



STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET

Lærerens hæfte 2024-25. Vejledning til skriftlig bioteknologi A stx

Styrelsen for Undervisning og Kvalitet

Lærereens hæfte 2024-25. Vejledning til skriftlig bioteknologi A stx
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet

Juni 2022 (opdateret i juni 2024)
ISBN nr. [xxx xxx xxx] (web udgave)

Design: Center for Kommunikation og Presse
Denne publikation kan ikke bestilles.
Der henvises til webudgaven.

Publikationen kan hentes på:
www.uvm.dk
Børne- og Undervisningsministeriet
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet
Teglholmsgade 1
2450 Kbh. SV.

Indhold

1.	Forord	4
2.	Hvad er et digitalt opgavesæt?	5
1.1	Digitale elementer i opgavesættene	5
3.	Gode råd, som læreren kan give til eleverne	6
4.	Typeord i skriftlige bioteknologiopgaver	7
5.	Gode råd og rammer	10
5.1	Ofte forekommende faglige områder og opgavetyper	10
5.2	Isomeri	10
5.3	Navngivning	11
5.3.1	Specielt om navngivning af organiske forbindelser	11
5.4	Funktionelle grupper og stofklasser	12
5.5	Proteiners struktur	13
5.6	Fordelingsligevægte og opløselighed	13
5.7	Syre-base ligevægte	14
5.8	Stamtræ	15
5.9	Skriv en forklarende figurtekst	16
5.10	Talforståelse, herunder brug af betydende cifre, enheder og fagsprog	18
5.11	Modeller i bioteknologiske problemstillinger	19
5.11.1	Løsningsforslag af opgave 3.3 i bioteknologi sættet fra d. 22. maj 2023	19
5.11.2	Modeller og eksperimentelle data	20
5.12	Diagrammer	21
5.12.1	Diagram med spredning	21
5.13	Alignment	22
6.	Links	23
7.	Bilag	24
7.1	Bilag 1 – Rettevejledning	24
7.1.1	Rettevejledning til bioteknologiopgavesæt 28. maj 2024	24
7.1.2	Rettevejledning til bioteknologiopgavesæt 31. maj 2024	26

1. Forord

Faget bioteknologi integrerer og anvender biologisk og kemisk viden, metoder og teknikker og omfatter fagdiscipliner som biologi, kemi, biokemi, molekylærbiologi og bioteknologi. Faget har dermed sin egen identitet, forskellig fra indhold og traditioner i biologi og kemi. Det betyder også, at nærværende vejledning på væsentlige punkter adskiller sig fra tilsvarende vejledninger til de digitale skriftlige opgaver i kemi A og biologi A på stx og skal som sådan læses uafhængigt af disse.

Hæftet er en lærervejledning til brug ved de digitale skriftlige prøver i bioteknologi A. Det indeholder en tydeliggørelse af forventningerne til den skriftlige prøve. Hæftet beskriver nye digitale elementer i opgaverne, eksempler på ofte forekommende faglige områder og opgavetyper, samt gode råd til elevernes daglige arbejde med opgaverne. Sammen med læreplanen, vejledningen hertil, samt de tidligere skriftlige opgavesæt, er Lærerens hæfte, således med til at sætte rammerne for den skriftlige prøve i bioteknologi A. Hæftet indeholder en liste med typeord, der anvendes i opgaverne, samt en række tekniske anvisninger til software, som eleverne skal kunne anvende til besvarelse af et digitalt prøvesæt.

Det er håbet, at hæftet vil bidrage til hjælp til den daglige undervisning i bioteknologi A. Hæftet sammenfatter desuden erfaringer fra den skriftlige censur af de væsentlige problemfelter i eksaminandernes besvarelse samt gode råd til den daglige undervisning.

I denne udgave er der lavet følgende ændringer:

- Versionen af ChemSketch og MarvinSketch, hvormed filerne i opgavesættet bliver oprettet, er opdateret.
- Endvidere er typeordslisten opdateret med udgangspunkt i de senere års anvendelse af typeordene.
- Der er tilføjet løsningsforslag til stamtræer og skriv en forklarende figurtekst

I bilag 1 findes rettevejledningerne til sættene fra sommeren 2024. Rettevejledningerne til tidligere år sommersæt findes i de respektives års evalueringsrapporter.

Kommentarer, spørgsmål og tilbagemeldinger på hæftet eller den digitale skriftlige prøveform i bioteknologi A er meget velkomne og kan sendes til fagkonsulenten i bioteknologi.

Med venlig hilsen

Mette Malmqvist, fagkonsulent i bioteknologi stx
Mette.Malmqvist@stukuvn.dk

Samt opgavekommissionen for bioteknologi A på stx:
Joan Ilsø Sørensen, Egaa Gymnasium
Kim Bruun, Viborg Gymnasium og hf
Rune Harbo Lehmann, Frederikshavns Gymnasium
Tina Sølbek Schmidt, Nordfyns Gymnasium

2. Hvad er et digitalt opgavesæt?

Et digitalt opgavesæt er opbygget som en webside. Filerne, som tilsammen udgør webstedet med et opgavesæt, bliver hentet af eleverne via Netprøver.dk. Det er vigtigt at orientere sig i hvilke browsere, som kan benyttes, og på hvilke platforme, da man ellers ikke kan være sikker på, at opgavesættets websider fungerer efter hensigten.

De digitale prøver er uden netadgang, hvilket begrænser de digitale elementer, som kan anvendes. Bemærk endvidere at eksaminanderne kun har online adgang til de værktøjer, der har været anvendt i undervisningen og dermed ikke retsmæssig adgang til andre værktøjer på en given hjemmeside, jf. orienteringen om fortolkningen af §15 stk. 2 <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/proever-og-eksamen/regler-og-orienteringer/generelle-regler-og-orienteringer>. Det er også vigtigt, at eksaminanden huskes på at lave kildehenvisninger.

1.1 Digitale elementer i opgavesættene

Videoer

- Videoer kan vise en metode eller elementer fra eksperimentelt arbejde.

Større datafiler

- Større datamængder kan inddrages ved analyser, for eksempel eksperimentelle data.
- Data leveres som Excel-filer oprettet med dansk decimalkomma.¹

Filer til kemiske tegneprogrammer

- Filer med kemiske strukturformler eller reaktionsskemaer kan gives, så eksaminanderne kan bearbejde disse materialer direkte i et kemisk tegneprogram.
- De anvendte programmer er ChemSketch 2023 og MarvinSketch 24.xx². Hvis der skulle komme nye versioner, bliver det undersøgt om filerne fra opgavesættet kan åbnes i de nye versioner.

Andre it-redskaber

- Databehandlings-, tekstbehandlings- og tegneprogrammer anvendes på en måde, der svarer til eksaminandernes daglige arbejdsform.

Det er vigtigt i den daglige undervisning at arbejde med brugen af de ovennævnte digitale elementer, så eleverne opnår rutine inden prøven.

Den skriftlige prøve er af 5 timers varighed, og udlevering af prøvesæt og aflevering af prøvebesvarelse foregår via Netprøver.dk. Et prøvesæt består af fire opgaver, som hver indeholder 5 delspørgsmål. Af de fire opgaver er opgave 1 og 2 obligatoriske, mens kun en af opgaverne 3 og 4 skal besvares.

¹ Fra matematikvejledningen tjekket 1.7.2024: "Eleverne skal opnå fortrolighed med gængse regnearkskommandoer, der gør dem i stand til at bearbejde store datasæt i en statistisk analyse, herunder modellering med brug af regression. Det er en del af undervisningen, at eleverne lærer at importere store datasæt i deres matematiske værktøjsprogram med henblik på videre bearbejdning, herunder datamanipulation (med gængse kommandoer), grafisk repræsentation, bestemmelse af simple statistiske deskriptorer mv. Det betyder blandt andet, at eleverne skal kunne håndtere even-tuelle tekniske problematikker knyttet til deres matematiske værktøjsprogram vedrørende brug af decimalkomma og decimalpunktum samt andre tekniske udfordringer."

² xx betyder at der kan være forskellige versioner, men at så længe der står 24 forrest kan versionen bruges til at åbne filerne med.

3. Gode råd, som læreren kan give til eleverne

- Læs alle fire opgaver igennem, og vælg om du vil besvare opgave 3 eller 4.
- Vær opmærksom på, hvilke krav der stilles i opgaven, for eksempel hvilke typeord der anvendes, samt krav til inddragelse af figurer.
- Undlad at skrive hele afsnit af fra undervisningsmateriale eller tidligere opgaver, og vær opmærksom på at teorien bearbejdes, så den besvarer den konkrete opgave.
- Svar kort, fokuseret og præcist på de stillede spørgsmål.
- Anvend fagsprog frem for hverdagssprog. Skriv for eksempel kemiske formler og reaktionsskemaer, hvor det er relevant, og brug fagbegreber i videst muligt omfang.
- For at skabe overblik i skriveprocessen kan du eventuel kopiere opgaveteksten ind i din besvarelse, men før den afleveres, skal opgaveteksten slettes igen.
- Besvar så vidt muligt alle delspørgsmål.
- I regneopgaver skal der anvendes enheder på alle relevante værdier, og facits skal ligeledes angives med det korrekte antal betydende cifre. Det forventes, at du benytter de internationalt accepterede enheder og symboler. Tankegangen i beregningen skal klart fremgå af besvarelsen. Afslut med en konklusion.
- Brug eventuelt dit kemiske tegneprogram til at bestemme molarmasser og pKs-værdier, vise isomeri, ved navngivning. Brug dit kemiske tegneprogram til at færdiggøre reaktionsskemaer m.m.
- Ved anvendelse af grafer, for eksempel bjerrumdiagrammer og vækstkurver, skal relevante aflæsninger med fordel markeres på grafen. Der forventes ikke videodokumentation, ligesom det heller ikke forventes at du skal anføre fra hvilken linje i opgavesættet, du har en given information fra. Du kan dog med fordel i starten af besvarelsen skrive: "I opgaven er det givet at: for eksempel ... $c = \dots$ ". Det er dog vigtig, at du angiver hvor du har andre data fra, for eksempel hvor du har fundet molarmassen, der ikke er opgivet i opgaven.
- Læs korrektur på din besvarelse – brug gerne stavekontrol. Kontroller at du har svaret på alt, hvad der bliver spurgt om.

Se også i afsnit 4 samt i [evalueringsrapporterne](#) for opmærksomhedspunkter.

4. Typeord i skriftlige bioteknologiopgaver

Anvendelsen af typeord i delopgaverne kan ofte give en anvisning på, hvad der forventes i besvarelsen, for at den vurderes som fyldestgørende. Listen er ikke endegyldig, men vil løbende blive revideret, både med hensyn til hvilke typeord listen indeholder, og hvordan deres anvendelse beskrives. Ved udarbejdelsen af opgavesæt er opgavestillerne ikke bundet af kun at anvende typeord fra listen, men det tilstræbes at typeordene benyttes, hvis det er muligt.

Det kan være en fordel for eleverne at stifte bekendtskab med typeordene i løbet af undervisningen, for eksempel kan man give listen til eleverne. Det er vigtigt, at typeordenes anvendelse i en konkret opgave altid skal læses i den sammenhæng, de indgår i. På EMU.dk findes en fil med typeordene, dette for at lette uddeling til eleverne.

Afbild

Der skal udarbejdes en graf, som tydeligt besvarer det, der spørges efter. Ved grafer er der krav om aksetitler med størrelser (eventuelt angivet med symbol) og med enhed. Grafen kan ikke stå alene. Der skal gives en kortere, men præcis omtale af, hvad grafen viser. Ved regression forventes såvel synlige datapunkter som regressionslinje i afbildningen. Synlige datapunkter er undtaget ved så store datamængder, at det ikke er muligt at se disse. Eventuel funktionsudtryk angives med enhed og korrekt antal betydende cifre.

Analysér

En grundig og systematisk behandling af data, figurer, spektre og/eller oplysninger i opgaven. Analysen tager udgangspunkt i en beskrivelse, men skal også indeholde en forklaring på årsagssammenhænge. Analysen afsluttes med en opsummering.

Angiv

Et kort præcist svar med brug af relevant fagsprog. Hvis der er krav om en begrundelse, vil der blive bedt om dette eksplicit.

Argumentér

På baggrund af givne informationer skal der fremføres en faglig begrundelse for en beskrevet problemstilling eller en iagttagelse i forbindelse med et eksperiment. Der kan være tale om at inddrage bioteknologisk baggrundsviden fra forskellige dele af bioteknologien og at benytte såvel kvalitative som kvantitative forhold i argumentationen. Besvarelsen skal uddybes, således at de faglige overvejelser bag svaret tydeligt fremgår.

Begrund

Giv en faglig forklaring på en påstand. Der kan være tale om at inddrage baggrundsviden fra forskellige dele af bioteknologi og at benytte såvel kvalitative som kvantitative forhold i argumentationen. Besvarelsen skal uddybes, således at de faglige overvejelser bag svaret tydeligt fremgår.

Beregn

Besvarelsen skal indeholde et beregnet resultat. Beregningerne skal ledsages af forklarende tekst, delresultater, enheder, reaktionsskemaer, figurer og formler i et sådant omfang, at tankegangen er klar. Der skal afsluttes med en tekst, der kort omtaler, hvad der er beregnet og hvilket resultat, som blev opnået. Der vil blive lagt vægt på, om både enheder og talstørrelser er fornuftigt angivet, for eksempel i form af antal betydende cifre.

Beskriv

Der skal gives en uddybende beskrivelse af det, der bedes om, ud fra materialet i opgaveteksten. Materialet kan for eksempel være en figur, oplysninger i opgaven eller en film. Beskrivelsen skal inddrage relevant teori og fagbegreber, samt for eksempel de konkrete resultater og oplysninger, der er i opgaven.

Bestem

Besvarelsen kan typisk indeholde en kombination af aflæsning på en graf eller en figur kombineret med beregning eller analyse. Der skal afsluttes med en afrundende tekst, der kort omtaler, hvad der er bestemt. Der vil blive lagt vægt på, om både enheder og talstørrelser er fornuftigt angivet, for eksempel i form af antal betydende cifre.

Diskuter

I svaret forholder man sig til en problemstilling ved at anvende faglig viden. Det kan for eksempel være ved at fremdrage fordele og ulemper. Inddrag forskellige betragtninger for eksempel bioteknologiske, miljømæssige eller medicinske. Afslut med en konklusion, hvis det er muligt.

Foreslå/ Giv forslag til

Et eller få udvalgte forslag er normalt tilstrækkelige. Forslag skal fagligt begrundes i en kort tekst.

Forklar

Besvarelsen skal bygge på bioteknologisk viden og forståelse. Anvend relevant teori og fagbegreber på de konkrete resultater, figurer eller oplysninger i opgaven.

Færdiggør

Der præsenteres et ufuldstændigt materiale, som skal afsluttes ved brug af bioteknologiske begreber og lignende. Ved besvarelsen forventes angivet de manglende kemiske forbindelser med strukturformler. Der skal ikke kun benyttes molekylformler, bortset fra ved meget simple forbindelser.

Kommenter

Optræder normalt som en del af en opgave, hvor en størrelse er beregnet eller bestemt. Resultatet skal efterfølgende sættes i relation til relevant bioteknologisk viden. Der er tale om en relativ kort faglig beskrivelse af betydningen af det opnåede resultat.

Markér

Det forventes ikke, at der er en medfølgende forklarende tekst. Der vil blive lagt vægt på, om der er foretaget en korrekt markering, men også om der er foretaget forkerte markeringer.

Opskriv

En kortfattet opskrivning af for eksempel et fagbegreb, kemisk struktur eller reaktionsskema, som ikke behøver at blive ledsaget af en uddybende tekst.

Opstil

På baggrund af iagttagelser og/eller tekst anføres en bioteknologisk fagligt begrundet hypotese.

Redegør/Gør rede for

En redegørelse er en struktureret og fagligt begrundet fremstilling af en bioteknologisk problemstilling fra forskellige dele af bioteknologien.

Vis

En påstand fremsættes. Der skal fremlægges passende bioteknologisk dokumentation, som viser, at påstanden er korrekt. Dokumentationen kan for eksempel inddrage beregninger, fremstilling af grafer, regression og tegning af strukturer, men det er væsentligt, at dokumentationen knyttes sammen af en tekst, som efterviser påstanden.

Vurder

På baggrund af bioteknologisk viden og eventuelt en analyse af eksperimentelle resultater foretages en afvejning af forskellige muligheder eller synspunkter i forhold til en bioteknologisk relevant problemstilling. Der afsluttes med en konklusion.

Skriv en forklarende figurtekst

Inddrag bioteknologisk fagbegreber og relevant teori til at forklare de relevante delelementer, som figuren viser. Beskrivelsen skal vise forståelse for hvad figuren illustrerer.

5. Gode råd og rammer

5.1 Ofte forekommende faglige områder og opgavetyper

Ved de skriftlige prøver kan der stilles opgaver i hele kernestoffet og problemstillinger i tilknytning hertil. Der er dog nogle faglige områder og typer af opgaver, der ofte optræder, som vist i eksemplerne nedenfor. Vær opmærksom på at listen ikke er udtømmende.

Eksempler på ofte forekommende faglige områder og opgavetyper:

- Angivelse af reaktionstype
- Angivelse af enzymtype
- Angivelse af funktionelle grupper og stofklasser
- Angivelse af oxidationstal
- Angivelse af isomeritype
- Forklar navngivning af organiske forbindelser
- Færdiggørelse af reaktionsskema/opskrive reaktionsskema også i MarvinSketch eller ChemSketch
- Fældningsreaktioner
- Mængdeberegning
- pH-beregninger og anvendelse af Bjerrumdiagram
- Opskrivning og analyse af ligevægtsudtryk
- Redegørelse for intermolekulære bindinger
- Redegørelse for immunologiske metoder
- Redegørelse for påvirkninger af hormonelle og neurologiske systemer
- Eftervisning af Michaelis-Menten kinetik og bestemmelse af K_m og v_{max}
- Eftervisning af Lambert Beers lov og anvendelse af regression til bestemmelse af koncentration
- Analog analyse af alignments
- Analyse af proteinstruktur
- Analyse af vækstkurver
- Analyse af stamtræer
- Analyse af både DNA- og proteinelektroforese
- Diskussion af arters samspil og deres omgivende miljø
- Diskussion af forsøgsdesign og fejlkilder
- Diskussion og vurdering af bioteknologiske metoders anvendelighed

5.2 Isomeri

Eksaminanderne skal kunne identificere, hvilken type isomeri der kan knyttes til konkrete kemiske forbindelser. Som argumentation for en bestemt type af isomeri er det afgørende, at der ikke kun fremlægges en mere eller mindre afskrift af en lærebogstekst som definition på isomeritypen. Besvarelsen skal forholde sig konkret til den viste kemiske struktur, og forklaringen skal tage udgangspunkt i den konkrete struktur. Et skærbillede fra MarvinSketch eller ChemSketch skal også følges af en forklaring, der tager udgangspunkt i det viste.

Oversigten over typer af isomeri, som det forventes, at eksaminanden kan identificere og beskrive ud fra en konkret kemisk struktur omfatter strukturisomeri i form af kæde-, stillings- og funktionsisomeri og stereoisomeri i form af spejlbilled- og *cis-trans*-isomeri. *Cis-trans*-isomeri betegnes også som geometrisk isomeri eller *E-Z*-isomeri i danske lærebogssystemer. Her benyttes dog betegnelsen *cis-trans*-isomeri, fordi det er denne som anbefales i [IUPAC's Gold Book](#). Spejlbilledisomeri betegnes i gymnasieskolens undervisning også som for eksempel optisk isomeri. Det er ikke afgørende hvilken betegnelse eksaminander benytter (så længe den er faglig korrekt).

5.3 Navngivning

Navngivning af kemiske forbindelser i bioteknologi følger de samme principper, som benyttes i den gymnasiale kemiundervisning og tager i videst muligt omfang udgangspunkt i IUPAC's anbefalinger og tilpasninger til dansk, som de kommer til udtryk på [Dansk Kemisk Nomenklatur](#)³. Det er vigtigt at holde fast i, at anbefalingerne ikke kun peger på et enkelt system til navngivning af kemiske forbindelser, men at der kan være tale om flere systemer, som principielt kan accepteres som "systematisk navngivning". Dette ses især inden for navngivning i uorganisk kemi jf. [Dansk oversættelse af uorganisk kemisk nomenklatur, IUPAC i 2015](#).

IUPAC's anbefaling ved opskrivning og navngivning af binære forbindelser mellem ikke-metaller er, at man følger en rækkefølge givet i grundstoffernes periodesystem, begyndende med F og derefter følger ned gennem grupperne⁴ B, Si, C, As, P, N, H, Te, Se, S, O, At, I, Br, Cl, F (her er kun listet ikke-metallerne). Forskellen fra tidligere anbefalinger er, at oxygen har flyttet position. Et eksempel er den kemiske forbindelse med formlen O₂Cl (eller bedre kendt ClO₂), hvor navnet ifølge den nye anbefaling vil være dioxygenchlorid i stedet for chlordioxid.

Ved navngivning af ionforbindelser, salte, har traditionen i kemiundervisningen været at benytte binær nomenklatur, hvor navnet sammensættes af den positive del (eventuelt med et oxidationstal) efterfulgt af den negative del (ofte af accepterede traditionelle navne, ikke systematiske), som et sammenhængende ord. Ifølge IUPAC's anbefalinger kan ladningstallet benyttes i stedet for oxidationstal. Når der er tale om en ion, for eksempel FeCl₂ kan den navngives som jern(2+)chlorid eller jern(II)chlorid. Begge metoder vil kunne benyttes i undervisningen. For ioner af de "rene" metaller er anbefalingen at angive navn og herefter ladningstal i parentes i stedet for oxidationstal, for eksempel jern(2+).

5.3.1 Specielt om navngivning af organiske forbindelser

Navngivning inden for organisk kemi følger som nævnt ovenfor IUPAC's anbefalinger, som de kommer til udtryk på www.kemisknomenklatur.dk. IUPAC's anbefaling vil blive fulgt i forbindelse med de skriftlige prøver i bioteknologi.

I organisk kemi i gymnasieskolen benyttes primært substitutiv nomenklatur, men accepterede og ofte benyttede trivialnavne på kemiske forbindelser benyttes, hvor det er mere naturligt, for eksempel for

³ Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg står for den danske version af IUPAC-nomenklaturen og redigerer hjemme-siden [Dansk Kemisk Nomenklatur](#). IUPAC udsender med mellemrum nye anbefalinger, og således skal nomenklatur ikke betragtes som et statisk forhold, men som en proces der løbende ændres. I løbet af 2013 udsendte IUPAC nye anbefalinger inden for organiske navngivning. Kemisk Ordbog revideres ikke mere. Dette betyder at der i forhold til blandt andet IUPAC's seneste anbefalinger, og derfor kan der forekomme navne i Kemisk Ordbog, som ikke er i overensstemmelse med de her beskrevne anbefalinger til navngivning.

⁴ Se 'The Red Book', s. 260: [Nomenclature of Inorganic Chemistry \(IUPAC Recommendations 2005\)](#). Anbefalingen om at flytte oxygen er en ændring, som kom i 2005.

aminosyrer, carbohydrater, nucleinsyrer og lipider. Ved navngivning af *cis-trans*-isomeri benyttes både *cis*, *trans*- og *E, Z*-navngivning. For proteiner anvendes ét- og tre-bogstavsforkortelser for aminosyrer.

Ved anvendelse af substitutiv nomenklatur til navngivning behandles en kemisk forbindelse som en kombination af en stamforbindelse og karakteristiske grupper af hvilke én tildeles rollen som principal karakteristisk gruppe.

De forskellige undervisningsmaterialer, som har været benyttet i den daglige undervisning igennem tiden, bruger både funktionelle grupper og karakteristiske grupper. For eksempel har afgrænsningen af funktionelle grupper skiftet i forbindelse med forskellige versioner af DATABOG fysik kemi, F&K Forlaget, og i de seneste udgaver er begrebet funktionelle grupper skiftet ud med karakteristiske grupper på en sådan måde, at man får indtryk af, at der er tale om synonymmer. De to begrebsdannelser er således ikke synonymmer. Funktionel gruppe relaterer primært til strukturer i de kemiske forbindelser, som løst sagt er bestemmende for et stofs kemiske egenskaber, altså en definition med et kemisk udgangspunkt. Karakteristisk gruppe tager sit udgangspunkt i behovet for en systematisk navngivning i organisk kemi. Selvfølgelig hænger begreberne tæt sammen, men der er forskelle, for eksempel ekskluderer karakteristiske grupper klart dobbelt- og tripelbindinger mellem C-atomer, mens der kan argumenteres for, at disse bindinger kan betragtes som en del af de funktionelle grupper blandt andet på grund af deres reaktivitet ved additionsreaktioner, hvilket ikke er kernestof på bioteknologi A

Nogle traditionelle navne (for eksempel styren, urinstof) bruges også i den systematiske nomenklatur. Læs mere på [Dansk Kemisk Nomenklatur](#).

I opgaver med navngivning af organiske forbindelser er det væsentligt, at delelementerne i navnet tydeligt relateres til strukturen, og at der redegøres for disse delelementers bidrag til navnet. Delelementerne kan være endelsen, herunder prioritering blandt funktionelle grupper, hovedkædens længde, sidekæder samt nummerering. Sammenknytningen mellem delelementer i navnet og strukturen kan for eksempel ske ved markering på en tegning eller i tekst. Det afgørende i besvarelsen er, at eksaminandens tankegang tydeligt fremgår af besvarelsen.

Det kan være en fordel i den daglige undervisning at arbejde med kemisk navngivning af simple organiske forbindelser uden brug af it-programmer, da dette vil give eleverne bedre fornemmelse for, om et foreslået navn fra et navngivningsprogram er "korrekt" eller eventuelt skal "oversættes". Endvidere vil det også give eleverne bedre muligheder for at kunne forklare koblingen mellem et organisk navn og en simpel organisk strukturformel.

5.4 Funktionelle grupper og stofklasser

Løst sagt defineres en funktionel gruppe i gymnasial sammenhæng ved "et atom eller en atomgruppe som er bestemmende for stoffets kemiske egenskaber". Dette svarer stort set til definitionen i [IUPAC's Gold Book](#).

Begrebet funktionelle grupper vil fortsat blive benyttet som betegnelse ved beskrivelse af de kemiske strukturer, som ligger til grund for de i læreplanen nævnte stofgrupper.

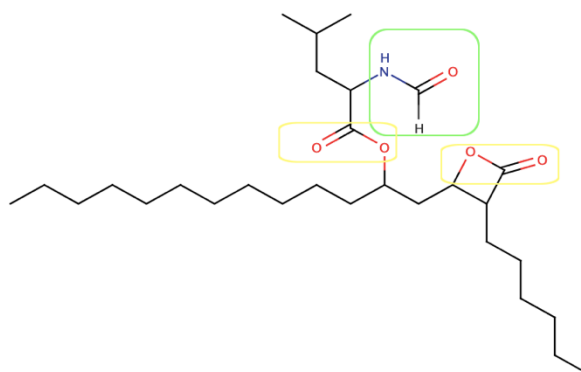
I kernestoffet forventes ikke, at eleverne kender til særlige reaktionstyper knyttet til de aromatiske ringe, hvorfor de heller ikke forventes at kunne identificere dem som funktionelle grupper.

Ifølge IUPAC's anbefalinger er det tilladt at skrive både kekulé samt en 6-leddet ring med cirkel i. Jævnfør "Graphical representation standards for chemical structure diagrams, IUPAC, s.382, <https://www.iupac.org/publications/pac/pdf/2008/pdf/8002x0277.pdf>.

I opgavesættene til den skriftlige eksamen vil der fremadrettet skrives den 6-leddede ring med cirkel, for eksempel for at undgå at eksaminanderne angiver disse "dobbeltbindinger" som tilhørende stofklassen alkener. Eksaminanderne skal kunne identificere en funktionel gruppe i en kemisk struktur og angive den tilhørende stofklasse. En mere præcis liste gives i læreplanen for bioteknologi A og den tilknyttede vejledning.

Det er vigtigt, at træne eleverne i både at se sammenhængen mellem funktionel gruppe og stofklasse, og at kunne gennemskue forskellen på de to begreber. Bl.a. fordi en del simple delopgaver bygger på identifikationen af funktionelle grupper og stofklasser. Ofte kan simple opgaver med identifikation af funktionelle grupper og stofklassen løses nemmest ved en kombination af en kort tekst og angivelse på en tegning af strukturformlen. Et eksempel er vist fra en opgave fra vejledende sæt 1 (Slankemidler), hvor opgaveteksten er "Markér de funktionelle grupper i Orlistat på figur 1.1a, og angiv hvilke stofklasser de tilhører.". Et muligt svar kan være en kombination af en kort tekst og illustration på en tegning, se nedenfor.

Ringens farve	Stofklasse
Gul	Ester
Grøn	Amid



5.5 Proteiners struktur

IUPAC skelner mellem primær struktur for [protein](#) og [polypeptid](#). Til beskrivelsen af primær struktur for et polypeptid er det kun aminosyresekvensen der beskrives, hvorimod der til beskrivelsen af primær struktur for et protein også medtages svovlbroer.

Svovlbroer har indflydelse på strukturen. hvorfor den i gymnasiesammenhæng kun forventes beskrevet under den tertiære struktur. En beskrivelse af den primære struktur vil derfor alene være en beskrivelse af aminosyresekvensen.

5.6 Fordelingslignevægte og opløselighed

Fordelingslignevægte hvor en kemisk forbindelses opløselighed i to ikke-blandbare opløsningsmidler betragtes er en del af bioteknologi A's kernestof.

I eksemplet nedenfor betegner HA et stof, som delvist opløses henholdsvis i vand og octan-1-ol.



Følgende omhandler præcisering i terminologien for sådanne fordelingsligerævte, som vil blive benyttet ved de skriftlige prøver i bioteknologi A. Præciseringen følger anbefalingerne i IUPAC's Gold Book⁵.

Ligerævten (1) betegnes som fordelingsligerævten for "HA". Den tilhørende ligerævtekonstant kaldes fordelingskonstanten, som fremover vil angives med K_F henholdsvis P (begge betegnelser kan benyttes). Det vil sige for eksemplet ovenfor gælder

$$K_F = \frac{[\text{HA(octan-1-ol)}]}{[\text{HA(aq)}]} \quad \text{eller} \quad P = \frac{[\text{HA(octan-1-ol)}]}{[\text{HA(aq)}]} \quad (2)$$

I forbindelse med fordelingsligerævte vil betegnelsen fordelingsforholdet fremover benyttes om forholdet mellem stoffets formelle koncentration i de to faser, og det vil betegnes med symbolet D . I eksemplet vil fordelingsforholdet D være givet som

$$D = \frac{c(\text{HA(octan-1-ol)})}{c(\text{HA(aq)})}$$

Forholdet D er således ikke en egentlig ligerævtekonstant, men netop et udtryk for, hvordan stoffet og dets afledede forbindelser er fordelt mellem de to faser. For stoffer med syre-baseegenskaber vil fordelingsforholdet D typisk afhænge af vandfasens pH-værdi. For opgaver ved de skriftlige prøver, hvor dette er relevant, vil fordelingsforholdet D derfor være angivet med en tilknyttet pH-værdi. For stoffer uden syre-baseegenskaber vil P normalt svare til D . For eksempel på en opgave kan henvises til opgavesæt fra forsøgsfaget Bioteknologi A august 2018 opgave 2.5.

I et spørgsmål hvor der spørges til opløselighed under inddragelse af syre-baseegenskaber, vil en fyldestgørende besvarelse inddrage en polaritetsanalyse det vil sige en vægtning af polære og upolære grupper samt syre-baseegenskaberne indflydelse på polaritet og dermed opløselighed i henholdsvis vand og octan-1-ol.

5.7 Syre-base ligerævte

Dette afsnit vil give en præcisering af betegnelserne hydronoverførsel, selvionisering og omdannelsesgrads anvendelse i forbindelse med de skriftlige opgaver.

Med overgangen til betegnelsen hydron for H^+ har betegnelse hydronolyse været anvendt for protolyse i flere gymnasielærebøger (også i dets forskellige afledninger, autohydronolyse, hydronolysegrad og lignende).

Betegnelsen bygger videre på en misforståelse af endelsen "lyse", som allerede fandtes i protolyse. Endelsen "lyse" ved kemiske reaktioner dækker over "... processer, hvor der sker en spaltning på grund af det stof eller begreb, suffixet knyttes til, for eksempel elektrolyse, hydrolyse ..." (P. Hartmann-Petersen, Håndbog i kemiske fagtermer, Gyldendal, 2004, s.200). Da det ikke er hydronen som spaltningen sker på grund af, men det er hydronen som spaltes fra, er betegnelsen uheldig. Derfor vil

⁵ [The IUPAC Compendium of Chemical Terminology](#) er anbefalingerne at P betegnes med partition ratio ([IUPAC - partition ratio \(P04440\)](#)), og at D betegnes med distribution ratio ([IUPAC - distribution ratio \(D01817\)](#)). På dansk har vi ikke betegnelser, som dækker forskellen mellem "partition" og "distribution" og derfor benyttes i de skriftlige bioteknologi opgaver fordelingskonstant for P og fordelingsforhold for D

betegnelsen (og dets afledninger) ikke blive benyttet i forbindelse med de skriftlige opgaver i bioteknologi. Følgende betegnelse benyttes i forbindelse med syre-basekemi,

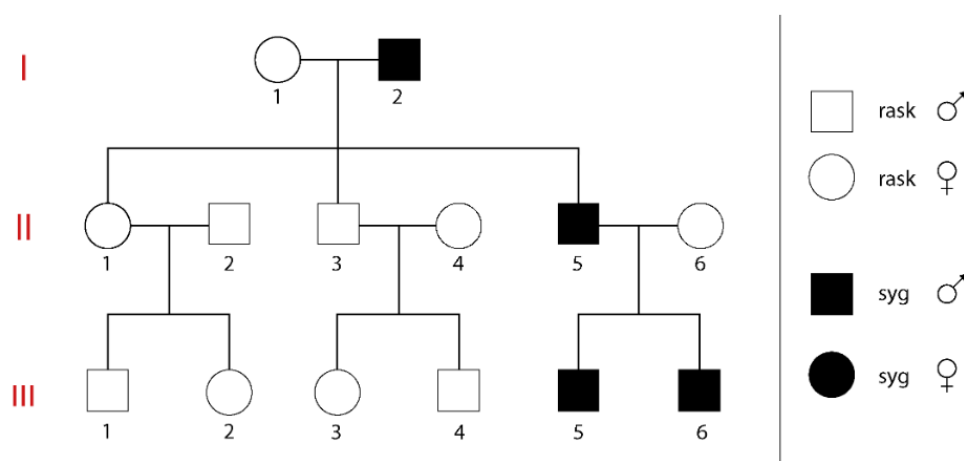
- i) hydronoverførsel - betegnelse for reaktionen, hvor en hydron afgives fra en syre til en base.
- ii) selvionisering - betegnelse for ligevægten $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$.
- iii) omdannelsesgrad - betegnelse den brøkdelen af det oprindelige antal syremolekyler, som har reageret.

5.8 Stamtræ

En måde at undersøge eksaminandernes forståelse for nedarvning er med opgaver, hvor de skal lave en analyse af et stamtræ. Udover at angive genotypen for bestemte personer i stamtræet, er der også opgaver, hvor eksaminanden bliver bedt om at angive sandsynligheden for en given genotype. Det er vigtigt at eleverne øves i at tjekke om geno/fænotyperne for ALLE stamtræets personer er sandsynlige ved den valgte nedarvningstype.

Nedenfor er et eksempel på svar af opgave 3.1 fra opgavesættet fra 28. maj 2024

I figur 3.1 er vist et stamtræ fra en familie, hvor den sjældne arvelige sygdom hATTR forekommer. Sygdommen viser sig især som skader i nervesystemet.



Figur 3.1 Stamtræ fra familie, hvor sygdommen hATTR forekommer.

1. Analysér stamtræet på figur 3.1 og angiv mulige genotyper for personerne II-6 og III-5.

Løsningsforslag

I figur 3.1 ser vi hvordan sygdommen hATTR løber i en familie igennem tre generationer.

Sygdommen springer ikke generationer over, hvilket kunne tyde på at den er **dominant**.

Man kan udelukke at en sygdom er autosomal recessiv, hvis et forældrepar, som begge har sygdommen får et barn uden og derfor kun kan give den sygdomsfremkaldende allel videre, men det er der ingen eksempler på i stamtræet. Man kan derfor ikke udelukke at sygdommen er autosomal

recessiv, men da hATTR er en sjælden sygdom, ville det kræve at både I-1 og II-6 er bærere af den sygdomsfremkaldende allel, og det er ikke særligt sandsynligt.

Det kan på tilsvarende vis heller ikke udelukkes at sygdommen er X-bunden recessiv, men det ville igen kræve at I-1 og II-6 er bærere og giver sit sygdomsfremkaldende X-kromosom videre til sine sønner. Det er igen usandsynligt da sygdommen er sjælden.

Det konkluderes derfor at hATTR sandsynligvis er dominant nedarvet.

Sygdommen kan ikke være X-bundet dominant, da vi ser at en rask mor får en syg søn. Da sønner får et Y-kromosom fra faren vil en søn altid modtage sit X-kromosom fra moderen. Og derfor vil en mor uden sygdommen hATTR ikke kunne give en sygdomsfremkaldende hATTR allel videre uden selv at være syg. Det kan heller ikke være Y-bundet, idet II-3 er rask.

Derfor må det antages at arvegangen for sygdommen er en **autosomal dominant sygdom**.

Vi angiver derfor den sygdomsfremkaldende allel for A og den ikke-sygdomsfremkaldende allel for a.

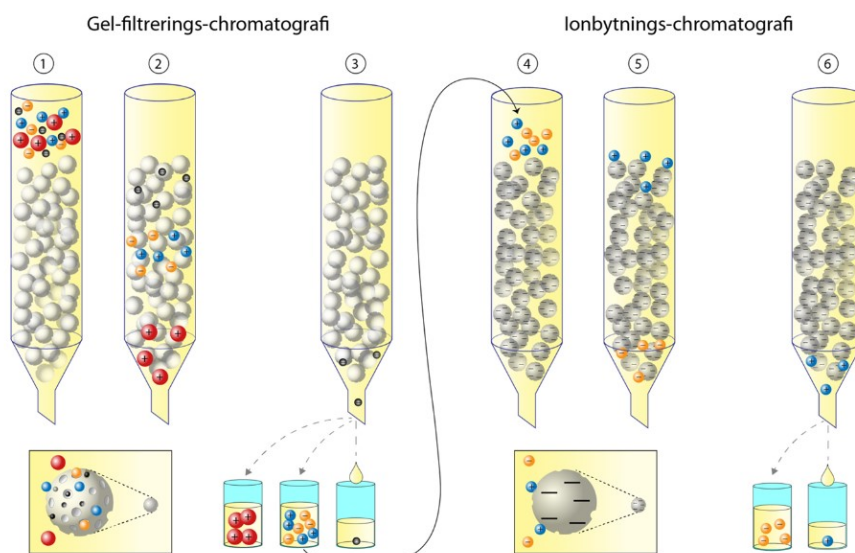
Da **II-6** er en rask kvinde, vil hun derfor have genotypen aa.

III-5 er en syg mand, som har fået en sygdomsfremkaldende allel fra sin far og en ikke-sygdomsfremkaldende allel fra sin mor. Derfor har III-5 genotypen Aa.

5.9 Skriv en forklarende figurtekst

En fyldestgørende besvarelse af "Skriv en forklarende figurtekst" er beskrevet i den opdaterede typeordliste. En besvarelse indebærer, at der inddrages bioteknologisk fagbegreber og relevant teori til at forklare de relevante delelementer, som figuren viser. Det kræves af besvarelsen, at eksaminanden viser forståelse for hvad figuren illustrerer. Et eksempel på besvarelse af "Skriv en forklarende figurtekst" er givet for opgave 2.3 i opgavesæt fra 26. maj 2021:

Thaumatococcus kaktusfrugt isoleres fra kaktusfrugten og oprenses herefter ved metoden gelfiltrerings-chromatografi efterfulgt af ionbyttnings-chromatografi, se figur 2.2.



Figur 2.2 Metode til oprensning af thaumatocin fra planteekstrakt. De blå kugler forestiller thaumatocin. De røde, gule og sorte kugler forestiller tre andre proteiner, mens de lysegrå og mørkegrå kugler forestiller to forskellige typer af søjlemateriale.

3. Skriv en figurtekst til figur 2.2.

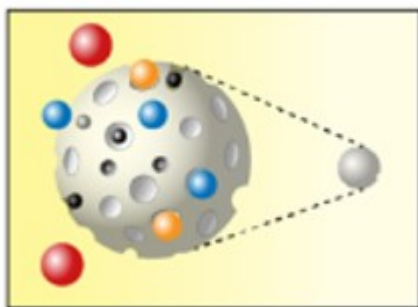
Løsningsforslag

Figur 2.2 viser en metode til at oprense thaumatin fra planteekstraktet.

Det angives at de blå kugler forestiller thaumatin, som overordnet set har en positiv ladning og overordnet set er et mellemstort protein, hvis vi sammenligner med de 4 angivne proteiner i opløsningen.

Der startes ud med gelfiltreringschromatografi. I søjlen angivet med "1" er planteekstraktet tilført. Planteekstraktet indeholdende 4 forskellige proteiner fra katemfe-frugten.

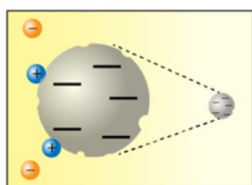
I en gelfiltrering adskilles proteinerne efter størrelse, da store proteiner ikke kan komme ind i søjlematerialet, mens de små proteiner kan komme ind i søjlematerialet, og derfor tilbageholdes i længere tid som vist i nedenstående figur.



Dette ses også i søjle "2", hvor der ses en gradient, hvor de største proteiner løber hurtigst igennem søjlen, og de mindste proteiner tilbageholdes i længst tid. På denne måde adskilles proteinerne i fraktioner efter størrelse som vist i søjle "3".

Den fraktion som indeholder thaumatin, tilføres en ionbytningschromatografi som vist i søjle "4".

I en ionbytningschromatografi er søjlematerialet enten positivt ladet eller negativt ladet. I dette tilfælde er søjlematerialet negativt ladet, og derfor vil de positivt ladede proteiner tilbageholdes, som det ses i nedenstående figur.



Som det ses i søjle "5" vil de negativt ladede proteiner, her vist som de orange kugler, derfor hurtigt løbe igennem søjlematerialet, mens de positivt ladede proteiner (her thaumatin) tilbageholdes, idet det binder sig til det negativt ladede søjlemateriale.

Når de negativt ladede proteiner er frigivet fra søjlen, tilsættes en koncentreret opløsning af fx NaCl og thaumatin frigives.

På denne måde kan man oprense et protein som thaumatin fra et planteekstrakt.

5.10 Talforståelse, herunder brug af betydende cifre, enheder og fagsprog

Eksaminanderne skal have en god talforståelse i forbindelse med løsning af kemiske problemstillinger. Det betyder, bl.a. eksaminanderne skal kunne forholde sig fornuftigt til brug af enheder, antal betydende cifre og om en beregnet størrelse er realistisk. Det hører med til en naturvidenskabelig almindelse at kunne sammenholde beregnede størrelser med fænomener i virkeligheden. Man bør løbende i undervisningen træne eleverne i korrekt brug af enheder og antal betydende cifre, samt vurdering af, om et resultat er et rimeligt svar ud fra et kemisk synspunkt - der forventes en rimelig sammenhæng mellem talstørrelser i opgaven og eksaminandernes svar. Det er en god idé fortsat at træne eleverne i altid at huske at undersøge, hvad der sker med enhederne i løbet af en beregning, og hvad en eventuel enhed skal være.

Der er nogle situationer, hvor det ikke er ligetil at argumentere for antallet af betydende cifre. Det gælder for eksempel ved linjens ligning og addition af decimal tal med forskelligt antal betydende cifre. Derfor vil det i de skriftlige opgaver i bioteknologi accepteres, at det tal med færrest betydende cifre er det tal der bestemmer, hvor mange betydende cifre resultatet angives med. Det er også i nogle tilfælde uhensigtsmæssigt at benytte det korrekte antal betydende cifre, idet resultatet vil skulle angives med flere decimaler end et pH-meter kan måle. Hvorfor det accepteres som fyldestgørende at pH angives med **en** decimal uanset antallet af betydende cifre på den aktuelle koncentration af oxonium.⁶

I delopgaver, hvor der er særligt fokus på eksaminandernes evner til at vise forståelse for de kvantitative aspekter, vil eksaminandernes talforståelse have en vigtig betydning for vurderingen. Dette gælder ikke mindst i de mere simple beregningsopgaver inden for mængdeberegning.

Generelt er der en del eksaminander, som har udfordringer med at anvende CAS-programmer i anden faglig sammenhæng end matematik. Det er vigtigt, at eksaminandens tankegang er forståelig uden specifikt kendskab til CAS-programmet. Det er derfor vigtigt, at lære eleverne at benytte matematikprogrammer som et redskab med anvendelse af korrekt fagsprog, for eksempel er *_gr* uhensigtsmæssigt som enhed for masse og vil påvirke bedømmelsen, idet der internationalt findes en række accepterede symboler, som eleven skal kunne benytte. Derimod er formelle fejl såsom enheder, der skrives med kursiv, symboler skrevet med ordinær skrift, punktum som decimal tegn og lignende uvæsentlige. Dette så længe anvendelse af for eksempel punktum som decimal tegn ikke er meningsforstyrrende, således at teksten kan misforstås. Et eksempel på en anvendelse som kunne misforstås, kunne være, hvis eleven benytter punktum både som tusindtalsseparator og som decimalkomma.

Det er vigtigt, at fagets symboler, enheder samt tankegang klart fremgår af afleveringen.

⁶ Det korrekte antal betydende cifre for pH vil for eksempel være 3 decimaler, hvis der er 3 betydende cifre på den aktuelle koncentration af oxonium. Dette for at der ikke skal opstå afrundingsfejl ved tilbageregning til den aktuelle koncentration af oxonium.

5.11 Modeller i **bioteknologiske** problemstillinger

En vigtig opgavetype er opgaver, hvor der skal tegnes en graf for en sammenhæng mellem opgivne eksperimentelle data og på denne baggrund foretages en undersøgelse af en bioteknologisk problemstilling. Der skal udarbejdes en graf, som tydeligt besvarer det, der spørges efter. Ved grafer er der krav om aksetitler med størrelser (eventuelt angivet med symbol) og med enhed. Grafen kan ikke stå alene. Der skal gives en kortere, men præcis omtale af, hvad grafen viser. Ved regression forventes såvel synlige datapunkter som regressionslinje i afbildningen. Synlige datapunkter er undtaget ved så store datamængder, at det ikke er muligt at se disse. Funktionsudtryk angives med enhed og korrekt antal betydende cifre.

Som regel skal der bestemmes en lineær model, hvilket sker ved lineær regression. Eksempelvis indenfor spektrofotometri.

Den fyldestgørende besvarelse af denne opgavetype kræver en dokumentation, som kan sandsynliggøre om den foreslåede model med rimelighed kan beskrive datamaterialet. Ligeegyldigt hvordan denne typeopgave besvares, skal dokumentationen altid forholde sig til:

- opskrivning af relevant funktionsudtryk, der skal undersøges
- modellen som gives ved for eksempel regression
- en grafisk afbildning, som viser modellens forløb sammen med synligt angivne datapunkter og med angivelse af akseinddeling, variabel som afbildes, enheder og lignende. Kort sagt, grafen skal fremstå forståelig.
- en vurdering af modellen i forhold til forelagte data. Dette skal omfatte en kommentar ud fra den grafiske afbildning og kan suppleres med inddragelse af forklaringsgraden r^2 . Brugen af forklaringsgraden kan dog ikke stå alene uden en afbildning af model og datapunkterne, samt en kommentar omkring datapunkternes beliggenhed i forhold til modellen. Som et bedre alternativ til forklaringsgraden kan residualplots benyttes, hvilket dog sjældent ses hos eksaminanderne. Denne type plot er kernestof i matematiks læreplan efter 2017-ordningen. Brugen af residualplot kan således på sigt være en god metode at inddrage i analysen af lineære modeller i bioteknologi.

De typiske mangler eller fejl hos eksaminanderne i denne typeopgave er

- mangelfulde grafiske afbildninger
- manglende oversættelse af linjens forskrift til en matematisk model med relevante symboler og enheder
- ved lineær regression "tvinges" grafen gennem (0,0), således at konstantleddet (b-leddet) i den lineære model "glemmes". Eksaminanden bør forholde sig til størrelsen af dette konstantled -har det betydning for de målte data eller er det reelt så lille en størrelse, at det kun har begrænset betydning. Eleverne skal mindes om, at ved videre beregninger skal den fulde lineære modul benyttes
- modellen kommenteres i forhold til data udelukkende ud fra forklaringsgraden, hvilket ikke er en tilstrækkelig analyse. Forklaringsgraden kan ikke erstatte den visuelle betragtning af model og data.

5.11.1 Løsningsforslag af opgave 3.3 i bioteknologi sættet fra d. 22. maj 2023

Fra opgaven:

Phycocyanin er et vandopløseligt protein, som bl.a. tilsættes italiensk is for at farve den blå. Til en liter is bruges 0,100 g phycocyanin. *Datafil 3.1* indeholder absorptionsmålinger for fortyndinger af phycocyanin. Målingerne følger Lambert-Beers lov.

En koncentreret opløsning af phycocyanin fortyndes 1000 gange, og den fortyndede opløsning har en absorbans på 0,66.

3. Anvend *datafil3.1* til at beregne, hvor stort volumen af den koncentrerede phycocyaninopløsning, der skal bruges til at lave 1,0 L blå is.

Løsningsforslag

Lambert Beers lov lyder som følgende: $A = \epsilon_{\lambda} \cdot l \cdot c$

ϵ_{λ} og l er konstanter, og derfor følger Lambert-Beers lov en lineær sammenhæng.

Jeg afbilder data fra datafil 3.1 i excel og laver lineær regression.

Jeg får sammenhængen $A = 6,5083 \frac{L}{g} \cdot c + 0,0195$.

I opgaven får jeg oplyst at en fortyndet opløsning af phycocyanin har en absorbans på 0,616.

Jeg bruger derfor regressionsligningen til at udregne koncentrationen af phycocyanin ved at indsætte absorbansen i $A = 6,5083 \frac{L}{g} \cdot c + 0,0195$.

$$0,616 = 6,5083 \frac{L}{g} c + 0,0195 \Leftrightarrow c = 0,091652 \frac{g}{L}$$

Dermed må koncentrationen af phycocyanin i den fortyndede opløsning afrundet være $0,0917 \frac{g}{L}$

Den fortyndede prøve var fortyndet 1000 gange, derfor må koncentrationen af den ufortyndede prøve være $1000 \cdot 0,091652 \frac{g}{L} = 91,652 \frac{g}{L}$.

Til en liter is bruges 0,100 g phycocyanin. Jeg kan derfor beregne volumen af den koncentrerede phycocyaninopløsning, der skal bruges i 1,0 L blå is:

$$\begin{aligned} V &= \frac{0,100 \text{ g}}{91,652 \frac{\text{g}}{\text{L}}} \\ &= 0,001091 \text{ L} \end{aligned}$$

Dermed har jeg fundet ud af, at der skal anvendes $0,0011 \text{ L} = 1,1 \text{ mL}$ af den koncentrerede phycocyaninopløsning til at lave 1,0 L blå is.

5.11.2 Modeller og eksperimentelle data

En del bioteknologiopgaver bygger på et datamateriale fra eksperimenter. En analyse af datamaterialet bygger typisk på anvendelse af en relevant model. Der kan i denne type opgaver forekomme et datamateriale, hvor ikke alle data skal indgå i den videre analyse. Således skal eleverne vise, at de kan begrænse datamaterialet til et relevant begrænset område. Eksempelvis inden for vækstkurver.

Ved besvarelse af opgaven skal eleverne først begrænse området, som analysen skal foretages indenfor. I en fyldestgørende opgavebesvarelse argumenterer eleven for, hvorledes denne afgrænsning foretages. Først derefter skal den egentlige argumentation for den eksponentielle fase og beregning laves.

Udover grafiske afbildninger ud fra datasæt, som eleverne selv forventes at kunne, forventes det også at eleverne kan analysere for eksempel grafer med to y-akser. For en afgræsning, af hvad eleverne forventes at kunne analysere, henvises til elevernes viden fra matematik A samt tidligere skriftlige opgavesæt.

5.12 Diagrammer

Der er ofte diagrammer i opgavesættene. Det kan som overfor beskrevet være liniære sammenhænge, men der kan for eksempel også være søjlediagrammer med spredning, men også mange andre diagrammer.

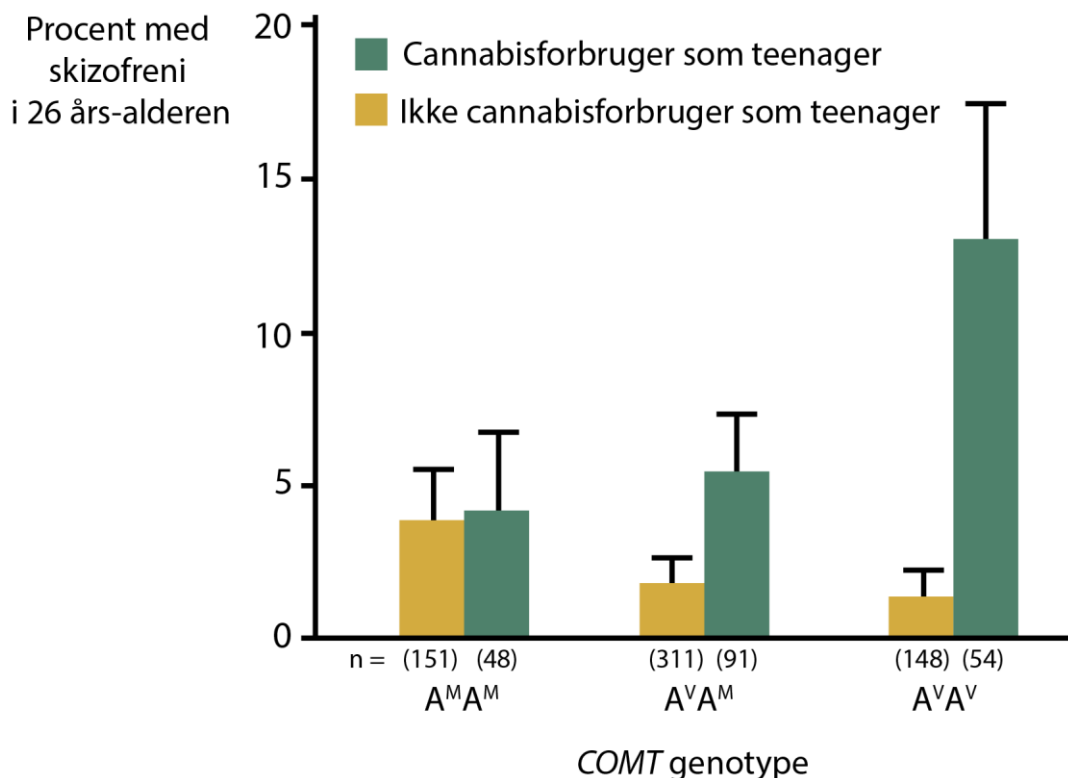
5.12.1 Diagram med spredning

Spredning er et mål for variationen i en observationsrække. Denne bruges i forbindelse med en sammenligning af flere observationsrækker. Spredning er beskrivende og siger ikke noget signifikant om en større population.

Nedenfor gives et eksempel på løsningsforslag af en opgave, hvori diagrammet indeholder en spredning.

5.12.1.1 Opgaven 2.3 er fra opgavesættet fra den 22. maj 2023,

Skizofreni er en sygdom i hjernen, der bl.a. karakteriseres af forhøjet koncentration af dopamin. Forskere har undersøgt, om forbrug af cannabis har indflydelse på udviklingen af skizofreni hos 26-årige, se figur 2.2.



3. Analysér figur 2.2.

5.12.1.2 *Løsningsforslag*

Figur 2.2 viser hyppigheden af skizofreni hos 26-årige angivet i procent, alt efter deres COMT genotype (hvv. $A^M A^M$, $A^M A^V$ eller $A^V A^V$, altså om de har methionin eller valin i position 158 i COMT – enzymet) og om de var cannabisforbrugere som teenagere. De gule søjler viser andelen af unge, som ikke var cannabisforbrugere som teenagere og de grønne søjler viser andelen af unge som var cannabisforbrugere som teenagere.

I undersøgelsen er der generelt inddraget omtrent tre gange så mange unge som ikke var cannabisforbrugere som unge i forhold til antallet af unge med et cannabisforbrug. For eksempel er der 151 ikke cannabisforbrugere og 48 cannabisforbrugere med genotypen $A^M A^M$.

Det ses at den overordnede tendens uanset genotype er, at andelen med skizofreni er højere hos dem, der var cannabisforbrugere som teenagere, end dem, som ikke var. For eksempel ses det ved genotypen $A^M A^M$ at der er cirka 4 % med skizofreni for ikke-cannabisbrugere, mens andelen er cirka 4,4 % for cannabisforbrugere. Det tyder ikke på, at cannabisforbrugere har en højere risiko for at udvikle skizofreni, hvis man har denne genotype.

For personer med genotypen $A^M A^V$ ses det, at andelen af ikke-cannabisforbrugere med skizofreni er cirka 2 % og andelen af cannabisforbrugere med skizofreni er cirka 5,7 %. Her er forskellen markant, og dermed er der en klar indikation på, at man vil have større risiko for at udvikle skizofreni, hvis man var cannabisforbruger som teenager.

Den samme konklusion kan drages for personer med genotypen $A^V A^V$. Her er andelen af unge med skizofreni dog hhv. 1,2 % for ikke-cannabisforbrugere og 13 % for cannabisforbrugere. Den relative spredning er også markant, og for disse personer er der en klar indikation for at man har større risiko for at udvikle skizofreni, hvis man var cannabisforbruger som teenager.

For personer uden cannabisforbrug ses det, at der er en lille forøget risiko for at udvikle skizofreni, hvis man er homozygot for allelen med methionin i position 158. Det er dog omvendt for cannabisforbrugere, hvor det ses, at personer med valin i position 158 har en forøget risiko for at udvikle skizofreni.

Det vides at COMT er ansvarlig for omdannelsen af dopamin til 3-methoxytyramin og det vides derudover at personer med skizofreni har en forhøjet koncentration af dopamin i hjernen. Resultaterne fra undersøgelsen i figur 2.2 antyder dermed at COMT enzymet med valin i position 158 måske har sværere ved at omdanne dopamin end COMT enzymet med methionin i position 158, hvis man har et cannabisforbrug. Dette kan måske også forklare, hvorfor valin i homozygot form giver en endnu større risiko for skizofreni end den heterozygote form. Dog er det ikke tilstedeværelsen af valin i sig selv i COMT der medfører en forøget risiko, da man jo observerede en mindre risiko for udvikling af skizofreni hos ikke cannabisforbrugere med genotypen $A^V A^V$.

Det må dog konkluderes at risikoen for at udvikle skizofreni generelt er større hos personer der har cannabisforbrug, i hvert fald hvis man har allelen A^V .

5.13 Alignment

Der vil til de skriftlige prøver i bioteknologi A på stx ikke blive stillet krav om, at eksaminanderne skal kunne anvende programmer til løsning af alignment opgaver. Eleverne forventes dog stadig ud fra opstillede sekvenser af for eksempel DNA at kunne løse opgavetyper med sekvenser. Et eksempel på en opgave eksaminanderne fortsat skal kunne løse findes i det skriftlige opgavesæt august 2012. Fra det vejledende sæt forventes også at de kan besvare "Diskuter dolkhaleindividernes indbyrdes slægtskab ud fra alignmentet".

6. Links

Læreplaner og vejledninger

Generel oversigt <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/stx-laereplaner>

Opgaver fra tidligere skriftlige prøver

Findes via <http://prøvebanken.dk>. Der kræves UNI-login, som kan fås via ens egen skole.

Evaluering af centralt stillede skriftlige prøver

<https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/proeвер-og-eksamen/tilrettelaeggelse-og-afholdelse-af-proeвер/evaluering-af-proeвер>

Eksamensbekendtgørelsen

Bekendtgørelse nr. 343 af 8. april 2016: Bekendtgørelse om prøver og eksamen i de almene og studieforberedende ungdoms- og voksenuddannelser.

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=179722>

Karakterskalabekendtgørelse

Bekendtgørelse nr. 262 af 20. marts 2007: Bekendtgørelse om karakterskala og anden bedømmelse.

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=25308>

Vejledninger til brug af ChemSketch og MarvinSketch

På EMU'en, under bioteknologi, kan man finde forholdsvis udførlige vejledninger til installation og brug af programmerne i den gymnasiale undervisning. Materialerne er skrevet af kemilærer i gymnasiet. Link til EMU'en <https://emu.dk/stx/bioteknologi/fagprogrammer>

7. Bilag

Rettevejledningerne til sommerens prøve 2024 findes nedenfor. Rettevejledningerne til tidligere skriftlige sommerprøver findes i de respektives års evalueringsrapporter på UVM.dk jf. Link liste.

7.1 Bilag 1 – Rettevejledning

Rettevejledningerne nedenfor giver en anvisning for den fyldestgørende besvarelse for sommerens skriftlige prøver. For tidligere års rettevejledninger henvises til evalueringsrapporterne.

7.1.1 Rettevejledning til bioteknologiopgavesæt 28. maj 2024

7.1.1.1 Opgave 1: Nedbrydning af carbohydrater

1. **Beskriv den kemiske struktur af isomaltose.**

Det forventes at eksaminanderne forholder sig til typen af glycosidbinding og om der er tale mono-, di- eller polysaccharid. I så fald vil det ikke forventes, at de to monosaccharider i isomaltose navngives.

2. **Forklar med udgangspunkt i figur 1.2, hvorfor den omtalte deletion af nucleotid nr. 273 og 274 i genet for *SI* vil medføre et komplet tab af funktion hos enzymet.**

Forklaringen forventes at være baseret på viden om proteinsyntesen, den genetiske kode og sammenhængen mellem primær struktur, tertiære struktur og enzymets funktion. Det forventes, at typen af mutation angives med navn samt at figuren inddrages.

3. **Analysér resultaterne vist i figur 1.3.**

Figuren skal beskrives med tydelig angivelse af, hvad akserne viser. Der skal ligge nogle gymnasiefaglige overvejelser bag, som kan understøtte eksaminandens forklaring. Det forventes at eksaminanderne forholder sig til kontrol. Men det skal huskes at fordøjelsessystemet ikke er kernestof.

4. **Beregn K_m og v_{max} for *S*'s nedbrydning af isomaltose ud fra data i datafil 1.1 Antag, at enzymet følger Michaelis-Menten modellen.**

Bestemmelse kan ske ved at eksaminanden laver en lineær omskrivning af data (fx Lineweaver-Burk) eller laver et fit direkte til Michealis-Menten ligningen i et databehandlingsprogram. Fremgangsmåden i bestemmelse af v_{max} og K_m skal tydeligt angives. Det forventes ikke at der er en vurdering af nøjagtigheden af "tendenslinjen", idet der antages at enzymet følger Michaelis-Menten modellen.

Ved graftegning er der krav om relevante aksetitler med størrelser (eventuel angivet med symbol) og med enhed. Grafen kan ikke stå alene. Der skal gives en kortere, men præcis omtale af, hvad grafen viser. Ved regression forventes såvel synlige datapunkter som regressionslinje i afbildningen.

5. **Analysér resultaterne vist i figur 1.4.**

Figuren skal beskrives med tydelig angivelse af, hvad akserne viser. Der skal ligge faglige overvejelser bag, som kan understøtte eksaminandens forklaring, herunder om der er tale om at glucose hæmmer enzymet, uddybet med om det er kompetetivt eller non-kompetetivt.

7.1.1.2 Opgave 2: Meldug

1. **Beregn pH i denne opløsning.**

Eksaminanden forventes at kende sammenhængen mellem pH/pOH eller $[OH^-]/[H_3O^+]$. For den fyldestgørende opgave skal der skrives formler og mellemregninger. Det er vigtigt, at

fagets symboler, enheder samt tankegang klart fremgår af afleveringen.

2. Skriv reaktionsskemaet for reaktionen mellem kobber(2+)ioner og hydroxid.

Reaktionsskemaet skal være afstemt og med tilstandsformer for at være fyldestgørende.

3. Giv forslag til, hvorfor det kan hæmme svampecellers vækst, hvis kobber(2+)ioner bindes til sidekæder i cystein.

Det forventes, at eksaminanden kan give et fagligt plausibelt forslag. Det kunne fx være en beskrivelse af sammenhængen mellem proteiners tertiære struktur og deres funktion.

4. Vis med krydsningsskema, hvordan man kan krydse sig frem til vinstokke, der er heterozygote med hensyn til begge gener.

Krydsningsskemaet med korrekt angivelse af kønsceller. Krydsningsskemaet kan ikke stå alene. Det skal ledsages af en meningsfuld tekst.

5. Diskuter fordele og ulemper, som vinstokke har ved at udvikle resistens over for meldug. Inddrag figur 2.2.

Besvarelsen skal indeholde noget om cost-benefit ved at slippe for svampeangreb men have vanskeligere ved at optage næringsioner og vand, under inddragelse af figur.

7.1.1.3 Opgave 3 Nervesygdommen hATTR

1. Analysér stamtræet på figur 3.1 og angiv mulige genotyper for personerne II-6 og III-5.

Der skal argumenteres med sandsynlighed for at raske eventuel er bærere. Man kan ikke besvare spørgsmålet ud fra hverken frekvens af syge, udspaltningsforhold eller kønsfordelingen blandt de syge.

2. Opskriv reaktionsbrøken for ligevægten mellem tetrameren og monomeren og argumentér for, at reaktionsbrøken bliver mindre, når sygdommen behandles med Tafamidis.

Eksaminanden skal kunne opskrive en reaktionsbrøk for reaktionen mellem tetrameren og monomererne.

3. Vurder, om de i figur 3.3 markerede bindinger har betydning for Tafamidis' mulighed for hurtigt at placere sig i bindingslommen.

Fri drejelighed af bindinger bør indgå i argumentationen.

4. Forklar, hvad der sker på de fire markerede punkter på figur 3.4.

Der forventes korte forklaringer af hvad der ses på figuren med inddragelse af øvrige oplysninger fra opgaven.

5. Forklar, hvorfor RNA-strengens længde i Patisiran er vigtig for lægemidlets specificitet.

Specificitet/sikkerhed/risiko for fejlreaktioner og/eller hastighed bør indgå i besvarelsen.

7.1.1.4 Opgave 4 Østrogen i drikkevand

1. Beregn stofmængdekonzentration af østradiol i vandprøven og angiv, om grænseværdien for østradiol i drikkevand anbefalet af EU er overskredet.

MarvinSketch eller ChemSketch filerne kan anvendes til at finde molarmassen for østradiol. Der forventes dokumentation for hvordan molarmassen er fundet. Beregning af stofmængdekonzentrationen skal indeholde alle mellemregninger, som ledsages af en forklarende tekst og der skal være korrekte enheder samt et relevant antal betydende cifre. Resultatet skal holdes op mod grænseværdien.

2. Redegør for hvilken enzymklasse enzymet, der omdanner østradiol til østron, tilhører. Inddrag figur 4.2.

Det forventes, at eksaminanden redegør for enzymklassen ved at beskrive ændringen af de funktionelle grupper i omdannelsen fra østradiol til østron samt tildele oxidationstal. Det forventes endvidere, at eksaminanderne angiver hvilket stof der reduceres eller oxideres. Det forventes ikke, at eksaminanden inddrager viden om coenzymets rolle.

3. Giv forslag til, hvorfor bakterier udfører reaktionen vist i figur 4.2.

Det forventes, at eksaminanden kan give et fagligt plausibelt forslag. Det kunne fx være at eksaminanden begrundet forslaget ud fra dannelsen af NADH eller østron ved reaktionen.

4. Analysér figur 4.3.

Det forventes, at eksaminanden beskriver resultaterne på TLC-pladen ved at bruge vandringslængden for de to rene stoffer. Der forventes kendskab til stationær og mobil fase, men der forventes ikke en angivelse af relativ polaritet for østradiol og østron, men blot en observation af, hvor langt molekylerne er vandret. Det skal forklares, hvilken betydning tilsætningen af IPTG til bakteriekulturen har for nedbrydningen af østradiol til østron. Afslut med en konklusion.

5. Forklar, hvorfor ELISA vist i figur 4.5 vil give for høje resultater for østradiol. Inddrag figur 4.4.

Det forventes, at eksaminanden forklarer figur 4.4 ud fra kendskab til funktionen af antistoffer, antigener og substrat i ELISA-testen. Betydningen af tilstedeværelsen af antistoffer i blodet for ELISA-testen i figur 4.5, 1 og 2 skal forklares og farveudviklingen af ELISA-testen i figur 4.5 skal kobles til farveudviklingen vist for de tre typer af blodprøver i figur 4.4. Der skal konkluderes på farven af ELISA-testen i figur 4.5, 1 og 2 i forhold til et for højt resultat.

7.1.2 Rettevejledning til bioteknologiopgavesæt 31. maj 2024

7.1.2.1 Opgave 1 Nye antivirale midler

1. Gør rede for, om shikimisyre er optisk aktivt. Inddrag figur 1.2.

MarvinSketch eller ChemSketch filerne kan anvendes til at angive de asymmetriske carbon i shikimisyre. Der skal være en forklaring af, hvad der kendetegner et asymmetrisk carbon med inddragelse figur 1.2.

2. Forklar hvorfor shikimisyre kan ekstraheres og oprensnes ved hjælp af den i film 1.1 viste metode.

Det forventes, at eksaminanden forklarer de enkelte trin i filmen. Der forventes at begreberne ekstraktion og oprensning skal anvendes korrekt. Der forventes forståelse for stoffernes fysiske egenskaber som blandbarhed og kogepunkt. Det forventes ikke, at eksaminanden kan skelne mellem rotationsfordamper og traditionel destillationsudstyr.

3. Angiv reaktionstypen for reaktionen vist i figur 1.3 og begrund dit svar.

Det forventes at eksaminanden begrundet reaktionstypen ud fra reaktanternes og produktets funktionelle grupper og fraspaltningen af vand, i det konkrete reaktionsskema.

4. Forklar med udgangspunkt i figur 1.4, hvordan influenzavirus kan bekæmpes med OSP.

Det forventes, at eksaminanden inddrager figuren aktivt i besvarelsen med relevante faglige begreber om virussens opbygning og frigivelse fra værtscellen samt hvordan OSP forhindrer denne frigivelse.

5. Analysér figur 1.5.

Det forventes at eksaminanden beskriver resultaterne af proteinelektroforesen ved at angive hvor der ses proteinbånd af NP på figur 1.5 A og B og hvad der varierer i de forskellige prøver

og kobler til funktionen af NP. Både de positive og negative kontrolprøver forventes inddraget i analysen. Eksaminanden skal forklare hvorfor der ikke ses en hæmning i A men en hæmning ved en bestemt koncentration af OSP-varianten i B. Afslut med en konklusion.

7.1.2.2 Opgave 2 Fjæsning

1. **Forklar, hvorfor varme kan nedbryde giften.**
Det forventes, at besvarelsen inddrager viden om temperaturens indflydelse på proteiners tertiære struktur, samt dennes betydning for proteinets funktion.
2. **Vis, at der en logaritmisk sammenhæng mellem proteinernes størrelse og vandringstid og beregn størrelsen af det giftige polypeptid fra fjæsningen.**
Det forventes, at grafen har aksetitler med størrelser (eventuelt angivet med symbol) og med enhed. Grafen kan ikke stå alene. Der skal gives en kortere, men præcis omtale af, hvad grafen viser. Ved regression forventes såvel synlige datapunkter som regressionslinje i afbildningen og at funktionsudtrykket anvendes til at beregne størrelsen af polypeptidet. Funktionsudtrykket skal være med korrekte enheder og konstanterne skal være fornuftigt afrundet.
3. **Vurder, hvorledes en øget forekomst af stor fjæsning påvirker økosystemet. Inddrag figur 2.1.**
Det forventes, at besvarelsen indeholder overvejelser over konsekvenserne for de trofiske niveauer vist på figuren.
4. **Angiv en sekvens for en primer på 16 basepar, som bedst kan bruges til at undersøge en vandprøve for DNA fra stor fjæsning. Begrund dit svar.**
Begrundelsen bør indeholde overvejelser over, at det valgte område er det med størst variation de to arter imellem. Besvarelsen skal indeholde angivelse af 5' og 3' enden af primeren.
Det forventes ikke, at der er overvejelser om %fordelingen af G/C baser i primeren..
5. **Analysér resultaterne vist i figur 2.3.**
Figureerne skal beskrives, med tydelig angivelse af hvad akserne viser. Der skal ligge nogle faglige overvejelser bag, som kan understøtte eksaminandens forklaring. Den positive kontrol inddrages i analysen. Der afsluttes med en konklusion, som kobler tilbage til forsøgets formål. Det forventes ikke, at besvarelsen indeholder en forklaring på hvorfor kurverne flader ud.

7.1.2.3 Opgave 3 Nikotinposer

1. **Færdiggør reaktionsskemaet for vandsreaktion med den stærkeste base i nikotin.**
Der bør være en argumentation ud fra de angivne pK_b-værdier, for hvilken base, som er den stærkeste. Eksaminanden har her mulighed for at vise anvendelse af fagspecifikke digitale værktøjer, fx MarvinSketch eller ChemSketch.
2. **Beregn indholdet af nikotin i 1 pose. Resultatet angives i mg.**
Beregningerne skal indeholde opskrivningen af formler, efterfulgt af indsættelse af tal med relevante enheder og korrekt afrundet antal betydende cifre. Eksaminandens tankegang skal fremstå tydeligt i teksten.
3. **Angiv enzymklassen for enzymet CYP2A6.**
På grund af typeordet angiv kan det ikke forventes, at eksaminanden argumenterer ud fra tildeling og ændring af oxidationstal

4. **Forklar, hvordan testen vist i figur 3.4 virker.**
Der bør være en grundig forklaring på, hvorfor en negativ test giver to streger, mens en positiv test kun giver en streg.
5. **Analysér forskernes resultater vist i figur 3.5. Inddrag figur 3.6.**
Figuren skal beskrives, med tydelig angivelse af hvad akserne viser. Der skal ligge nogle faglige overvejelser bag, som kan understøtte eksaminandens forklaring. Besvarelsen bør indeholde en tydelig kobling mellem de to figurer. Der afsluttes med en konklusion.

7.1.2.4 Opgave 4 P-piller som rottebekæmpelse

1. **Angiv hvilke stofklasser, de to markerede funktionelle grupper i triptolid i figur 4.1 tilhører.**
En fyldestgørende besvarelse kobler den funktionelle gruppe med stofklasse. Det forventes ikke at det angives om alkohol er primær, sekundær eller tertiær.
2. **Forklar med udgangspunkt i figur 4.2, hvordan triptolid kan virke som præventionsmiddel.**
Forklaringen skal begynde med en redegørelse for hele figuren. Området er ikke direkte kernestof, og derfor er det figuren der skal være udgangspunktet for besvarelsen. Viden udover det angivet i figuren kan tælle positivt i helhedsbedømmelsen, men forventes ikke.
3. **Analysér resultaterne i figur 4.3.**
Figuren A skal beskrives, med tydelig angivelse af hvad akserne viser. Der skal ligge nogle gymnasiefaglige overvejelser bag, som kan understøtte eksaminandens forklaring. Det forventes, at eleverne forholder sig til apoptoseraten i tilstedeværelsen af triptolid i forhold til fraværet af triptolid, det forventes til gengæld ikke at eksaminanden kan forklare apoptoseraten ved forskellige koncentrationer af triptolid.
I figur B, forventes det at eksaminanden kan sammenholde absorptions med det relative antal af celler i en prøve.
4. **Beregn stofmængdekonzentrationen af triptolid i vandet, når rotten skal have den ønskede mængde triptolid.**
Beregningerne skal indeholde opskrivningen af formler, efterfulgt af indsættelse af tal med relevante enheder i samtlige led og korrekt afrundet antal betydende cifre. Eksaminandens tankegang skal fremstå tydeligt i teksten.
5. **Diskuter med udgangspunkt i resultaterne i figur 4.4 triptolids potentiale som rottebekæmpelsesmiddel.**
Diskussionen skal tage udgangspunkt i tabellen i figur 4.4. Derfor skal der være en tydelig beskrivelse af tabellen, efterfulgt af en diskussion, fx fordele og ulemper ved triptolidbekæmpelse sammenholdt med den konventionelle form for rottebekæmpelse ud fra de opgivne oplysninger i opgaven. Der kan inddrages forskellige betragtninger fx etiske, bioteknologiske, miljømæssige eller medicinske. Der afsluttes med en konklusion.

Vejledning til de tværgående kompetenceområder på de gymnasiale uddannelser

Redaktion:

Kontor for Gymnasier, Styrelsen for Undervisning og Kvalitet,
Børne- og Undervisningsministeriet

Grafisk tilrettelæggelse og layout:

Børne- og Undervisningsministeriet

Publikationen kan ikke bestilles, men den kan hentes på Børne- og
Undervisningsministeriet hjemmeside

Eventuelle henvendelser af indholdsmæssig karakter rettes til stuk.kg@stukvum.dk.

Udgivet af:

Børne- og Undervisningsministeriet, 2024



**BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET**
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET