)  $\lambda > 900\text{nm}$                       (D)  $\lambda=900\text{nm}$

5. Fotoupor ima v temi upornost  $R_t=10\text{M}\Omega$ , pri pravokotnem vpadu sončne svetlobe pa  $R_l=100\Omega$ . Kolikšno upornost  $R_2=?$  pričakujemo pri vpadnem kotu sončne svetlobe  $\theta=60^\circ$ , če odboj svetlobe na površini fotoupora zanemarimo?

- (A) 200 $\Omega$                       (B) 5M $\Omega$                       (C) 50 $\Omega$                       (D) 100 $\Omega$

6. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P=0.8\text{A/W}$  in transimpedanco  $R_t=1\text{k}\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U=?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $P_o=-10\text{dBm}$  (50%enic, 50%ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 320mV                      (B) 40mV                      (C) 80mV                      (D) 160mV

7. Kolikšno ojačanje  $G=?$  (v dB) lahko doseže Er3+ vlakenski ojačevalnik s črpalke moči  $P_c=100\text{mw}$  na  $\lambda_c=980\text{nm}$  ( $\mu=1$ ) in pasovno širino  $B=4\text{THz}$  pri osrednji frekvenci  $f=194\text{THz}$ , ko se skoraj vsa moč pretvori v spontano sevanje ASE? ( $h=6.625\text{E}-34\text{Js}$ ,  $c_0=3\text{E}+8\text{m/s}$ )

- (A) 30dB                      (B) 45dB                      (C) 60dB                      (D) 15dB

8. Koaksialni kabel ima žilo s premerom  $2r_z=3\text{mm}$  in oklop z notranjim premerom  $2r_o=11\text{mm}$ . Dielektrik je teflonska pena z  $\epsilon_r=1.5$ . Mejna frekvenca pojava višjih rodov v takšnem koaksialnem kablu znaša približno:

- (A) 13.6GHz                      (B) 5.57GHz                      (C) 6.82GHz                      (D) 11.1GHz

9. Erbijev laserski ojačevalnik za  $\lambda=1550\text{nm}$  lahko črpamo na različne načine. Katera je najpomembnejša prednost črpanja na  $\lambda=980\text{nm}$  v primerjavi s črpanjem na  $\lambda=1480\text{nm}$ ?

- (A) boljši kvantni izkoristek                      (B) večje jedro vlakna                      (C) nižji šum ojačevalnika                      (D) večja izhodna moč

10. Polarizacijsko rodovno razpršitev (PMD) v enorodovnem steklenem vlaknu lahko bistveno zmanjšamo z naslednjim tehnološkim postopkom izdelave vlakna:

- (A) trak (ribbon) s 4-24 vlakni                      (B) silikonsko primarno zaščito                      (C) sukanje preforma med vlečenjem vlakna                      (D) eliptično jedro vlakna

11. Osnovna omejitev občutljivosti nekoherentnega svetlobnega sprejemnika z InGaAs PIN fotodiodo pri valovni dolžini  $\lambda=1550\text{nm}$  je:

- (A) toplotni šum PIN diode                      (B) kvantni šum PIN diode                      (C) kapacitivno breme PIN diode                      (D) kvantni izkoristek PIN

12. V nekoherentnem sprejemniku uporabimo plazovno fotodiodo s heterostrukturo InGaAs (detekcija) in InGaAsP (množenje). Faktor množenja  $M=?$  opisane plazovne fotodiode za valovno dolžino  $\lambda=1550\text{nm}$  znaša za optimalno razmerje signal/šum približno:

- (A) 10                      (B) 20                      (C) 1.0E+6                      (D) 100

Priimek in ime:

Elektronski naslov: