

i Informasjon Eksamen TFY4310 23 Mai 2024

Institutt for Fysikk

Eksamensoppgave i TFY4310 Molekylær biofysikk

Eksamensdato: 23 mai 2024

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

Formler og data spesifikt for TFY4310 Molekylær Biofysikk eksamen 23 mai 2024

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 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 faglærer. Noter gjerne spørsmålet ditt på forhånd.

Håndtegninger: oppgave **7-12** kan besvares på ark. Andre oppgaver skal besvares direkte i Inspira. Nederst i oppgaven finner du en sjusifret 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 2024 05

Ved hybridisering av et s og et p orbital får vi:

Velg ett alternativ:

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

Maks poeng: 3

2 2 TFY4310 2024 05

Hvilket utsagn når det gjelder Poisson-Boltzmann (PB) likningen under er galt?

Velg ett alternativ:

- ☐ Den lineariserte formen av PB likningen er gyldig for å beskrive konsentrasjonsprofiler av ioner i løsning utenfor en overflate med høy ladningstetthet
- ☐ PB-likningen behandler løsningsmidlet som et kontinuerlig (uniformt) medium.
- ☐ PB-likningen er avhengig av temperaturen
- ☐ PB-likningen antar homogen overflateladning

Maks poeng: 3

3 3 TFY4310 2024 05

Interaksjonsenergien mellom fritt roterende dipoler er karakterisert ved:

Velg ett alternativ:

- ☐ Kan være positiv eller negativ (eller null)
- ☐ Er alltid null på grunn av gjennomsnittet av de mulige konfigurasjonene
- ☐ Er alltid negativ (tilltrekkende) eller null
- ☐ Beskriver hydratisering av et ion

Maks poeng: 3

4 4 TFY4310 2024 5

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

Velg ett alternativ:

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

Maks poeng: 3

5 5 TFY4310 2024 5

Hvilket av følgende utsagn er riktig innenfor molekylær modellering hvor periodiske grensebetingelser brukes?

Velg ett alternativ:

- ☐ hver partikkel vekselvirker bare med partikler i den samme boksen
- ☐ Bevegelsen til partiklene må begrenses til et område som maksimalt er halvparten av simuleringsboksens lengde
- ☐ Interaksjonene mellom en partikkel og andre partikler er begrenset til å være i avstand på maks halvparten av simuleringsboksens lengde
- ☐ Antall overflatemolekyler er omvendt proporsjonal med antall nabobokser

Maks poeng: 3

6 6 TFY4310 2024 5

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

Velg ett alternativ:

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

Maks poeng: 3

7 7 TFY4310 2024 5

a. Rett eller galt: Vurder følgende påstand: Strukturfaktoren til biopolymerer i en løsning er forskjellig fra 1 når konsentrasjonen er lavere enn overlappskonsentrasjonen.

Skriv svaret ditt her

b. Rett eller galt: Vurder følgende påstand: Strukturfaktoren til biopolymerer i løsning kan bestemmes ved hjelp av dynamisk lysspredning

Skriv ditt svar her

c. Rett eller galt: Vurder følgende påstand: Det er to elektronhaler i hydrogenionet H_3O^+

Skriv ditt svar her

d. Rett eller galt: Vurder følgende påstand: CO_2 molekylet har fire vibrasjonsmoder, men kun tre av disse vil bidra til absorpsjon i infrarødt spektrum.

Skriv ditt svar her

e. Rett eller galt: vurder følgende utsagn: Den relative endringen i avstanden som kreves for halvering av energien for interaksjonspotensial som avhenger av avstand som $\frac{1}{r^n}$ er gitt ved $2^{\frac{1}{n}} - 1$

Skriv ditt svar her

f. Rett eller galt: Vurder følgende utsagn: En surfaktant med to hydrofobe karbonkjeder bundet til samme hydrofile hodegruppe har en mindre tendens til å bidra til flate amfile aggregater i vandig løsning enn en surfaktant med samme hodegruppe og en hydrofob karbonkjede.

Skriv ditt svar her

Maks poeng: 18

8 8 TFY4310 2024 5 Virus

Virus infeksjon.

Virus utnytter celler for å kunne reproduseres. Dette krever at virus må være i stand til å levere genetisk materiale inn i celler. Det genetiske materialet er pakket i en del av virus som modelleres om en sfærisk beholder med indre radius R_v . Det antas at temperaturen er 37°C . Det viser seg at flere virus er utstyrt med proteiner som er i stand til å danne en kanal gjennom lipiddobbelte lag når virus er forankret til en celleoverflate.

a) Beskriv hovedtrekk til en cellemembran når det gjelder hvilke type molekyler den består av, hvordan den er organisert og hvilke type(r) interaksjoner som fører til organiseringen. Beskriv egenskaper til et sett av proteiner som danner en kanal mellom ekstra- og intracellulær del av celler slik som virus kan danne.

Skriv ditt svar her eller på separat ark som lastes opp som fil

Vi antar her at det genetiske materialet til viruset er RNA. Kanalen som virus er i stand til å danne gjennom cellemembranen utnyttes av virus for å overføre RNA i virus til cellen. Den indre radius til den sfæriske delen av viruset antas å være $R_v = 25\text{ nm}$. I hvert virus er det pakket ett RNA molekyl som modelleres ved en ideell kjede med 30000 ledd hver med lengde 0.5 nm .

b) Hva er det den volumetriske kompresjonen av RNA inne i viruset i forhold til fritt utenfor, f.eks. når det er frigjort inn i en celle? Utled et uttrykk for kraft – utstrekning for en ideell kjedemodell basert på $f = -\partial(T\Delta S)/\partial r$ og beregn hvor stor kraft RNA utøver på den sfæriske beholderen når molekylet er inne i den.

Skriv ditt svar her eller på separat ark som lastes opp som fil

Anta at volumet som hvert ledd (av totalt 30 000) i polymeren okkuperer er gitt ved sylindereformet geometri, med lengde 0.5 nm og diameter 0.3 nm , og at det er betingelser som gjør at ideell kjedemodell er gyldig.

c). Beregn endring i fri energi til RNA molekylet ved frigjøring fra den sfæriske beholderen til et sfærisk volum med radius beskrevet av ideell kjedemodell. Vurder hvilken tilstand som er energetisk gunstig for RNA molekylet av disse to.

Skriv ditt svar her eller på separat ark som lastes opp som fil

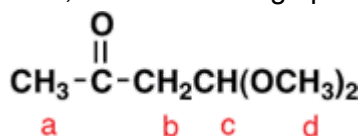
Maks poeng: 18

10 10 6 TFY4310 2024 5 NMR

a) Beskriv mekanismer som ligger til grunn for endring av netto magnetiseringvektor ***M***, etter at en prøve blir eksponert for en såkalt 90° rf puls i et NMR eksperiment.

Skriv ditt svar her eller på papir som scannes og innleveres

b) Diskuter forventet ^1H -NMR spektrum av molekylet under. Beskrivelsen bør inkludere kjemisk skift, relative areal og splitting av topper.



Skriv ditt svar her eller på papir som scannes og innleveres

Maks poeng: 12

11 TFY4310 2024 5 Diffusjon

Denne oppgaven omhandler diffusjon av makromolekyler/biopolymerer

a) Det er brukt dynamisk lysspredning for karakterisering av et protein i vandig løsning ved 20°C. I eksperimentet er det benyttet en bølgelengde på 500 nm (i løsningen), og detektoren registrerte signalet ved en spredevinkel på 45°.

Følgende data ble bestemt for intensitetskorrelasjonsfunksjonen:

τ (μs)	5	10	40	60	100
Intensitetskorrelasjonsfunksjon	1.933	1.870	1.574	1.434	1.249

Beregn en parameter for størrelse til proteinet basert på de gitte dynamisk lysspredningsdata,

Skriv ditt svar her eller på papir som skannes og innleveres

b) Diffusjon til et makromolekyl er i et annet laboratorium studert ved et oppsett som består av en lang kanal fylt med en vandig buffer, og hvor en kan injisere en total prøvemengde m med en initiell, liten utbredelse δ langs akse til kanalen. Vi velger et koordinatsystem med x akse langs kanalen, og posisjonen ved injeksjonen velges til $x=0$. Eksperimentet ble gjennomført ved 20° C.

Følgende likning beskriver tidsutviklingen av konsentrasjonsprofilen:

$$c(x, t) = \frac{c_0 \delta}{\sqrt{4\pi D_T t}} \exp\left(\frac{-x^2}{4D_T t}\right)$$

hvor D_T er er translasjonsdiffusjonskonstanten og c_0 er den initielle konsentrasjonen innenfor utbredelsen δ . Enhet for konsentrasjon er her masse per lengdenhet siden dette gjelder en 1-dimensjonal situasjon.

Ved injeksjon av en prøvemengde $m = 1$ mg er følgende data for konsentrasjonen ved $x=0$ registrert som funksjon av tid:

Tid (s)	0.4	1	4	10
$c(x=0, t)$ (mg/mm)	95.1	60	30.1	19

Beregn diffusjonskonstanten til biopolymeren basert på de registrerte data.

Skriv ditt svar her eller på papir som skannes og innleveres

c). Beskriv sammenheng mellom en mikroskopisk beskrivelse av vandringslengde til biopolymerer ved diffusjon og konsentrasjonsprofilen gitt i likningen under deloppgave b) over.

Skriv ditt svar her eller på papir som skannes og innleveres

Maks poeng: 18

12 12 6 TFY4310 2024 5 Sentrifugering

Lamm likningen og definisjonslikningen av sedimentasjonskoeffisienten er sentrale innenfor hydrodynamisk basert bestemmelse av egenskaper til biologiske makromolekyler (biomolekyler) i løsning ved sentrifugering (sedimentering).

Beskriv metoden for likevektssentrifugering for kvantitative analyse av biologiske makromolekyler. Beskrivelsen skal omfatte omtale av hvordan eksperiment gjennomføres og hva som observeres, hvilke ligninger som legges til grunn for analysen, og kvantitative data som oppnås.

Skriv ditt svar her eller eget ark som er merkes og leveres inn

Format ▾ | **B** *I* U x_2 x^2 | I_x | | | | Ω |

Σ |

Words: 0

Maks poeng: 10