

EKSAMEN SENSORVEILEDNING

Emnekode: IRBIO31012	Emnenavn: Medisinske laboratorieemner 4 (medisinsk biokjemi og nukleærmedisin)
Dato: 22.februar 2022	Eksamenstid: 09.00-13.00
Sensurfrist: 15.mars 2022	4 timer
	Faglærer: Oppgave 1 (Maria Dung Cao) Oppgave 2 (Linda Syversen) Oppgave 3 (Runa Berg Østby) Oppgave 4 (Maria Dung Cao) Oppgaven er kontrollert: Ja
Hjelpemidler: Kalkulator, med tomt minne, som ikke kan regne symbolsk eller kommunisere trådløst.	
Om eksamensoppgaven: Eksamensoppgaven består av flere deloppgaver. Deloppgavene kan ha ulik vektning (oppgis i oppgaven).	

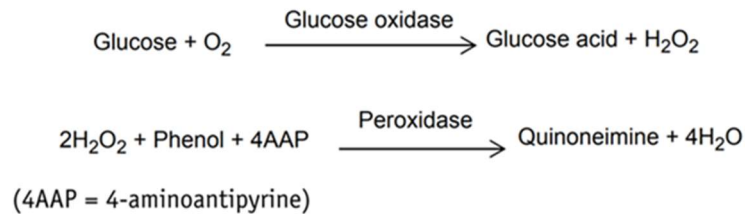
Oppgave 1A_IRBIO31012_V22

Glukose kan måles på Pentra 400/C400 ved bruk av reagenset Glukose PAP.

I. Forklar kort om metodeprinsippet for denne metoden. Bruk reaksjonstrinnene under i forklaringen.

II. Hvilket stoff er det som måles, og hvordan kan vi ved å måle dette stoffet vite hvor mye glukose det er i prøven? Hvilken beregningsmetode bør velges? Forklar kort om beregningsmetoden.

II. Forklar hvorfor det stilles krav om at $[S] \ll K_m$ ved måling av Glukose PAP?



(10 poeng)

Løsning:

I. Denne metoden kalles for enzymkatalysert konsentrasjonsmåling og hvor det tilsettes enzymer for å påskynde/katalysere reaksjonen, uten at enzymet blir forbrukt eller endret. Ved bruk av enzymkatalysert konsentrasjonsmåling kan vi måle ønsket substrat i prøven.

Metodeprinsippet består av totrinsreaksjon og bruk av enzymene glukose oksidase og peroksidase: Glukose i prøven blir metabolisert til produktene glukonsyre og H_2O_2 (hydrogenperoksid) ved hjelp av enzymet glukose oksidase i reaksjonstrinn 1. H_2O_2 blir brukt som substrat i reaksjonstrinn 2. H_2O_2 sammen med Phenol og 4AAP blir omdannet til Quinoneimine og $4\text{H}_2\text{O}$.

II. Stoffet som måles er Quinoneimine, produktet fra reaksjonstrinn 2. Siden målingen skjer i reaksjonsfasen skal det velges beregningsmetoden «kinetics» som gjelder for kinetisk metode. Endringen i absorbansen (ΔA) per min av Quinoneimine er proporsjonalt med mengde glukose i prøven. Jo mer glukose i prøven, jo høyere blir stigningstallet for Quinoneimine.

III. Ved kinetisk metode 1.orden skal substratkonsentrasjonen være mye mindre enn K_m ($[S] \ll K_m$) for å sikre linearitet mellom reaksjonshastigheten og substratkonsentrasjonen.

Når $[S] \ll K_m$ da er:

- Reaksjonshastigheten substratavhengig og proporsjonal med substratkonsentrasjonen
- Substratet (S) vil bli omdannet til produktet (P) uten å nå maksimal reaksjonshastighet
- S (komponenten som måles) skal være i underskudd, og E og andre reaktanter må være i overskudd, dvs. S bestemmer reaksjonshastigheten.

Oppgave 1B_IRBIO31012_V22

I. Forklar hvorfor substratunderskudd kan være et problem ved måling av ALAT enzymaktivitet på Pentra 400/C400. (3 poeng)

For å oppfylle reaksjonsbetingelser for måling av enzymaktivitet må det være nok substrat tilstede i reaksjonsblandingen slik at substratene ikke kan påvirke reaksjonshastigheten. Reaksjonshastigheten skal være substratuavhengig og kun avhengig av enzymaktiviteten. Ved substratunderskudd vil reaksjonshastigheten kunne bli påvirket av mangel på substrat og gi falsk lav måling av enzymaktivitet.

II. Ved substratunderskudd som skyldes svært høy ALAT enzymaktivitet i prøven, vil prøvesvaret være falsk for lavt eller falsk for høyt? Begrunn svaret. (2 poeng)

Prøver med svært høy ALAT enzymaktivitet kan gi falsk for lavt prøvesvar. Substratene kan bli brukt opp og reaksjonshastigheten synker under målingen. Stigningstallet blir lavere og dermed blir også prøvesvaret lavere enn det pasienten egentlig har.

Oppgave 1C_IRBIO31012_V22

Total 12 multiple choice oppgaver.

(1 poeng for riktig svar, minus 1 poeng for feil svar, minimum 0 poeng)

I. Langvarig stase kan føre til økt hemokonsentrasjon, lokal alkalose, aktivering av koagulasjonsfaktorer, falskt lav proteinmåling.

Velg et alternativ

- Sant
- Usant*

II. Måleenheten U (unit) er definert som:

Velg ett alternativ

- enzyemmengden som katalyserer omdannelsen av 1 mol substrat per minutt
- enzyemmengden som katalyserer omdannelsen av 1 mol substrat per sekund
- enzyemmengden som katalyserer omdannelsen av 1 μ mol substrat per sekund
- enzyemmengden som katalyserer omdannelsen av 1 μ mol substrat per minutt*

III. Hva viser en reaksjonskurve på Pentra ved måling av glukose?

Velg ett alternativ

- y-aksen = OD verdier (signal/abs), x-aksen = konsentrasjon av prøven
- y-aksen = OD verdier (signal/abs), x-aksen = konsentrasjon av kalibrator
- y-aksen = tid (sekunder), x-aksen = OD verdier (signal/abs)
- y-aksen = OD verdier (signal/abs), x-aksen = tid (sekunder)*

IV. Hva menes med at glukose målt på HemoCue Glucose 201 er plasmaekvivalent?

Velg ett alternativ

- Det betyr at prøven ligger utenfor referanseområdet
- Det betyr at den målte glukoseverdien i fullblod er omregnet til plasmaverdi*
- Det betyr at instrumentet måler glukose i kun plasma
- Det betyr at prøven må fortynnes

V. Hensikten med å bruke en reagensblank er å korrigere for absorbansbidrag fra interferenser i blodprøven.

Velg et alternativ

- Usant*
- Sant

VI. Hvilke av disse prøverørene inneholder ikke antikoagulasjonsmiddel?

Velg ett eller flere alternativer

- Senkningsrør
- Heparinrør
- Citratrør
- EDTA-rør
- Serumrør*
- ACD-rør
- Trombinrør*

VII. Hvilke av disse variablene regnes ikke som preanalytisk variabel?

Velg ett eller flere alternativer

- Langvarig stase
- Utgi prøvesvar til feil pasient*
- Hemolyse
- Kuldeantistoffer
- Feil oppbevaring og transport
- Biologisk variasjon
- Kalibreringsfeil*

VIII. Problemet med carry over kan minimaliseres ved å bruke f.eks. engangskyvetter, teflonbelagte pipettenåler eller utskiftning av pipettespiss mellom hver prøve/reagenser.

Velg et alternativ

- Usant
- Sant*

IX. Hva er Km?

Velg ett alternativ

- Substratkonsentrasjonen som gir maksimal reaksjonshastighet til enzymet
- Bestemmer affiniteten som et enzym har til produktet
- Substratkonsentrasjonen som gir halvparten av maksimal reaksjonshastighet til enzymet*
- Enzymkonsentrasjonen som gir halvparten av maksimal reaksjonshastighet

X. Hva er hensikten med å bruke prøveblank?

Velg ett alternativ

- Korrigere for ikke fastende prøver, f.eks. ved måling av glukose
- Korrigere for absorbansbidrag fra andre stoffer i prøven enn det vi ønsker å måle*
- Korrigere for bakgrunnstøy fra instrumentet
- Korrigere for absorbansbidrag fra reagensene

XI. Hvilke utsagn er riktige?

Velg ett eller flere alternativer

- Endepunktsmetode kalles også for likevektsmetode*
- Ved likevektsfasen skal alle substrater ha blitt omgjort til målbart produkt*
- Endepunktsmetode måles i reaksjonsfasen mens reaksjonen pågår
- Ved endepunktsmetode skal beregningsmetoden kinetics brukes på Pentra

XII. Hemolyse er en preanalytisk variabel som er metodeavhengig, det vil si at interferensen kun påvirker visse analysemetoder.

Velg et alternativ

- Usant
- Sant*

Oppgave 2A_IRBIO31012_V22

En bioingeniør skal analysere Mikroalbumin i urin på Pentra. Siden noen pasienter kan ha svært høye mikroalbuminverdier, er det viktig med gode rutiner for å avsløre eventuell antigen excess slik at man ikke risikerer å gi ut et falskt for lavt svar på disse pasientprøvene. Bioingeniøren velger å fortynne alle prøvene som en antigen excess sjekk og noterer svarene i en tabell. (Fortynnede prøvesvar er ikke ganget opp med fortynningsfaktoren i denne tabellen). Kalibreringskurven for Mikroalbumin ligger i område 10-315 mg/L, og referanseområdet for Mikroalbumin er <20 mg/L.

Hva er riktig svar på pasientprøvene? (7 poeng)

Navn på Pasient	Svar Mikroalbumin Ufortynnet prøve	Svar Mikroalbumin Fortynnet prøve 1:4
Hege	15 mg/L	- mg/L Varsel: LOW
Abbas	205 mg/L	49 mg/L
Erland	51 mg/L	12 mg/L
Glenn	63 mg/L	295 mg/L
Jasmin	- mg/L Varsel: HIGH	131 mg/L
Mary	- mg/L Varsel: LOW	- mg/L Varsel: LOW
Emmet	152 mg/L	37 mg/L

Løsning:

Hege: 15 mg/L

Abbas: 205 mg/L

Erland: 51 mg/L

Glenn: 1180 mg/L

Jasmin: 524 mg/L

Mary: <10 mg/L

Emmet: 152 mg/L

Oppgave 2B_IRBIO31012_V22

Hvorfor kan heterofile antistoffer være et problem ved immunkjemiske analysemetoder? Forklar prinsippet for hva som skjer når heterofile antistoffer påvirker analyseresultatet. (5 poeng)

Løsning:

Heterofile antistoffer kan gi falskt forhøyet prøvesvar

Heterofile antistoffer vil kunne binde både til antistoffer i fast fase og til antistoffer med markør. Ved ikke-konkurrerende immunkjemiske analysemetoder er antistoffer med markør i overskudd, og de som ikke har bundet seg til antigen vaskes bort før signal avleses. Dersom prøven inneholder heterofile antistoffer vil disse kunne binde flere antistoffer med markør enn det konsentrasjonen av analytt skulle tilsa. Det vil altså sitte igjen flere antistoffer med markør etter vask enn kun de som er bundet til antigenet/analytten som vi er interessert i, og vi får et falskt for høyt signal og dermed et falskt for høyt prøvesvar.

Oppgave 2C_IRBIO31012_V22

Hva kan vi gjøre for å minimere sjansen/forebygge for at heterofile antistoffer skal lage problemer?

(3 poeng)

Løsning:

- Tilsette irrelevante varmeaggregerte muse-IgG i bufferen. Disse vil da binde og «inaktivere» eventuelle heterofile antistoffer i prøven.*
- Fjerne FC-delen på antistoffet på fast fase. Da blir det færre potensielle steder for de heterofile antistoffene å binde seg.*
- ScFV : Single Chain Fragment Variable. Fagdisplay produserer kun den variable delen av tung og lett kjede, paratopen, som så festes direkte på fast fase.*

Oppgave 2D_IRBIO31012_V22

Total 5 multiple choice oppgaver.

Hvilke av påstandene er riktige? Velg ett eller flere påstander i hver kategori.

(1 poeng for hver riktig påstand, minus 1 poeng for krysset av for feil påstand, minimum 0 poeng, maksimum 10 poeng)

I.

- Ved konkurrerende immunoassay må antistoff med markør være i overskudd
- *Ved konkurrerende immunoassay må antistoff med markør være i underskudd*
- Ved konkurrerende immunoassay skal det være like mye antistoff som antigen i prøven
- Ved konkurrerende immunoassay er det stor fare for Hook effekt ved høye prøvesvar

II.

- *Hook-effekt er et fenomen der høye konsentrasjoner av analytt gir falskt for lave resultater*
- *Faren for Hook-effekt kan minimeres ved å legge inn et ekstra vasketrinn*
- ved Hook effekt er det noe galt med avlesingssignalet
- Hook effekt er et fenomen der lave konsentrasjoner av analytt gir falskt for høye prøvesvar
- Hook effekt er ikke lenger et problem ved immunkjemiske metoder

III.

- Ved homogene immunoassay må bundet og ubundet merket reaktant skilles før avlesning av signal
- *Ved homogene immunoassay behøves ingen vasketrinn*
- Ved homogene immunoassay er det viktig å vaske bort presipitater som kan ødelegge instrumentet
- Ved homogene immunoassay må bundet og ubundet reaktant må skilles etter avlesning av signal
- ELISA er et eksempel på homogene immunoassay
- *CEDIA er et eksempel på homogene immunoassay*

IV.

- *Dersom markøren på antistoffet er et enzym kan signalet ofte måles fotometrisk ved at enzymet katalyserer omdannelsen av et substrat til et farget produkt*
- *Dersom markøren er et luminogent molekyl kan signalet måles med et luminometer*
- Markøren kan ikke være en radiaktiv isotop
- *Markøren festes til fc-delen på antistoffet slik at ikke antistoffets paratop hindres i å binde til epitopen på antigenet.*

V.

- Ved immunkjemiske analysemetoder uten markør kan antistoffene være både monoklonale og polyklonale
- *Ved immunkjemiske analysemetoder uten markør er det viktig at antistoffene er polyklonale*
- *Ved immunkjemiske analysemetoder med markør er det viktig at antistoffene er monoklonale*
- Ved immunkjemiske analysemetoder med markør er det viktig at antistoffene er polyklonale
- Det er ikke så nøye om antistoffene er monoklonale eller polyklonale i immunkjemiske analysemetoder

Oppgave 3A_IRBIO31012_V22

Bioingeniøren Laborius skal innføre en ny analysemetode, metode 2, for analytten Lyttium A og har bestemt repeterbarheten til analysemetoden. Tidsdiagrammet i Figur 1 ble laget utfra resultatene.

Oppgaven inneholder følgende vedlegg:

- **Figur 1.** Tidsdiagram for repeterbarhet, Lyttium A, metode 2.
- **Tabell 1.** Deskriptiv statistikk fra Excel for Lyttium A, repeterbarhetsforsøk, metode 2.
- **Tabell 2.** Tabell over $\alpha_{0,05}$ -verdier for ulike antall resultater.

I. Forklar hva man vanligvis bruker tidsdiagrammet til og vurder tidsdiagrammet i Figur 1.

(5 poeng)

Løsning:

Tidsdiagrammet brukes til å undersøke om resultatene er tilnærmet normalfordelte. Hvis resultatene svinger tilfeldig om middelveien, kan vi si at de er tilnærmet normalfordelte og bruke dem i beregninger av parametere som standardavvik og gjennomsnittsverdier.

I tidsdiagrammet kan man se om resultatene inneholder én eller flere verdier som kan være slengere.

I tillegg kan tidsdiagrammet avsløre om det ser ut til å kunne ha oppstått en systematisk feil i metoden under analyseringen.

I tidsdiagrammet i denne oppgaven svinger verdiene tilfeldig om middelveien, og kan antas å være normalfordelte, bortsett fra at det ser ut til å kunne være en slenger i resultatene, resultat for dag 7 (16,0 mmol/L).

II. Et av resultatene (målenummerene) i tidsdiagrammet ser ut til å kunne være en slenger.

Bruk opplysningene som er gitt i Figur 1, Tabell 1 og Tabell 2 og gjør en α -test på 5 % signifikansnivå som viser om dette resultatet hører til populasjonen eller ikke.

Sett opp hypotesene, vis beregninger og begrunn konklusjonen.

(5 poeng)

Oppgitt:
$$\alpha_{obs} = \frac{|t_{vilsom\ verdi} - \bar{x}|}{s}$$

Løsning:

α -test kan brukes for å se om resultatet fra dag 7 («tvilsom verdi») er en slenger. Hvis den tvilsomme verdien er en slenger, hører den ikke til populasjonen.

Hypoteser:

H_0 : Den tvilsomme verdien (dag 7) er ikke en slenger, men hører til populasjonen.

H_1 : Den tvilsomme verdien (dag 7) er en slenger og hører ikke til populasjonen.

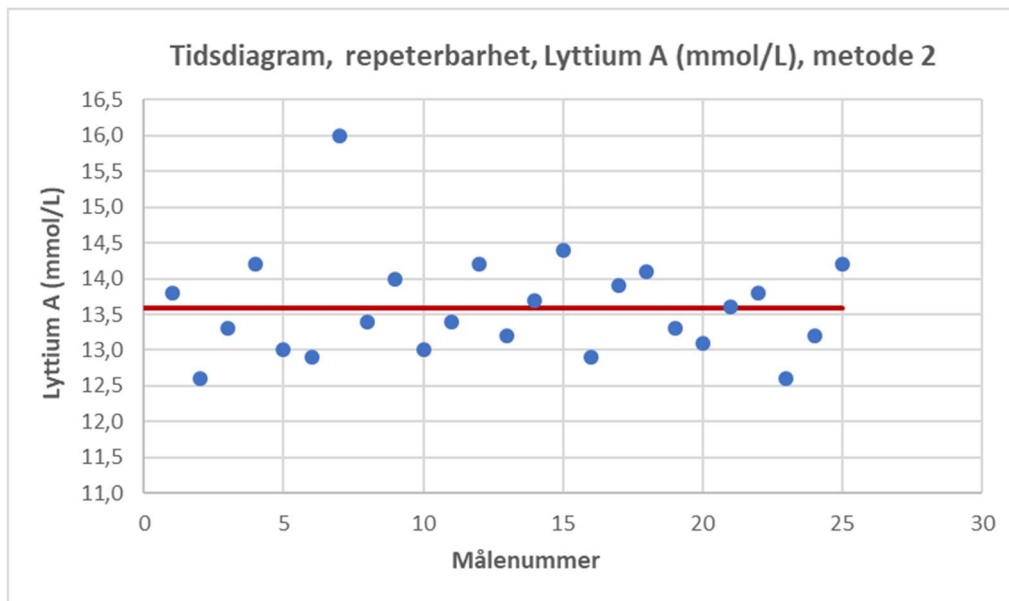
$$\text{Vi beregner } \alpha_{\text{obs}} = \frac{|\text{tvilsom verdi} - \bar{x}|}{s} = \frac{|16,0 - 13,59| \text{ mmol/L}}{0,725 \text{ mmol/L}} = 3,32$$

Fra tabell (i vedlegg) finner vi $\alpha_{0,05, 25}$ for 25 resultater. $\alpha_{0,05, 25} = 2,82$.

Siden $\alpha_{\text{obs}} > \alpha_{0,05, 25}$, forkaster vi nullhypotesen og påstår den alternative hypotesen, H_1 .

Den tvilsomme verdien er ikke en del av populasjonen og fjernes fra datasettet.

VEDLEGG - repeterbarhet



Figur 1. Tidsdiagram for repeterbarhet, Lyttium A, metode 2.

Tabell 1. Deskriptiv statistikk fra Excel for Lyttium A, repeterbarhetsforsøk, metode 2.

<i>Repeterbarhetsforsøk, Lyttium A, metode 2</i>	
Gjennomsnitt	13,59
Standardfeil	0,145
Median	13,4
Modus	14,2
Standardavvik	0,725
Utvalgsvarians	0,524933333
Kurstosis	3,83597259
Skjevhet	1,43831229
Område	3,4
Minimum	12,6
Maksimum	16
Sum	339,8
Antall	25
Konfidenskoeffisient(95,0%)	0,299068326

Tabell 2. Tabell over $\alpha_{0,05}$ -verdier for ulike antall resultater.

Antall resultater	$\alpha_{0,05}$
1	-
2	-
3	1,15
4	1,48
5	1,71
6	1,89
7	2,02
8	2,13
9	2,21
10	2,29
11	2,36
12	2,41
13	2,46
14	2,51
15	2,55
16	2,59
17	2,62
18	2,65
19	2,68
20	2,71
21	2,73
22	2,76
23	2,78
24	2,80
25	2,82
30	2,91
35	2,98
40	3,04

Oppgave 3B_IRBIO31012_V22

Bioingeniøren Laboline skal gjøre en metodesammenligning for å undersøke riktigheten til den nye analysemetoden B relativt til den veletablerte analysemetoden A for måling av analytt Y (mol/L).

Før Laboline kan sette i gang med metodesammenligningen, må hun bestemme $\text{bias}_{\text{tillatt}}$ for analytt Y (mol/L).

Laboline vil bestemme $\text{bias}_{\text{tillatt}}$ ved hjelp av den biologiske variasjonen til analytt Y.

Hun slår opp i en tabell og finner følgende informasjon for analytt Y:

Biologisk variasjonskoeffisient innen personen (intra-individuell), $\text{CV}_{\text{bw}} = 2,7 \%$.

Biologisk variasjonskoeffisient mellom personer (inter-individuell), $\text{CV}_{\text{bg}} = 5,9 \%$.

Bruk formelen: $\text{Bias}_{\text{tillatt}} \leq 0,375 \cdot \text{CV}_{\text{bt}}$, der CV_{bt} er total biologisk variasjonskoeffisient, til å finne $\text{bias}_{\text{tillatt}}$ for analytt Y.

Hva blir $\text{bias}_{\text{tillatt}}$?

(4 poeng)

Velg ett alternativ:

Løsning:

- $\text{Bias}_{\text{tillatt}} \leq 2,4 \%$.
- $\text{Bias}_{\text{tillatt}} \leq 1,0 \%$.
- $\text{Bias}_{\text{tillatt}} \leq 1,9 \%$.
- $\text{Bias}_{\text{tillatt}} \leq 14,9 \%$.
- $\text{Bias}_{\text{tillatt}} \leq 3,5 \%$.

Oppgave 3C_IRBIO31012_V22

Hvilke spredningsdiagrammer og differanseplott (i vedlegget «Vedlegg – Spredningsdiagrammer og differanseplott») hører til samme metodesammenligning?

Du skal krysse av for hvilket spredningsdiagram som hører til hvilket differanseplott, dvs. hvilke figurer som passer sammen.

(5 poeng, 1,25 poeng pr. riktig svar)

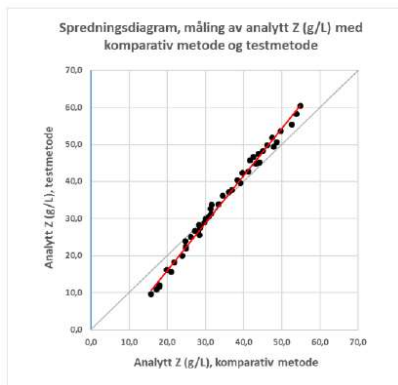
Løsning:

Finn de som passer sammen:

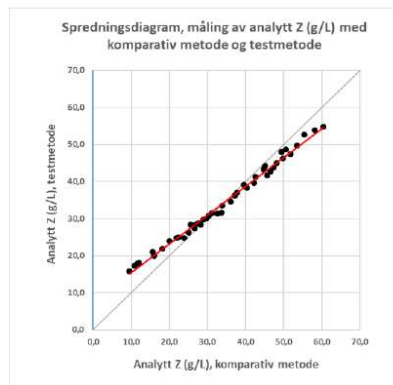
	Figur 1	Figur 2	Figur 3	Figur 4
Figur 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Figur 6	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Figur 7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Figur 8	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vedlegg

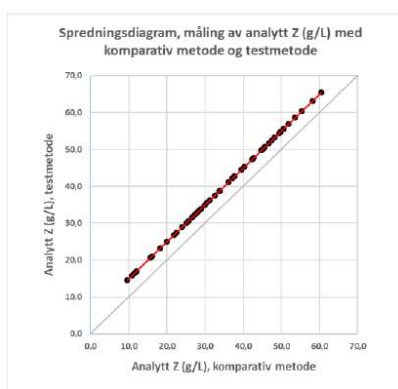
Spredningsdiagrammer og differanseplott



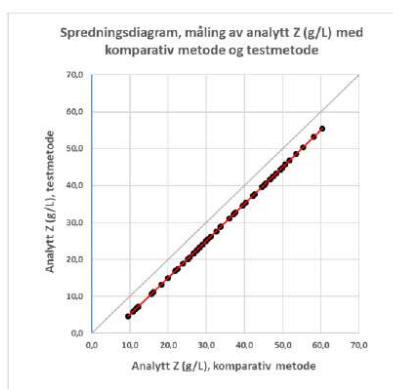
Figur 1. Spredningsdiagram.



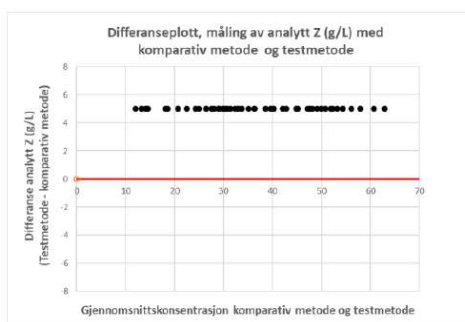
Figur 2. Spredningsdiagram.



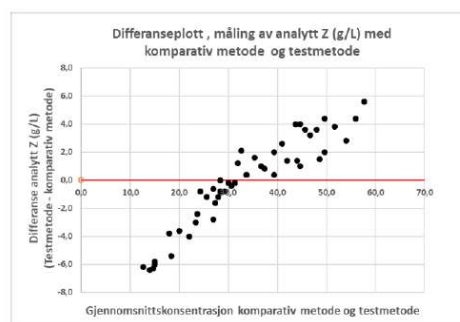
Figur 3. Spredningsdiagram.



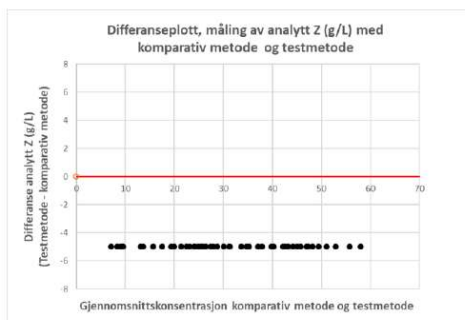
Figur 4. Spredningsdiagram.



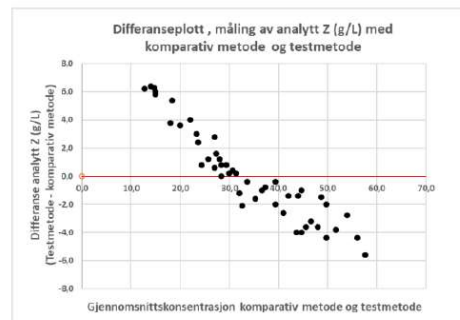
Figur 5. Differanseplott.



Figur 6. Differanseplott.



Figur 7. Differanseplott.



Figur 8. Differanseplott.

Oppgave 3D_IRBIO31012_V22

Bioingeniøren Déspo Karlsen har sammenlignet to analysemetoder (metode A og metode B) for analyse av analytten Glorium (mg/L). I vedlegget (Vedlegg - regresjonsanalyse) vises regresjonsstatistikk fra denne metodesammenligningen.

I. Finn regresjonslinjen (regresjonsligningen), korrelasjonskoeffisienten (r), 95 % konfidensintervall for stigningstallet og 95 % konfidensintervall for skjæringspunktet med y-aksen.

(2 poeng)

II. Er det et signifikant, konsentrasjonsavhengig systematisk avvik og/eller et signifikant, konsentrasjonsuavhengig systematisk avvik mellom metodene på 5 % signifikansnivå?

Begrunn svaret.

(4 poeng)

Vedlegg – Regresjonsanalyse

Tabell 3. Regresjonsstatistikk fra lineær regresjon med minste kvadraters metode ved sammenligning av Metode A og Metode B for Glorium (mg/L).

SAMMENDRAG (UTDATA)				
<i>Regresjonsstatistikk</i>				
Multippel R	0,9965871			
R-kvadrat	0,99318585			
Justert R-kvadrat	0,99303442			
Standardfeil	1,16622746			
Observasjoner	47			
	<i>Koeffisienter</i>	<i>Standardfeil</i>	<i>Nederste 95%</i>	<i>Øverste 95%</i>
Skjæringspunkt	-9,6422057	0,56248498	-10,775109	-8,5093028
Stigningstall	1,28211791	0,01583115	1,25023234	1,31400349

Løsning:

- a. Regresjonslinjen er $y = 1,28x - 9,64$, der stigningstallet $b = 1,28$ og skjæringspunktet $a = -9,64$ mg/L. Korrelasjonskoeffisienten $r = 0,997$.

95 % konfidensintervall for stigningstallet b er: $[1,25, 1,31]$ (ingen benevning).

95 % konfidensintervall for skjæringspunktet a er: $[-8,51, -10,78]$ mg/L.

- b. Når metodene er like, er $y = x$, da er stigningstallet $b = 1$ og skjæringspunktet $a = 0$.

Den ideelle verdien for stigningstallet b er altså 1, og den ideelle verdien for skjæringspunktet a er 0.

Konfidensintervallet for stigningstallet b er: $[1,25, 1,31]$.

Siden den ideelle verdien 1 ikke er med i konfidensintervallet for stigningstallet b , er det påvist signifikant konsentrasjonsavhengig avvik på 5 % signifikansnivå mellom metode A og metode B.

Konfidensintervallet for skjæringspunktet a er: $[-8,51, -10,78]$ mg/L.

Siden den ideelle verdien 0 ikke er med i konfidensintervallet for skjæringspunktet a , er det påvist signifikant konsentrasjonsuavhengig avvik på 5 % signifikansnivå mellom metode A og metode B.

Det systematiske avviket mellom metodene er altså statistisk signifikant på 5 % signifikansnivå.

Oppgave 4A_IRBIO31012_V22

Den vanligste radioaktive isotopen ved SPECT-avbildning er Tc-99m. Dette er en datter-nuklide etter beta-minus-henfall av Mo-99.

Hvilke to andre partikler genereres av henfallet av Mo-99?
(2 poeng)

- En alfapartikkel (i.e. heliumkjerne) og et gammafoton
- En alfapartikkel (i.e. heliumkjerne) og et nøytron
- Et elektron og et anti-nøytrino*
- Et positron og et nøytrino

Oppgave 4B_IRBIO31012_V22

Hva indikerer bokstaven «m» bak atommassen i Tc-99m, og hva skjer når Tc-99m henfaller til Tc-99?
(2 poeng)

Løsning:

«m» indikerer at atomkjernen er metastabilitetstilstand og har overskudsenergi som vil frigjøres ved utsendelse av et gamma-foton når Tc-99m henfaller til Tc-99 [ett poeng for hvert delsvår (totalt 2 poeng)]

Oppgave 4C_IRBIO31012_V22

Tc-99 kan henfalle ved beta-minus-henfall til en stabil isotop av et nytt grunnstoff.

Hvilket grunnstoff vil dette være, og hva er atommassen?

(2 poeng)

Løsning:

- Ru-99*
- Ru-98
- Mo-100
- Mo-99
- Mo-98
- Mn-100
- Mn-99
- Mn-98
- Re-99
- Re-98

22	47,87	23	50,94	24	52,00	25	54,94	26	55,84	27	58,93	28	58,69	29	63,55
Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu	
titan		vanadium		krom		mangan		jern		kobolt		nikkel		kobber	
						♁		♂		♁				♀	
40	91,22	41	92,91	42	95,96	43	(98)	44	101,1	45	102,9	46	106,4	47	107,9
Zr		Nb		Mo		Tc		Ru		Rh		Pd		Ag	
zirkonium		niob		molybden		technetium		ruthenium		rhodium		palladium		sølv	
						♁								♁	
72	178,5	73	180,9	74	183,8	75	186,2	76	190,2	77	192,2	78	195,1	79	197,0
Hf		Ta		W		Re		Os		Ir		Pt		Au	
hafnium		tantal		wolfram		rhenium		osmium		iridium		platina		gull	
												♁		♁	

Oppgave 4D_IRBIO31012_V22

Fysisk halveringstid angir hvor lang tid det tar før halvparten av en radioaktiv isotop har henfalt og forteller noe om sannsynligheten for radioaktivt henfall av isotopen.

Hva er biologisk halveringstid og hvorfor er vi interessert i dette ved nukleærmedisinske undersøkelser og behandlinger?

(3 poeng)

Løsning:

Biologisk halveringstid forteller hvor lang tid det tar før kroppen har skilt ut halvparten av et gitt radiofarmaka. Dette vil sammen med fysisk halveringstid indikere hvor lenge radioaktiviteten er i kroppen til pasienten.

Oppgave 4E_IRBIO31012_V22

En pårørende sitter en halvmeter fra en pasient som har fått administrert et radiofarmakum med fluor-18 og venter på avbildning.

Forklar hvorfor det ikke er hensiktsmessig å tilby den pårørende en blyfrakk for å redusere stråledosen hun utsettes for og foreslå et annet, mer effektivt, tiltak.

(3 poeng)

Løsning:

Fluor-18 emitterer beta+ som ved annihilasjon generer to gammafotoner med 511keV. Denne energien er så høy at blylaget i en blyfrakk ikke vil dempe strålen i særlig grad og derfor ikke redusere dosen. Den pårørende bør isteden sitte lenger unna pasienten.

Oppgave 4F_IRBIO31012_V22

Lu-177 har en halveringstid på 6,6 dager og er den radioaktive isotopen i Lutathera. Lutathera produseres i Italia og det tar fem dager fra det tilvirkes til det administreres til en pasient i Trondheim. Pasienten skal da injiseres med 7,4GBq Lu-177 (i.e. 7400MBq).

Hvor stor aktivitet må tilvirkes for at aktiviteten skal være riktig når den gis til pasienten?

(5 poeng)

Løsning:

Vi regner ut vha. formelen under

$$A(\text{tilvirket}) = A(\text{injisert}) \cdot (2)^{\frac{5}{6,6}} = 7,4\text{GBq} \cdot (2)^{\frac{5}{6,6}} \approx 12,5\text{GBq}$$

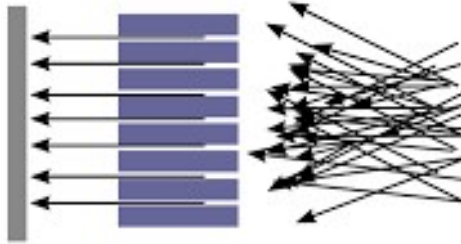
Altså omtrent 12,5GBq (eller 12500MBq)

Oppgave 4G_IRBIO31012_V22

Ved SPECT- undersøkelser benyttes en kollimator for å avgjøre retningen på strålingen som treffer detektoren. Dette er illustrert i figuren under.

Forklar hvorfor kollimator ikke er nødvendig ved PET-undersøkelser. Benytt gjerne en figur for å illustrere.

(3 poeng)



Løsning:

Ved PET sendes det ut et gammafoton i hver retning. Ved å detektere begge kan retningen til fotonene avgjøres og vi får en «line of response» som illustrert i figuren under.

(NB! Ikke inkluder denne figuren på eksamen)

