

i Informasjon Eksamen TFY4310/FY8911 30 Mai 2023

Institutt for Fysikk

Eksamensoppgave i TFY4310/FY8911 Molekylær biofysikk

Eksamensdato: 30 mai 2023

Eksamenstid (fra-til): 15:00 – 19:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:

Hjelpemiddelkode:C:

Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

Følgende trykte hjelpemidler er tillatt:

Angell & Lian: "Fysiske størrelser og enheter" or "tabeller og formler i fysikk, Fysikk 1 og Fysikk 2 (Gyldendal)

Karl Rottmann: Matematisk formelsamling / Mathematische Formelsammlung

Faglig kontakt under eksamen: Bjørn Torger Stokke

Tlf.: 924 920 27

Faglig kontakt møter i eksamenslokalet: Ja, planlegges i tidsrommet 16:45 – 17:30

ANNEN INFORMASJON:

Formler og data spesifikt for TFY4310/FY8911 Molekylær Biofysikk er tilgjengelig under «ressurser» i Inspira oppgaven

Skaff deg overblikk over oppgavesettet før du begynner på besvarelsen din.

Les oppgavene nøye, gjør dine egne antagelser og presiser i besvarelsen hvilke forutsetninger du har lagt til grunn i tolkning/avgrensing av oppgaven. Faglig kontaktperson skal kun kontaktes dersom det er direkte feil eller mangler i oppgavesettet. Henvend deg til en eksamensvakt hvis du ønsker å kontakte faglærere. Noter gjerne spørsmålet ditt på forhånd.

InspiraScan: I oppgave [11-16] er det lagt opp til å besvare på ark. Andre oppgaver skal besvares direkte i Inspira. Nederst i oppgaven finner du en skjult kode. Fyll inn denne koden øverst til venstre på arkene du ønsker å levere. Det anbefales å gjøre dette underveis i eksamen. Dersom du behøver tilgang til kodene etter at eksamenstiden har utløpt, må du klikke «Vis besvarelse».

Vekting av oppgavene: Ved vurdering vektes oppgavene som angitt

Varslinger: Hvis det oppstår behov for å gi beskjeder til kandidatene underveis i eksamen (f.eks. ved feil i oppgavesettet), vil dette bli gjort via varslinger i Inspira. Et varsel vil dukke opp som en dialogboks på skjermen. Du kan finne igjen varselet ved å klikke på bjella øverst til høyre.

Trekk fra/avbrutt eksamen: Blir du syk under eksamen, eller av andre grunner ønsker å levere blankt/avbryte eksamen, gå til "hamburgermenyen" i øvre høyre hjørne og velg «Lever blankt». Dette kan ikke angres selv om prøven fremdeles er åpen.

Tilgang til besvarelse: Etter eksamen finner du besvarelsen din i arkivet i Inspira. Merk at det kan ta én virkedag før eventuelle håndtegninger vil være tilgjengelige i arkivet.

1 1 TFY4310 2023 05

Ved hybridisering av et s og to p orbitaler får vi:

Velg ett alternativ:

- ☐ to innbyrdes vinkelrette orbitaler.
- ☐ tre orbitaler i et plan
- ☐ fire orbitaler rettet tetraedrisk
- ☐ to orbitaler rettet 180° i forhold til hverandre

Maks poeng: 2

2 2 TFY4310 2023 05

Reduksjon av salt konsentrasjonen i en vandig løsning fører til

Velg ett alternativ:

- ☐ styrking av elektrostatisk tiltrekning
- ☐ økning i Bjerrumslengden
- ☐ reduksjon i Debye-skjermingslengden
- ☐ svekkelse av elektrostatiske frastøtninger

Maks poeng: 2

3 3 TFY4310 2023 05

London dispersjonskrefter er karakterisert ved:

Velg ett alternativ:

- ☐ økende kraft med økende kjedelengde (n) for alkan $((\text{-CH}_2\text{-})_n)$ molekyler
- ☐ virker bare mellom apolare molekyler.
- ☐ økende kraft mellom molekyler med alkyl kjeder med økende antall dobbeltbindinger
- ☐ reduseres med avstanden mellom molekylene i henhold til r^{-5}

Maks poeng: 2

4 4 TFY4310 2023 05

Rett eller galt mht van der Waals interaksjoner: Det er entalpisk gunstig å flytte et metan (apolart) molekyl fra benzen (apolar) til vann:

Velg ett alternativ:

- ☐ Rett. Benzen etablerer flere intermolekylære interaksjoner i nærvær av metan enn uten
- ☐ Galt. Det er ikke entalpisk gunstig
- ☐ Rett. Vannet etablerer flere intermolekylære interaksjoner i nærvær av metan enn uten.
- ☐ Rett. Interaksjonene mellom metan og vann er sterkere enn interaksjonene mellom metan og benzen.

Maks poeng: 2

5 5 TFY4310 2023 05

I henhold til den regulære løsningsmodellen er to væsker fullt blandbare for alle blandingsforhold når:

Velg ett alternativ:

- ☐ den frie energien ved blanding er negativ for alle blandingsforhold og det er et minimum ved ekvimolart blandingsforhold.
- ☐ den frie energien ved blanding er positiv for alle blandingsforhold og det er et maksimum ved ekvimolart blandingsforhold
- ☐ den frie energien ved blanding er positiv for alle blandingsforhold.
- ☐ den frie energien ved blanding er negativ for alle blandingsforhold

Maks poeng: 2

6 6 TFY4310 2023 5

I følge Flory-Huggins-teorien har lengre polymerer:

Velg ett alternativ:

- ☐ større konformasjonsentropi og større blandingsentropi
- ☐ større konformasjonsentropi og lavere blandingsentropi.
- ☐ lavere konformasjonsentropi og lavere blandingsentropi
- ☐ lavere konformasjonsentropi og større blandingsentropi

Maks poeng: 2

7 7 TFY4310 2023 5

Hvilken av følgende setninger er ikke riktig?

Velg ett alternativ:

- ☐ Blandingsbidraget til den frie energien til polymergel-svelling er kun gyldig for ideelle kjeder
- ☐ For best å beskrive det elastiske bidraget til den frie energien til polymergel-svelling må et ledd som beskriver volumvariasjon inkluderes i SMT for gummielastisitet.
- ☐ Når et gummi bånd, strukket ved påvirkning av en vekt, varmes opp, reduseres forlengelsen av båndet
- ☐ Den statistiske mekaniske teorien (SMT) for gummielastisitet antar at gelnettverket ikke har noen defekter.

Maks poeng: 2

8 8 TFY4310 2023 5

En hydrogel hvor polymernettverk består av ladede polymerer sveller mer i vandig løsning enn nettverk med nøytrale polymerer fordi:

Velg ett alternativ:

- ☐ motionene til polymeren utøver et osmotisk trykk i gelen
- ☐ vann er et dårligere løsningsmiddel for ladede polymerer
- ☐ det er færre motioner inne i nettverket enn utenfor
- ☐ polyelektrolytter er mer fleksible enn nøytrale polymerer

Maks poeng: 2

9 9 TFY4310 2023 5

Hvilket av følgende utsagn er riktig innenfor molekylær modellering?

Velg ett alternativ:

- ☐ Modeller med implisitt vann er godt egnet til å etterligne hydrofobe interaksjoner
- ☐ Hvis gjennomsnittsverdien av en egenskap av interesse ikke har endret seg gjennom en (relativ lang) Monte Carlo-simuleringskjøring, kan vi trygt anta at den har nådd sitt globale potensielle energiminimum
- ☐ Ved modellering av translasjonsdiffusjonen av lysozym i vandig løsning ved bruk av en atomistisk modell, brukes mesteparten av beregningsinnsatsen til å flytte atomene til proteinet
- ☐ Monte Carlo molekylær modellering gir mulighet for en raskere konvergens (ekvilibrering) av systemer, sammenlignet med Molecular Dynamics, på grunn av dens evne til å utføre ufysiske bevegelser

Maks poeng: 2

10 10 TFY4310 2023 5

Hvilken av påstandene under er i henhold til Frank-Condon-prinsippet?

Velg ett alternativ:

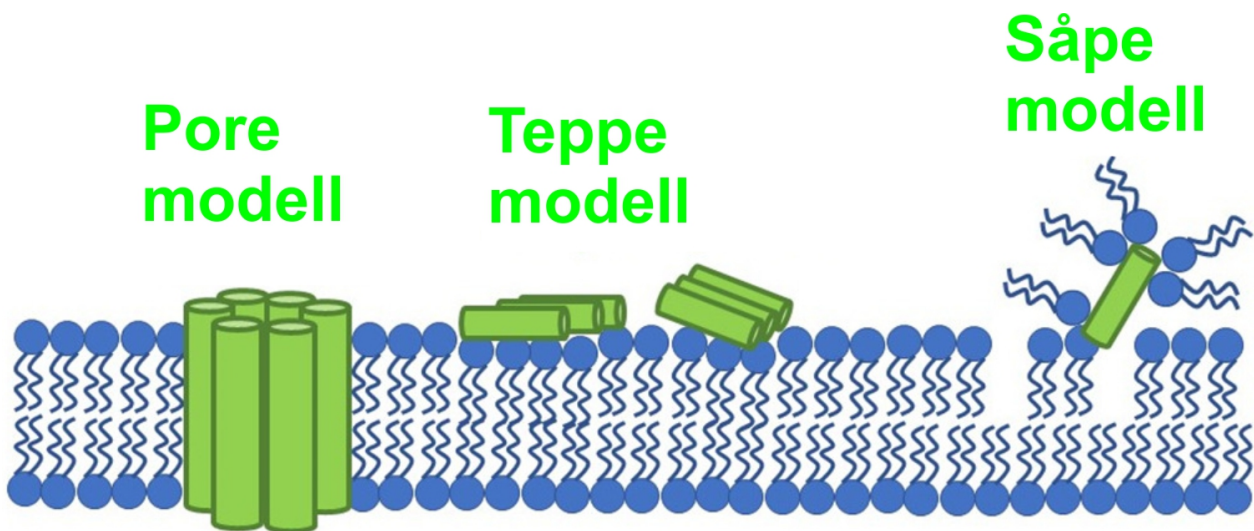
- ☐ bare fundamentale vibrasjonsoverganger ($\Delta v = \pm 1$) er tillatt
- ☐ den relative posisjonen til kjernene kan ikke ignoreres under en elektronisk overgang
- ☐ overgangsdipolmomentet må være null for å observere et bånd i IR-spektroskopi
- ☐ andre vibrasjonsoverganger enn de grunnleggende er tillatt dersom overganger mellom elektroniske tilstander er involvert

Maks poeng: 2

11 TFY4310 2023 5

Akkumulering av misfoldede og aggregerte proteiner som uløselige fibriller av amyloid aggregater er en av kjennetegnene til nevrodegenerative sykdommer. En fremsatt hypotese for knyttet til disse sykdommene er at mellomtilstander av amyloid aggregater som består av noen få amyloid molekyler er mer toksiske enn mer utviklede fibriller. Forståelse av de molekylære mekanismer som ligger til grunn for dannelse av slike amyloid oligomer aggregater er derfor viktig ut fra en mulig terapi med målsetting om å utvikle effektive inhibitorer for å hindre dannelse av slike amyloid oligomerer.

Flere studier har rapportert at celle membranen kan være et mulig sted som amyloid oligomerer kan påvirke. Tre ulike modeller for vekselvirkning mellom amyloider og cellemembranen har blitt foreslått (Figur 1).



Figur 1. Skjematisk modell av aggregering av amyloider (grønne sylindrer) og tre ulike modeller for aggregering/vekselvirkning av amyloider med cellemembran (illustrert i blått). De tre ulike modellene er pore-, teppe- og såpemodell.

a) Gi en kortfattet beskrivelse av organisering av cellemembranen (slik den er illustrert med lipidene i Figur 1), herunder de type vekselvirkninger som er sentrale og strukturelle egenskaper som gir opphav til en organisering i et plan.

Skriv ditt svar på oppgave a) her eventuelt skrive / illustrere på eget ark

b) Legg til grunn at cellemembraner er negativt ladet. Gi en kortfattet beskrivelse av vekselvirkninger som ligger til grunn for assosiering av amyloid oligomerer med cellemembranen i henholdsvis pore og teppe modellen (Figur. 1.)

Den tredje modellen, såpemodellen, har blitt gitt et slikt navn ut fra likhet med hvordan såpe /detergent molekyler (dvs., amfilie molekyler med en hydrokarbonkjede) kan løse opp lipid dobbeltlag. Gjør rede for mekanismer for hvordan såpemolekyler kan bryte ned lipid dobbeltlag, og i hvilken grad illustrasjonen i Fig 1 illustrerer dette.

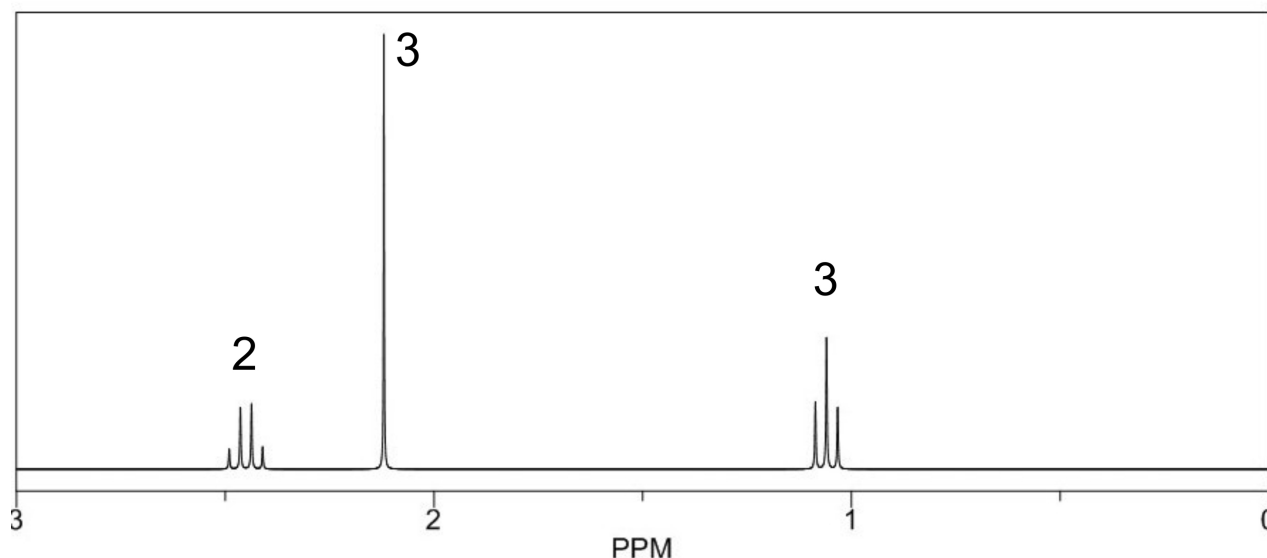
Kan alle de tre alternative modellene, pore-, teppe- og såpe, i Figur 1, være mulig for samme amyloid protein?

Skriv ditt svar på oppgave b) her eventuelt skrive / illustrere på eget ark

Maks poeng: 15

12 TFY4310 2023 5

Figur 1 viser et ^1H NMR spektrum til et molekyl. Dette er vist som kjemisk skift i forhold til en referanse (men den er ikke vist). Tallene som er vist i nærheten av toppene i spekteret angir relativt integral av areal under de ulike toppene.

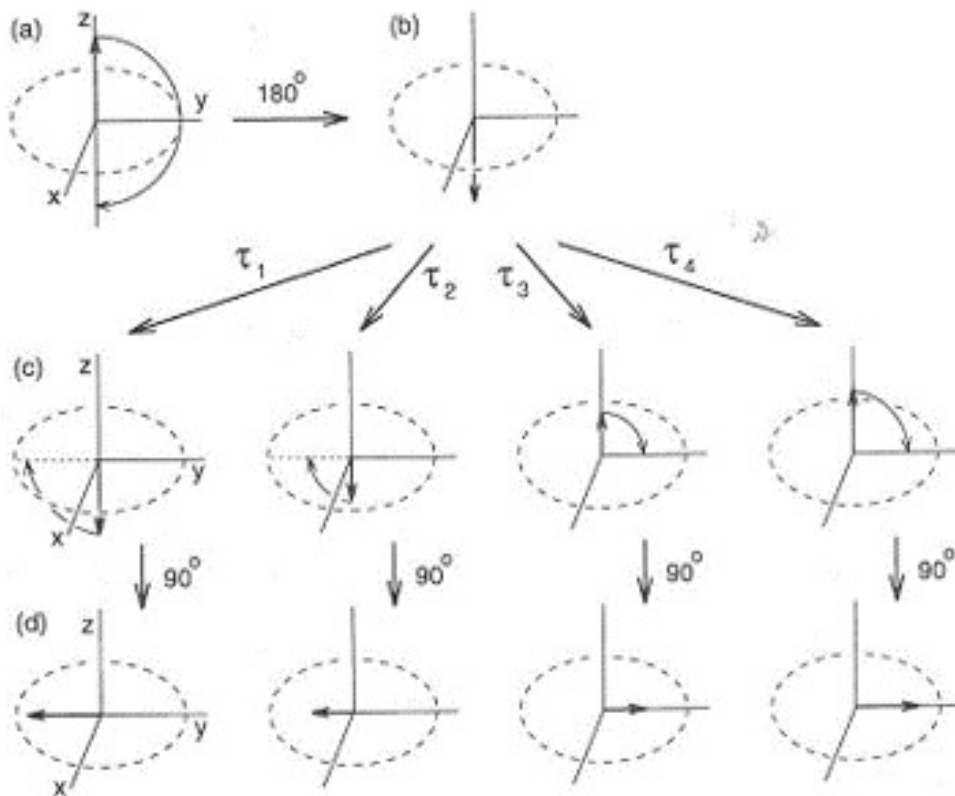


Figur 1. ^1H NMR spektrum til et molekyl.

a) Beskriv hvilke prinsipper en legger til grunn for tolkning av slike ^1H NMR spektra. Hvilket molekyl har gitt opphav til det viste spekteret?

Skriv ditt svar på a) her eller på eget ark som leveres

Figur 2 illustrerer endringer i netto magnetisering til en prøve ved en pulssekvens for bestemmelse av en av de to relaksasjonsmekanismene som forekommer ved NMR. De ulike parameterne τ_x , $x=1,2,3$, er karakterisert ved $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$ og effekt av disse ulike verdiene er illustrert ved de ulike underfigurene.



Figur 2. Endring i netto magnetisering i en pulssekvens.

b) Beskriv kort de to relaksasjonsmekanismene som forekommer i NMR.

Beskriv pulssekvensen i Figur 2, hvilke endringer som forekommer i netto magnetiseringen på de ulike trinnene i pulssekvensen, hvilken netto magnetiseringen som bestemmes, og hvilken relaksasjonsparameter som bestemmes ved pulssekvensen.

Skriv ditt svar på b) her eller på eget ark som leveres

Maks poeng: 20

Beskriv to ulike analysestrategier for kvantitativ (analytisk) bestemmelse av egenskaper til biomolekyler basert på data oppnådd ved hastighets sedimentering.. Beskrivelsen skal omfatte kort omtale av hvordan eksperiment gjennomføres og hva som observeres, hvilke ligninger som legges til grunn og videre antakelser / utledninger som brukes for de aktuelle (delene) av data som analyseres, og hvilke kvantitative data som oppnås.

11/14

14 TFY4310 2023 05

Proteiner viser typisk et forhold mellom absorpsjon av lys med bølgelengder på henholdsvis 280nm og 260nm til å være $A_{280}/A_{260} = 2$. For nukleotider (som f.eks ATP, ADP eller DNA) er dette forholdet $A_{280}/A_{260} = 0.5$.

Et rensket ATP-bindende protein med en molekylær ekstinksjonskoeffisient $\epsilon_{280} = 12\,000\text{ M}^{-1}\text{ cm}^{-1}$ skal sjekkes for mulig innhold av ATP. En løsning med dette proteinet er karakterisert i et spektrofotometer hvor veilengden av lys i prøven er 1 cm, og absorpsjon ved bølgelengde 280 og 260 nm er bestemt til henholdsvis $A_{280} = 0.5$ og $A_{260} = 0.35$.

Hva er andel av ATP (eller ADP) i forhold til proteinet? Den molekylære ekstinksjonskoeffisient for ATP ved 260 nm er $\epsilon_{260} = 15\,000\text{ M}^{-1}\text{ cm}^{-1}$.

Skriv svaret ditt her eller på eget ark som leveres

Format ▾

B *I* U $\times_2$ $\times^2$ $\frac{\square}{\square}$ $\sqrt{\square}$ $\int \square$ $\frac{\square}{\square}$ $\leftarrow$ $\rightarrow$ $\curvearrowright$ $\equiv$ $\equiv$ Ω

Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

$$\rho(r) = 1.87 \exp\left(\frac{2}{12 - r^2}\right) \quad (1)$$

Beregnet posisjonene i prøvecellen i forhold til menisken for dobbeltrådet DNA med partielt spesifikt volum $\bar{V}_{dsDNA}^{(s)} = 0.617 \text{ ml/g}$ og for enkeltkjedet DNA med partielt spesifikt volum $\bar{V}_{ssDNA}^{(s)} = 0.574 \text{ ml/g}$.

13/14

Anta at underenhetene er kuleformede (sfæriske). Det antas to mulige geometriske modeller a) et sfærisk tetrahedrisk arrangement av underenhetene, eller b) en linear arrangement av underenhetene. Hvilken av de to modellene er mest sannsynlig? Anta at treghetsradius R_G av hele tetramerene i det sfæriske og lineære geometrien er henholdsvis 2 og 4 ganger så stor som underenhetene, og beregn parametre som begrunner svaret.

Skriv ditt svar her, eller på eget ark som leveres

Maks poeng: 10