

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i :	INF-GEO4310 – Avbildning
Eksamensdag :	Tirsdag 16. desember 2008
Tid for eksamen :	14.30 – 17.30
Oppgavesettet er på :	12 sider
Vedlegg :	Ingen
Tillatte hjelpemidler :	<u>Kalkulator og ett A4 ark med egen tekst (tosidig)</u>

Ditt kandidatnr:

- Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare det. For hver oppgave: Les gjennom hele oppgaven før du begynner å løse den. Dersom du savner opplysninger i oppgaven, kan du selv legge dine egne forutsetninger til grunn og gjøre rimelige antagelser, så lenge de ikke bryter med oppgavens "ånd". Gjør i så fall rede for forutsetningene og antagelsene du gjør. Dette gjelder også flervalgsoppgavene.
- Dine svar på flervalgsoppgavene skrives på disse oppgavearkene.
- De øvrige oppgavene besvares på separate ark.
- I de oppgavene hvor det skal regnes ut noe, anbefaler vi at du først skriver en kladd.
- 25 av spørsmålene er flervalgsoppgaver med fem alternativer der bare ett svar er riktig. På disse oppgavene får du 4 poeng for riktig svar, -1 for feil, og 0 dersom du ikke svarer. Den som svarer i hytt og vær vil komme ut med 0 poeng her! Finner du det rette svaret, men "garderer" med ett eller flere ekstra kryss, så trekkes du ett poeng for hvert feil kryss.
- Hvis du har satt et kryss i en avkrysningsboks og etterpå finner ut at du *ikke* ønsket et kryss der, kan du skrive "FJERN" like til venstre for avkrysningsboksen.
- I de 4 siste oppgavene skal du finne svarene selv. Den maksimale poengsum du kan få for en god besvarelse er angitt for hver oppgave. Disse oppgavene har til sammen 11 deloppgaver.
- **Disponer tiden slik at du rekker å svare på mest mulig! Du kan for eksempel bruke ca 2 minutter per oppgave på de 25 flervalgsoppgavene (totalt ca 50 min), og deretter ca 10 minutter på hver av de 11 siste deloppgavene. Og så har du ca 20 minutter i reserve til å se over hele besvarelsen.**

Husk å skrive kandidatnr. på hvert ark i besvarelsen!

Flervalgsspørsmål – geometrisk optikk

- Hver oppgave har fem alternativer der bare ett svar er riktig. På disse oppgavene får du 4 poeng for riktig svar, -1 for feil, og 0 dersom du ikke svarer. Den som svarer i hytt og vær vil komme ut med 0 poeng her! Finner du det rette svaret, men ”garderer” med ett eller flere ekstra kryss, så trekkes du ett poeng for hvert feil kryss.
- Hvis du har satt et kryss i en avkrysningsboks og etterpå finner ut at du *ikke* ønsket et kryss der, kan du skrive "FJERN" like til venstre for avkrysningsboksen.

1. For en gitt linse med fokallengde f og aperturediameter D vil den geometriske oppløsningen, angitt i mm på objektet ...

- Øke med kvadratet av avstanden til objektet
- Øke med kvadratroten av avstanden til objektet
- Øke lineært med avstanden til objektet
- Være uavhengig av avstanden til objektet
- Ikke være beskrevet av noen av alternativene ovenfor.

2. Anta at vi har et fast forhold f/D mellom fokallengde f og aperturediameter D . Hvilket av følgende utsagn om den minste detalj i BILDET i fokalplanet er er riktig, når vi varierer fokallengden?

- Størrelsen på den minste detaljen er proporsjonal med fokallengden
- Størrelsen på den minste detaljen er uavhengig av fokallengden
- Størrelsen på den minste detaljen er uavhengig av fokallengden, bortsett fra når objektavstanden er sammenlignbar med fokallengden
- Størrelsen på den minste detaljen er avhengig av objektavstanden
- Størrelsen på den minste detaljener proporsjonal med produktet av fokallengden og objektavstanden.

3. Hva er forholdet mellom vinkeloppløsningen til et optisk teleskop med diameter 1.5 m som observerer i IR ved $1.5 \mu\text{m}$ og et radioteleskop med diameter 20 m som observerer ved frekvensen 1.5 GHz?

- $1.22 \cdot 10^{-4}$
- 10^{-2}
- $1.22 \cdot 10^{-2}$
- 10^{-4}
- 10^4

4. Den minste detalj du kan avbilde med en linse med 6 cm aperture på en avstand lik 5 meter ved bølgelengde = 492 nm er

- 0.5 mm
- 100 μm
- 50 μm
- 10 μm
- 5 μm

Flervalgsspørsmål – fjernanalyse

5. Hvilken av disse bølgelengdene kan være nyttig for avbildning fra satellitt i overskyet vær?

- 0.4 μm
- 0.4 nm
- 1.4 μm
- 4 cm
- 4 nm

6. Hvorfor ser vegetasjon grønn ut?

- Fordi vegetasjon absorberer lys tilsvarende bølgelengder i det grønne området av spekteret.
- Fordi vegetasjon reflekterer lys tilsvarende bølgelengder i det grønne området av spekteret.
- Fordi klorofyll reflekteres flatt uavhengig av bølgelengde.
- Fordi øyet er spesielt følsomt for lys tilsvarende bølgelengder i det grønne området.
- Fordi grønt lys har høyere bølgelengde enn rødt lys og blått lys.

7. Hvilken påstand er ikke korrekt for en satellitt som går i polar bane?

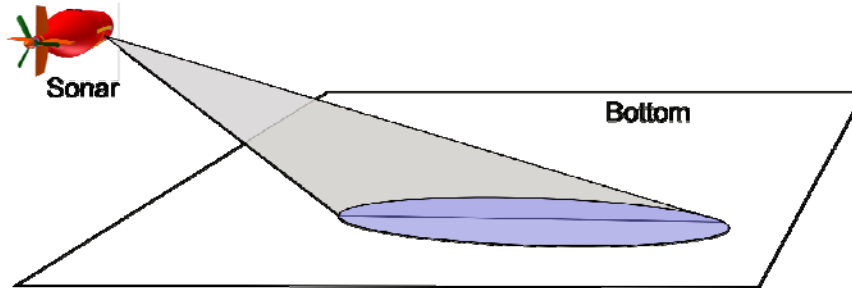
- Vi kan avbilde både ved oppadgående (ascending) og nedadgående (descending) passeringer.
- Satellitten vil i løpet av en viss periode avbilde hele jordoverflaten.
- Satellitten har en inklinasjonsvinkel (inclination angle) nær 90 grader.
- Dekningsgraden er best ved ekvator.
- Dekningsgraden er best ved polene.

Flervalgsspørsmål - sonar

8. Når lyd hastigheten endrer seg påvirker dette akustiske bølger under vann. På hvilken måte?

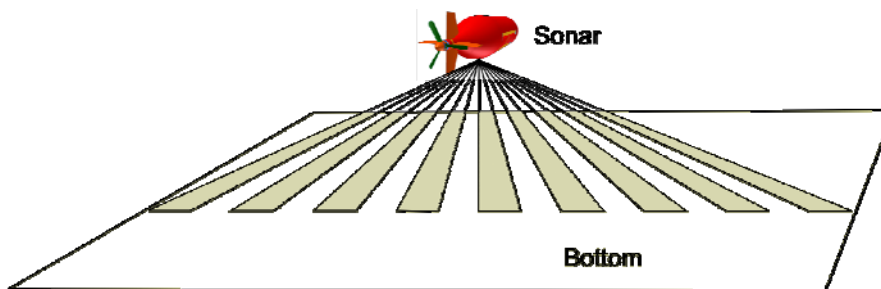
- Amplituden på de akustiske bølgene endres i takt med lyd hastigheten
- De akustiske bølgene bøyer av mot høyere lyd hastighet
- De akustiske bølgene tapes i effekt slik at energien går ned
- De akustiske bølgene bøyer av mot lavere lyd hastighet
- Frekvensen på de akustiske bølgene endres i takt med lyd hastigheten

9. Spredning og refleksjon er grunnleggende mekanismer som må være tilstede for at en sonar skal virke. Hva er korrekt for sidesøkende sonaravbildning av bunnen (se figur)



- Havbunnen må ha en veldig høy impedans for at de utsendte akustiske bølgene skal reflekteres
- Havbunnen må være ru for at de utsendte akustiske bølgene skal spres og treffe mottakeren
- Lydhastigheten i havbunnen må være forskjellig fra lydhastigheten i vann for at de akustiske bølgene skal reflekteres
- Havbunnen må være plan for at de utsendte akustiske bølgene skal reflekteres og treffe mottakeren
- Lydhastigheten i havbunnen må være forskjellig fra lydhastigheten i vann for at de akustiske bølgene skal bøyes av og treffe mottakeren

10. Et multistråle ekkolodd (se figur) sender og mottar akustiske bølger i mange retninger. Hva brukes dette hovedsaklig til?



- Sonaren detekterer fisk i hver stråle og estimerer størrelse på fiskestim
- Sonaren setter sammen reflektiviteten i alle retningene for å lage et bilde av bunnen
- Sonaren estimerer avstand i hver stråle for å lage topografisk kart av bunnen
- Sonaren ser i mange retninger for å få et midlere estimat av refleksjonskoeffisienten til bunnen
- Sonaren estimerer Doppler shift i mange forskjellige retninger for å beregne farkostens hastighet relativt til bunnen

Flervalgsspørsmål - ultralyd

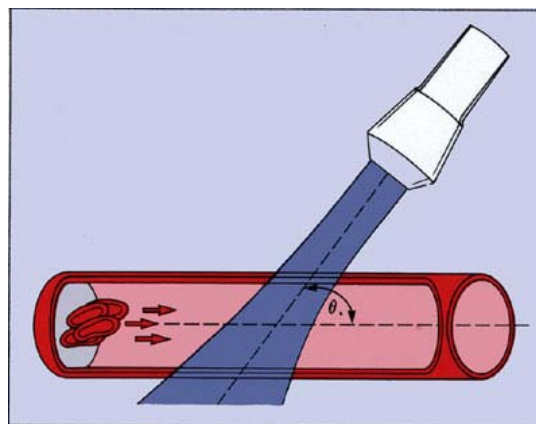
11. Gitt et lineært N -elements array med dimensjon $(N \cdot b) \times h$, hvor $(N \cdot b)$ er lengden av arrayet (lateral dimensjon) og h er høyden på arrayet (elevasjons dimensjonen). Hvert element har elementstørrelser $b \times h$. Hvordan kan vi forbedre arrayets elevasjonsoppløsning?

- Vi kan sende en kortere puls (øke båndbredden til pulsen).
- Vi kan sende en lengre puls (minske båndbredden til pulsen).
- Vi kan øke antall elementer (øke N).
- Vi kan øke frekvensen på pulsen.
- Vi kan minke høyden h .

12. Gitt et annulært array med gitt radius og krumning. Hvordan kan vi øke (utvide lengden av) arrayets fokalsone?

- Vi kan øke krumningen på arrayet (dvs gjøre det mer krumt).
- Vi kan minske krumningen på arrayet (dvs gjøre det mer flatt).
- Vi kan øke frekvensen på utsendt puls.
- Vi kan sende en lengre puls (minske båndbredden til pulsen).
- Vi kan sende en kortere puls (øke båndbredden til pulsen).

13. Vi skal estimere hastigheten til en blodstrøm i en blodåre vha en dopplermåling. Måleoppstillingen er gitt i figuren. Blodstrømmen antas å ha hastighet v og vinkelen mellom lydstrålen og blodstrømmen er gitt ved θ . Hvordan kan vi minimere den relative feilen i målingen i forhold til estimert hastighet?



- Vi kan øke frekvensen på utsendt signal.
- Vi kan minske frekvensen på utsendt signal.
- Vi kan estimere hastigheten til blodstrøm med større hastighet v .
- Vi kan minske vinkelen θ .
- Vi kan øke vinkelen θ .

Flervalgsspørsmål – seismikk

14. Akustisk impedans er definert som produktet av:

- Hastighet og tetthet
- Gangtid og tetthet
- Refleksjonskoeffisient og hastighet
- Hastighet og dybde
- Bølgelengde og hastighet

15. Anta at et seismisk bølgefelt er generert av en punktkilde i et homogent medium med hastighet 2500 m/s. Forholdet mellom bølgeamplituden 1 000 m unna kilden og 1 m unna er (se bort fra absorpsjon):

- 1 000
- 0.001
- Uendelig
- 2.5
- 2500

16. Dersom absorpsjon også er inkludert vil amplitude forholdet bli (anta en Q-faktor på 50 og en frekvens $f = 25$ Hz):

- 50
- 0.02500
- Uendelig
- 0.00053
- 0.00500

17. En hydrofon er en piezo-elektrisk enhet som måler:

- Partikkel hastighet
- Partikkel akselerasjon
- Trykk
- Resistivitet
- Konduktivitet

18. Betegnelsen CDP er strengt tatt bare sann dersom:

- Horisontalt lagdelt jordmodell
- Hellende lag
- 3D innsamling
- 2D innsamling
- Lang kabel benyttes

19. Betrakt en NMO korrigert CMP-familie og anta at hver seismisk trase inneholder Gaussisk eller 'hvit' støy. Dersom folden økes fra 10 traser til 100 traser, hvor mye vil stacking prosessen forbedre signal-til-støy forholdet, dvs. en faktor :

- 10
- $\sqrt{10}$
- 90
- 0.1
- $\sqrt{90}$

Flervalgsspørsmål – medisinsk avbildning

20. Hvilken avbildningsmodalitet baserer seg på emittert ioniserende stråling fra det vevet som avbildes?

- fMRI
- EPI
- PET
- CT
- MRA

21. Hvilket av følgende utsagn om CT versus MRI er riktig?

- CT avbilder bløtvev bedre enn MRI
- MRI er bedre hvis pasienten ska undersøkes mange ganger
- CT er begrenset til aksial-planet, mens MRI kan avbilde i vilkårlige plan
- Man benytter de samme kontrastmidlene i CT og MRI
- Strålingsrisikoen er omtrent den samme for CT og MRI

22. Anta at du har en metode som kan diagnostisere en gruppe pasienter som "frisk" eller "syk" i forhold til en gitt sykdom, og at spesifisitet = sensitivitet = 0.9 for denne metoden. Fordelingen mellom frisk/syk i pasient-gruppen er 9/1. Hva er da sannsynligheten for at diagnosen "syk" er riktig?

- 10%
- 30%
- 50%
- 70%
- 90%

Flervalgsspørsmål – seismologi

23. Seismisk tomografi er en metode for:

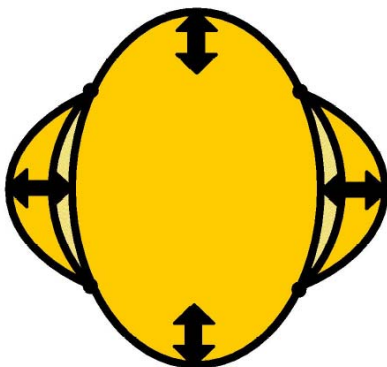
- å prediktere jordskjelv
- å avbilde jordskorpa med lydbølger
- å avbilde Jordas indre med jordskjelvbølger
- å måle temperatur i Jordas kjerne
- å måle hastigheten til de tektoniske platene

24. P-bølgene har en lavere hastighet i Jordas kjerne enn i Jordas mantel. Når en P-bølge forplanter seg nedover i mantelen og treffer kjernemantelgrensen, vil den:

- reflekteres fullstendig
- transformeres til en S-bølge i kjernen
- brytes med strålebanen mot sentrum av Jorda
- brytes med strålebanen lengre bort fra sentrum av Jorda
- P-bølgene treffer aldri kjernemantelgrensen

25. Jordas egenvibrasjon med lengste periode er 0S2. Den har en periode på 54 min og den deformerer Jorda som figuren nedenfor viser. Jorda har en radius på 6371 km. Utifra dette kan vi estimere gjennomsnittlig seismisk bølgehastighet i Jorda til å være omtrent:

- 3 km/s
- 6 km/s
- 12 km/s
- 118 km/s
- 370 km/s



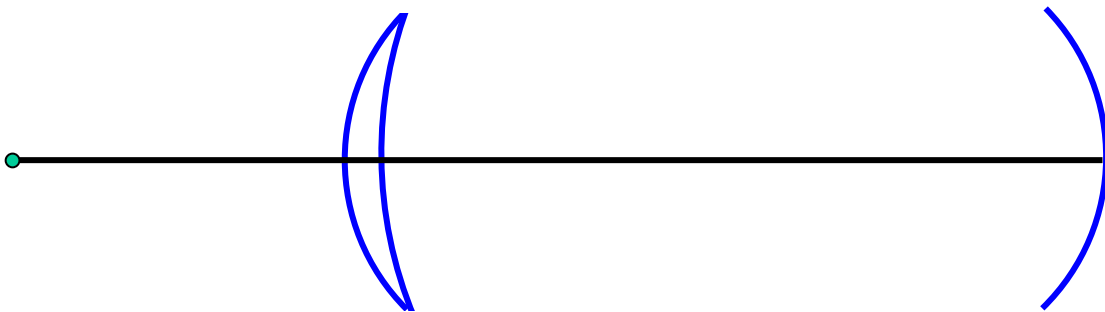
Del II: Finn svaret selv.

Beskriv hvordan du tenker – ikke bare skriv ned et svar.

Svar kort, men resonner og begrunn svaret ditt.

26. Geometrisk optikk (20 poeng).

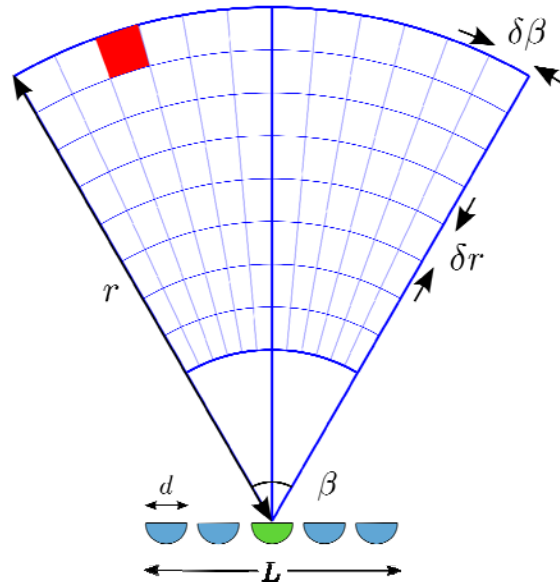
Anta at du har en tynn linse som er konveks-konkav med radier R og $2R$. I en avstand D til høyre for denne linsen står et konkavt sfærisk speil med radius R . Til venstre for den tynne linsen, i en avstand A , finnes et objekt P . Dette objektet skal avbildes i avstanden $R/2$ til venstre for det konkave speilet, som vist på figuren nedenfor.



- Hvordan kan du enklest mulig få til dette, og hva blir da avstanden A ? Forklar hvordan du kommer fram til svaret ved hjelp av objekt-bilde relasjonen for sfærisk speil og tynn linse og "Lensmaker's Equation", og hvordan du bruker fortegnreglene for billedannelse. Du kan anta at brytningsindeks for linsen er 1,5.
- Hva blir forstørrelsen til dette linse-speil-systemet hvis vi plasserer dem i en avstand fra hverandre som er lik summen av de to fokallengdene?

27. Sonar (40 poeng).

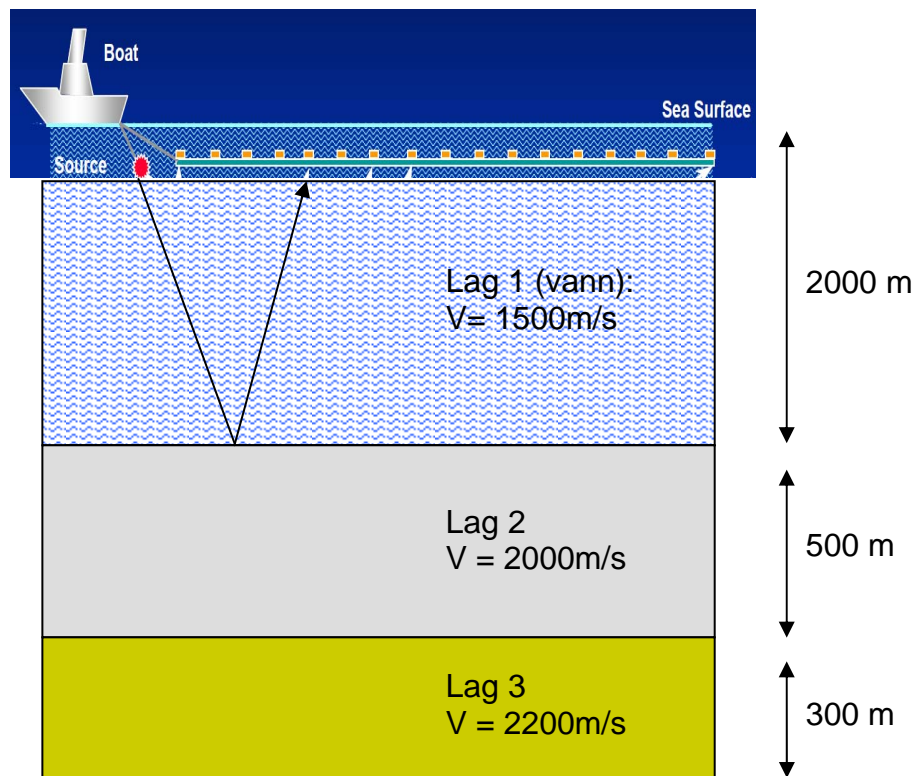
Anta en sonarsender (grønn) og en mottaker array (blå og grønn). Mottakerne utgjør en array med lengde $L = 120$ cm. Hvert element i arrayen (inkludert senderen) har lengde $d = 3.75$ cm. Sonarsystemet sender ut pulser med senterfrekvens $f = 100$ kHz. Lydhastigheten antas å være $c = 1500$ m/s.



- a) Sonarsystemet er satt opp til å sende ut en puls hvert $\frac{1}{4}$ -sekund. Hva er den maksimale rekkevidden r sonaren kan ha?
- b) Fra hvilken avstand r sies et pixel å være i fjernfeltet til sonaren?
- c) Hva må gjøres med sonardata fra hver mottaker for at sonaren skal avbilde det røde pixellet i scenen? Tegn figur hvis nødvendig.
- d) Hva er vinkelopløsningen $\delta\beta$ gitt som (ligning)? Hva er vinkelopløsningen til dette systemet målt i grader? Hva er vinkelopløsningen til et tilsvarende system med senterfrekvens $f = 200$ kHz? Er dette systemet bedre?

28. Seismikk (20 poeng).

Betrakt en 3-lags horisontal jordmodell som vist i figuren og anta at 2D marine seismiske data blir samlet inn på overflaten ved bruk av en kabel med 120 hydrofongrunder (gruppeintervall $\Delta g = 25$ m). Avstanden mellom skudd og første hydrofonggruppe er 100m.



- Beregn null-offset refleksjonskoeffisienten assosiert med havbunnen dersom tettheten til lag 2 er 2.2 g/cm^3 . Beregn også den maksimale *normal moveout* (dvs. differensen mellom maksimalt målt gangtid og null-offset gangtid) for refleksjoner fra havbunnen.
- Beregn maksimal innfallsvinkel for refleksjoner fra grensen mellom lag 2 og 3.

29. Medisinsk ultralydabildning (30 poeng).

Et 128-elements lineært array benyttes til sanntidsavbildning av et foster i mors mage. En livmor (med mage) i siste fase av et svangerskap kan være opptil 50 cm tykk. Anta at fire-og-fire elementer uten overlapp avfyres sekvensielt for å lage et bilde av fosteret.

- a) Hvor mange scan-linjer får man i hvert bilde?

- b) Hva blir bilderaten hvis man antar en lydshastighet på 1500 m/s og at man skal motta ekko fra dybde 50 cm sendt fra en gruppe elementer før neste gruppe sender ut lyd.

- c) Hva kan man gjøre for å øke bilderaten? Angi minst to muligheter og beskriv kort hvilken effekt det valget man gjør vil ha på bilde og eventuelt bildekvaliteten.

Lykke til!

Fritz, Anne, Roy, Sverre, Andreas, Leiv, Valerie