

# Lærerens hæfte

til

## digitale skriftlige opgaver i bioteknologi A på stx

Børne- og Undervisningsministeriet  
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet

August 2020

## Forord

Bioteknologi A har med reformen 2017 ændret status fra forsøgsfag til permanent fag i STX's fagrække. Samtidig ændres den skriftlige prøve for faget til en digital skriftlig prøve med virkning fra sommer 2020.

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. 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. Sidst i hæftet er der nogle uddybende eksempler på anvendelse af digitale elementer i det vejledende opgavesæt 1.

Det er håbet, at hæftet vil bidrage til forståelsen af det nye digitale opgaveformat.

I bilag 1 findes typeordene, i en version, som gør det let at uddele til eleverne

I bilag 2 findes rettevejledningen til de digitale sæt fra sommeren 2020

Bilag 3 indeholder eksempler på digitalisering af de enkelte opgaver i det vejledende opgavesæt 1

Bilag 4 indeholder en kort oversigt over de digitale elementer i tidligere digitale sæt

De digitale skriftlige opgavesæt og de to vejledende opgavesæt kan hentes på materialeplatformen, se eventuel oversigten med links. De vejledende sæt findes:

- Vejledende opgavesæt 1 som udkom i september 2018, ligger på materialeplatformen, se under Links.
- Vejledende opgavesæt 2 udkommer senest december 2019 og vil blive udarbejdet på baggrund af STX prøvesættet fra 17. maj 2017 (gammel ordning).

**Bemærk at der ligesom i 2. vejledende sæt heller ikke fremadrettet vil være pdf-fil i opgavesættene.**

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

Med venlig hilsen

Mette Malmqvist og Ole Fristed Kunnerup, fagkonsulenter i bioteknologi ved de gymnasiale uddannelser  
[Mette.Malmqvist@stukuvn.dk](mailto:Mette.Malmqvist@stukuvn.dk) og [Ole.Fristed.Kunnerup@stukuvn.dk](mailto:Ole.Fristed.Kunnerup@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 Sølbe Schmidt, Fredericia Gymnasium](#)

## Indholdsfortegnelse

Forord .....	2
Hvad er et digitalt opgavesæt? .....	4
Ofte forekommende faglige områder og opgavetyper .....	5
Gode råd, som læreren kan give til eleverne .....	6
Isomeri .....	7
Generelt om navngivning .....	7
Specielt om navngivning af organiske forbindelser .....	8
Funktionelle grupper og stofklasser .....	9
Proteiners struktur .....	10
Fordelingslignevægte og opløselighed .....	10
Syre-baselignevægte .....	11
Beregning af pH ved brug af it-redskaber .....	12
Lineære modeller i bioteknologiske problemstillinger .....	13
Modeller og eksperimentelle data .....	14
Links .....	15
Bilag 1 - Typeord i skriftlige bioteknologiopgaver .....	16
Bilag 2 – Rettevejledning .....	18
25.8.2020 .....	18
28.8.2020 .....	21
Bilag 3 - Eksempler på digitalisering af de enkelte opgaver i det vejledende opgavesæt 1 .....	24

## 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 eleverne 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>.

Digitale elementer i opgavesættene:

- Videoer
  - Videoer kan vise en metode eller elementer fra et eksperimentelt arbejde.
- Større datafiler
  - Større datamængder kan inddrages ved analyser, f.eks. af eksperimentelle data.
  - Data leveres som **Excel-filer** oprettet med dansk decimalkomma.<sup>1</sup>
- Filer til kemiske tegneprogrammer
  - Filer med kemiske strukturformler eller reaktionsskemaer kan gives, så eleverne kan bearbejde disse materialer direkte i et kemisk tegneprogram.
  - De anvendte programmer er ChemSketch 2019 og MarvinSketch 20.xx<sup>2</sup>. 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 elevernes 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 digitale 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 4-5 delspørgsmål. Af de fire opgaver er opgave 1 og 2 obligatoriske, mens kun en af opgaverne 3 og 4 skal besvares.

---

<sup>1</sup> Fra matematikvejledningen: "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 eventuelle tekniske problematikker knyttet til deres matematiske værktøjsprogram vedrørende brug af decimalkomma og decimalpunktum samt andre tekniske udfordringer."

<sup>2</sup> xx betyder at der kan være forskellige versioner, men at så længe der står 19 forrest kan versionen bruges til at åbne filerne med.

## 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
- Mængdeberegning
- pH-beregninger og anvendelse af Bjerrumdiagram
- Opskrivning og analyse af ligevægtsudtryk
- Redegørelse for intermolekylære 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
- Analyse af alignments
- Analyse af proteinstruktur
- Analyse af vækstkurver
- Analyse af stamtræer
- Forklaring af DNA-teknikker
- Diskussion af vækstfaktorer
- Diskussion af arters samspil og deres omgivende miljø
- Diskussion af forsøgsdesign og fejlkilder
- Diskussion og vurdering af bioteknologiske metoders anvendelighed

## Gode råd, som læreren kan give til eleverne.

- 1 Læs alle fire opgaver igennem, og vælg om du vil besvare opgave 3 eller 4.
- 2 Vær opmærksom på, hvilke krav der stilles i opgaven, f.eks. hvilke typeord<sup>3</sup> der anvendes, samt krav til inddragelse af figurer.
- 3 Undlad at skrive hele afsnit af fra undervisningsmateriale eller tidligere opgaver, og vær opmærksom på at teorien bearbejdes, så den besvarer den konkrete opgave.
- 4 Svar kort, fokuseret og præcist på de stillede spørgsmål.
- 5 Anvend fagsprog frem for hverdagsprog. Skriv f.eks. kemiske formler og reaktionsskemaer, hvor det er relevant, og brug fagbegreber i videst muligt omfang.
- 6 For at skabe overblik i skriveprocessen kan du evt. kopiere opgaveteksten ind i din besvarelse, men før den afleveres, skal opgaveteksten slettes igen.
- 7 Besvar så vidt muligt alle delspørgsmål. Hvis to delopgaver hænger sammen, og du ikke kan løse den første delopgave, kan du selv anslå en værdi, som du kan regne videre med i næste delopgave.
- 8 I regneopgaver skal der anvendes enheder på værdierne, og facits skal ligeledes angives med det korrekte antal betydende cifre. Det forventes, at eleverne benytter de internationalt accepterede enheder og symboler. Tankegangen i beregningen skal klart fremgå af besvarelsen. Afslut med en konklusion.
- 9 Brug eventuelt dit kemiske tegneprogram til at bestemme molarmasser og  $pK_s$ -værdier m.m.
- 10 Ved anvendelse af grafer, f.eks. bjerrumdiagrammer og vækstkurver, kan relevante aflæsninger med fordel markeres på grafen. Der forventes ikke videodokumentation, ligesom det heller ikke forventes at eleverne skal anføre fra hvilken linje i opgavesættet, de har en given information fra. Eleverne kan dog med fordel i starten af besvarelsen skrive: "I opgaven er det givet at: fx ... c =..."
- 11 Læs korrektur på din besvarelse – brug gerne stavekontrol. Kontroller at du har svaret på alt, hvad der bliver spurgt om.

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

---

<sup>3</sup> Typeord findes i bilag 1 og på EMU.dk, dette for at lette uddelingen til eleverne.

## 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 skærmbillede fra MarvinSketch eller ChemsSketch 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<sup>4</sup>- og *cis-trans*-isomeri<sup>5</sup>.

## Generelt om 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 [www.kemisknomenklatur.dk](http://www.kemisknomenklatur.dk)<sup>6</sup>. 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 grupperne<sup>7</sup> B, Si, C, As, P, N, H, Te, Se, S, O, At, I, Br, Cl, F (her er kun listet ikke-metallerne). Forskellen til tidligere anbefalinger er, at oxygen har flyttet position. Et eksempel er den kemiske forbindelse med formlen O<sub>2</sub>Cl (eller bedre kendt ClO<sub>2</sub>), 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,

---

<sup>4</sup> Spejlbilledisomeri betegnes i gymnasieskolens undervisning også som fx optisk isomeri. Det er ikke afgørende hvilken betegnelse eksaminander benytter (så længe den er faglig korrekt).

<sup>5</sup> *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, se tidligere for et link.

<sup>6</sup> Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg står for den danske version af IUPAC-nomenklaturen og redigerer hjemmesiden [www.kemisknomenklatur.dk](http://www.kemisknomenklatur.dk). 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.

<sup>7</sup> Se 'The Red Book', s. 260: [http://media.iupac.org/publications/books/rbook/Red\\_Book\\_2005.pdf](http://media.iupac.org/publications/books/rbook/Red_Book_2005.pdf).

Anbefalingen om at flytte oxygen er en ændring, som kom i 2005.

når der er tale om en ion, fx  $\text{FeCl}_2$  kan 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, fx jern(2+).

## 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](http://www.kemisknomenklatur.dk)

I organisk kemi i gymnasieskolen benyttes primært substitutiv nomenklatur, men accepterede og ofte benyttede trivialnavne på kemiske forbindelser benyttes, hvor det er mere naturligt, fx for 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 *karaktéristiske grupper*, af hvilke én tildeles rollen som *principal karakteristisk gruppe*. Nogle traditionelle navne (fx styren, urinstof) bruges også i den systematiske nomenklatur. Læs mere i [Dansk oversættelse af organiske kemisk nomenklatur IUPAC](#).

På enkelte område afviger de seneste IUPAC anbefalinger revideret i 2013 fra (nogle af) de nuværende lærebøger til gymnasiet.

Af interesse for bioteknologielever drejer det sig om navngivningen af ester. I esternavngivningen indføres parenteser om syrerestdelen i esternavnene for at undgå misforståelser om det er en ester eller baseformen af en given syre. Fx kan phenylacetat være baseformen af phenyleddikesyre, men det kunne også være en ester. Phenyl(acetat) vil således være esteren, som er fremstillet fra phenol og eddikesyre. Estere kan også navngives efter modellen 'Ethansyrephenylester'. Denne navnetype er ofte bekvem på dansk, men bruges ikke af IUPAC længere. Særligt ved oversættelse fra engelske navne skal man være opmærksom på at parenteser om syrerestdelen i esternavnene erstatter det mellemrum, der er på engelsk i fx 'methyl acetate'. IUPAC's anbefaling vil blive fulgt, i fald der bliver behov for dette i forbindelse med de skriftlige prøver i bioteknologi.

Tidligere blev der stillet opgaver, hvor man skulle bestemme navnet på en organisk forbindelse. Men med brug af kemiprogrammer, som kan autogenerede systematiske navne på organiske forbindelser, er denne typeopgave af mindre interesse. Derfor vil en typeopgave omkring navngivning fremover være, at eksaminanderne skal forklare et givent navn tilknyttet en struktur. I den forbindelse vil typeordene "Forklar" være relevante i besvarelse af disse typeopgaver. Der forventes i en sådan besvarelse en detaljeret beskrivelse af stoffets navn. Det vil sige besvarelsen skal forholde sig til navnet, herunder

- i) Endelsen. Navn og angivelse af position. Prioritet blandt funktionelle grupper kan være relevant i denne sammenhæng.
- ii) Hovedkæden, herunder længden og eventuel placering af dobbelt- eller trippelbinding.
- iii) Sidekæder, navn og placering. Hvis der er flere sidekæder, forklares også den anførte rækkefølge af sidekæderne.
- iv) Funktionelle grupper, navn og placering, fx hvis der er flere grupper med forskellige prioritet.
- v) Nummerering i molekylet, som ofte forekommer flere steder i et navn på en organisk forbindelse. Fx ved placering af funktionelle grupper, dobbelt/trippelbindinger eller sidekæder. Overordnet skal de enkelte nummerangivelser begrundes, herunder hvilken ende i hovedkæden, der tælles fra.



Centralt i en fyldestgørende besvarelse er, at delementerne i navnet tydeligt relateres til strukturen, og at der redegøres for disse delementers bidrag til navnet. Sammenknytningen mellem delementer i navnet og strukturen kan fx 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, som er den opgavetype der bliver stillet.

## 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 (<http://goldbook.iupac.org/>).

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. Endvidere vil dobbelt- og triplbindinger mellem C-atomer i skriftlige opgaver i bioteknologi A blive betragtet som funktionelle grupper.

Aromatiske strukturer er ikke medtaget som en del af de funktionelle grupper i den gymnasiale bioteknologiundervisning. Dette skyldes, at der ikke i kernestoffet forventes, at eleverne kender til særlige reaktionstyper knyttet til de aromatiske ringe. En del elever betragter dog fejlagtigt strukturen i en aromatisk ring, som tre lokaliserede dobbeltbindinger mellem C-atomer, og derfor angiver disse "alkener".

Ifølge IUPAC's anbefalinger er det tilladt at skrive både kekulé samt en 6-leddet ring med cirkel i.<sup>8</sup> I opgavesættene til den skriftlige eksamen vil det fastholdes at skrive den 6-leddede ring med cirkel for at undgå, at eleverne 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.

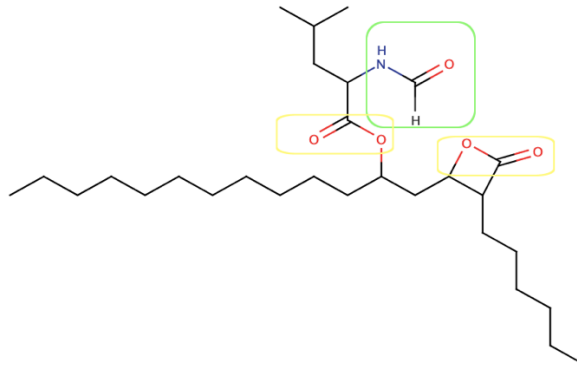
Det er vigtigt at træne eleverne i både at se sammenhængen mellem funktionel gruppe og stofklasse, og at kunne gennemskue forskellen på de to begreber. Bl.a. fordi en del simple delopgaver bygger på identifikationen af funktionelle grupper og stofklasser. Ofte kan simple opgaver med identifikation af 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

---

<sup>8</sup> "Graphical representation standards for chemical structure diagrams, IUPAC, s. 382, <https://www.iupac.org/publications/pac/pdf/2008/pdf/8002x0277.pdf>.

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



## Proteiners struktur

IUPAC skelner mellem primær struktur for protein og polypeptid<sup>9</sup>. 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.

## 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 fordelingslignevægte, som vil blive benyttet ved de skriftlige prøver i bioteknologi A, ifald der er behov for dette. Præciseringen følger anbefalingerne i IUPAC's Gold Book<sup>10</sup>. Udmeldingen vil blandt andet give en ændring i brugen af

<sup>9</sup> <https://goldbook.iupac.org/terms/view/P04843> og <https://goldbook.iupac.org/terms/view/P04844>

<sup>10</sup> <http://goldbook.iupac.org>. er anbefalingerne at P betegnes med *partition ratio* (<http://goldbook.iupac.org/html/P/P04440.html>), og at D betegnes med *distribution ratio*. (<http://goldbook.iupac.org/html/D/D01817.html>). På dansk har vi ikke betegnelser, som dækker forskellen

betegnelsen "fordelingsforholdet", som i flere, men ikke alle, lærebøger og formelsamlinger benyttes som betegnelse for ligevægtskonstanten for (1).

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

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

I forbindelse med fordelingsligevægte 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

$$D = \frac{c(\text{HA}(\text{octan} - 1 - \text{ol}))}{c(\text{HA}(\text{aq}))} \quad (3)$$

Fordelingsforholdet  $D$  er således ikke en egentlig ligevægtskonstant, 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-baseegenskabernes indflydelse på polaritet og dermed opløselighed i henholdsvis vand og octan-1-ol.

## Syre-baseligevægte

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  $\text{H}^+$ , er betegnelse hydronolyse indført som erstatning 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, fx elektrolyse, hydrolyse ..." (P. Hartmann-Petersen, Håndbog i kemiske fagtermer, Gyldendal, 2004, s.200). Da det ikke er hydronen som spaltningen sker på grund af,

---

mellem "partition" og "distribution" og derfor benyttes i de skriftlige bioteknologi opgaver *fordelingskonstant* for  $P$  og *fordelingsforhold* for  $D$ .

men er hydronen som spaltes fra, er betegnelsen uheldig. Derfor vil betegnelsen (og dets afledninger) ikke blive benyttet i forbindelse med de skriftlige opgaver i bioteknologi længere. Hvis der bliver brug for at benytte betegnelser af denne type i forbindelse med syre–basekemi, vil blive benyttet

- i) hydronoverførsel benyttes for protolyse
- ii) selvionisering benyttes for autoprotolyse
- iii) omdannelsesgrad benyttes for protolysegrad

## Beregning af pH ved brug af it-redskaber

En del opgavesæt indeholder opgaver, hvor en vandig opløsnings surhedsgrad skal beregnes. Ved løsning af denne type opgaver for ikke-stærke syrer (og baser), kan elevernes kendskab til diverse matematiske it-redskaber fra matematikundervisningen med fordel inddrages. Udgangspunktet er opstilling af en ligning ud fra ligevægtsloven og løsning af denne. Det forventes ikke, at en eksaminand ved den skriftlige prøve argumenterer for den opstillede ligning, men at eksaminanden opskriver den relevante ligning, som skal løses, i en form, så tankegangen kan forstås uden at have specifikt kendskab til det anvendte it-redskab. Fremgangsmåden giver ofte to løsninger, og det forventes, at eksaminanden kommenterer, hvilken løsning der er kemisk relevant, og som benyttes i de videre beregninger.

Mange eksaminander benytter pH-beregning for opløsninger af ikke-stærke syrer (og baser). De behøver således ikke at skelne mellem opløsninger af middelstærke syrer og svage syrer (baser).

Nogle benytter den tilnærmede formel<sup>11</sup> for de svage syrer (og baser). En sådan fremgangsmåde *skal altid tilknyttes en argumentation* for anvendelsen af den benyttede formel, hvis svaret skal accepteres som fyldestgørende svar ved de skriftlige prøver i bioteknologi. Ofte refereres til størrelsen af  $pK_s$ - og  $pK_b$ -værdier. Et fagligt set bedre argument for, at det er acceptabelt at benytte en tilnærmet formel for svage syrer (og baser), er en vurdering der inddrager den formelle stofmængdekonzentration og syrestyrkekonstanten. Hvis den underliggende tilnærmelse ikke har væsentlig betydning for det beregnede resultat af pH i forhold til en eksakt pH-beregning, bør der gælde, at  $K_s/c_s < 0,01$ . Sådanne overvejelser kan undgås, hvis eleverne i den daglige undervisning lærer at benytte den først beskrevne metode, da denne i gymnasial sammenhæng betragtes som en acceptabel metode ved pH-beregninger for både middelstærke og svag syrer (og baser).

Et eksempel fra 2. vejledende sæt (Konservering, 2019). Opgaveteksten er ”Beregn pH i natriumbenzoatopløsningen ved 25 °C.” Fra opgaven vides ”En natriumbenzoatopløsning indeholder 0,501 M benzoat.  $K_b$  for benzoat er  $1,59 \cdot 10^{-10}$  M ved 25 °C.”

Løsningsmetode der kan bruges til både svage og middelstærke baser.

Benzoat er en ikke-stærk base, og derfor benyttes formlen neden for til at beregne hydroxidkoncentrationen.

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c_b - [\text{OH}^-]} \Rightarrow 1,59 \cdot 10^{-10} \text{ M} = \frac{x^2}{0,501 \text{ M} - x}$$

<sup>11</sup> Med en tilnærmet eller reduceret formel tænkes fx på formlen for beregning af pH i en opløsning af en svag syre ved  $pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_s - \log c_s)$ .

Ligningen løses vha. et CAS-værktøj.

$x = -8,93 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  V  $x = 8,93 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ , idet en koncentration ikke kan være negativ, er  $[\text{OH}^-] = 8,93 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

For at finde pH skal  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  findes. Da vi ved at  $[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \text{ M}^2 \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{[\text{OH}^-]} = 1,12 \cdot 10^{-9} \text{ M}$

Det betyder at  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,12 \cdot 10^{-9} = 8,95$

pH i en 0,501 M opløsning af benzoat er 8,95.

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

Den fulde 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 fx 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 forskift 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 model 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.

### 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, hvor inden for analysen skal foretages. I en fyldestgørende opgavebesvarelse argumenterer eleven for, hvorledes denne afgrænsning foretages. Først derefter skal den egentlige argumentation for den eksponentielle fase og beregning laves.

## Links

### Læreplaner og vejledninger

Generel oversigt <http://uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Fag-og-laereplaner>

### Opgaver fra tidligere skriftlige prøver

Findes via materialeplatformen <http://materialeplatform.emu.dk/eksamensopgaver/>. Der kræves et login, som kan fås via ens egen skole.

### Evaluering af centralt stillede skriftlige prøver (stx/htx)

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

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

## Bilag 1 - 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 typeord 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, f.eks. 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.

### 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.

### Afstem

Omfanget af en medfølgende tekst, som beskriver fremgangsmåden ved afstemningen, vil afhænge af reaktionstypen. Ved helt simple afstemninger, hvor der kun afstemmes med koefficienter, kan en medfølgende tekst undlades.

### 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.

### 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, f.eks. 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 f.eks. være en figur, oplysninger i opgaven eller en film. Beskrivelsen skal inddrage relevant teori og fagbegreber, samt f.eks. de konkrete resultater og oplysninger, der er i opgaven.



**Bestem**

Besvarelsen kan typisk indeholde en kombination af aflæsning på en graf eller et spektrum 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, f.eks. i form af antal betydende cifre.

**Diskuter**

I svaret forholder man sig til en problemstilling ved at anvende faglig viden. Det kan f.eks. være ved at fremdrage fordele og ulemper. Inddrag forskellige betragtninger f.eks. 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.

**Konstruer**

Kan bruges i sammenhæng med alignments.

**Opskriv**

En kortfattet opskrivning af f.eks. 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 f.eks. 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.

## Bilag 2 – Rettevejledning

25.8.2020

Opg.	Delopgavernes opgavetekst	Kommentarer
1	<p>1. Beregn stofmængden af den dannede acrylamid. Der bør være en forklarende tekst til elevens beregninger, samt korrekt angivelse af enheder og korrekt afrundet.</p>	
	<p>2. Afbild en graf, som viser stegetidens indflydelse på koncentrationen af acrylamid. Anvend data fra excelfilen <a href="#">datafil1.1</a>.  Grafen skal have tydelige datapunkter, aksetitler og enheder, uden ikke-relevante tendenslinjer. Endvidere skal de tre dataserier være tydeligt adskilte ved hjælp af fx forskellig farve eller symbol.</p>	
	<p>3. Vurder stegetemperaturens og stegetidens betydning for dannelse af acrylamid i det færdige produkt. Inddrag forskernes data. Svaret bør indeholde en vurdering af hvilken af de to variabler der har størst betydning for dannelsen af acrylamid, samt om stegetiden har betydning ved alle stegetemperaturer.</p>	
	<p>4. Forklar med inddragelse af figur 1.5 hvorfor nogle <i>L-asparaginaser</i> kan anvende begge aminosyrer som substrat. Elevens argumentation bør indeholde fagordet aktivt center, samt nogle overvejelser om enzymers specificitet for substrat. Fx funktionelle grupperes intermolekylære bindinger og/eller molekyle størrelse.</p>	
	<p>5. Vurder, ud fra figur 1.6, hvilken <i>L-asparaginase</i>, som er bedst egnet til at reducere risikoen for dannelsen af acrylamid i mel, uden at det ødelægger smagen af det færdige produkt. Begrund dit svar.  Elev skal argumentere ud fra sin viden om betydningen af <math>V_{max}</math> og <math>K_m</math> for enzymer.</p>	
2	<p>1. Gør rede for, at linalool findes i to stereoisomere former.  Besvarelsen skal indeholde en argumentation for at et af C-atomerne er asymmetrisk. Det skal beskrives eller vises ved en manipulation af filerne i et tegneprogram.</p>	
	<p>2. Forklar hvad der sker i punkt 1, 2 og 3 på figur 2.3.  Besvarelsen skal indholde relevante fagord/begreber, så som:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Isolering af DNA, PCR</li> <li>2) Restriktionsenzym, sticky ends, ligase</li> <li>3) Transformation, varmechok, elektroporation, selektion</li> <li>4) Transskription, translation.</li> </ol>	

Opg.	Delopgavernes opgavetekst	Kommentarer
	<p>3. Diskuter anvendelsen af blomster fra humleplanten i forhold til anvendelsen af gensplejsede gærceller til fremstilling af øl. Inddrag figur 2.3.</p> <p>Der skal være flere argumenter end dem som er nævnt i teksten:</p> <p>Fx forbrugerskepsis mod GMO, manglende geraniolisobutanoat, arealanvendelse af landbrugsjord, vandforbrug.</p>	
	<p>4. Analysér figur 2.4, og vurder om en eller flere af gærstammerne kan anvendes til fremstilling af traditionel øl.</p> <p>Besvarelsen bør inddrage de viste spredninger på målingerne, samt aflæste tal</p> <p>Besvarelsen må gerne være kritisk overfor alle 3 stammers anvendelighed</p>	
	<p>5. Se videoen, og vurder ud fra tre selvvalgte detaljer kvaliteten af det praktiske laboratoriearbejde.</p> <p>De tre selvvalgte detaljer skal være konkrete og nogle, som kan have betydelig indflydelse på eksperimentets resultater/sikkerhed:</p> <p>Fx flampering af podenålen, anvendelse af handsker, pipettespidsen berøres med fingrene, temperaturen i varmeskabet.</p> <p>Det tæller IKKE positivt til helhedsindtrykket at nævne flere end tre detaljer.</p>	
3	<p>1. Opskriv de mulige RNA-tripletter for leucin og arginin, og forklar hvilken type mutation der sker, når leucin udskiftes med arginin.</p> <p>Alle de mulige RNA-tripletter skal angives. Eleven skal i sin forklaring vise forståelse for mutationer og mutationstyper. Det tæller positivt at give eksempel på den konkrete nukleotidsubstitution.</p>	
	<p>2. Angiv den form af arginins sidekæde, der dominerer ved neutral pH. Begrund dit svar ved at inddrage figur 3.3.</p> <p>Der skal være en forklarende tekst, som viser hvorledes eleven ved anvendelse af figur 3.3 er kommet frem til sit resultat. Strukturen af den dominerende form skal angives klart, fx ved en tegning af strukturen eller en henvisning til opgavens figur.</p>	
	<p>3. Forklar, hvilken betydning det får for proteinet, at leucin substitueres med arginin.</p> <p>Der skal være en forklaring på to aminosyrers forskellige egenskaber med hensyn til ladning/polaritet, og hvorledes dette indvirker på muligheden for at være indlejret i en upolær cellemembran.</p>	
	<p>4. Angiv organellets navn og argumentér for, at dets funktion ser ud til at være påvirket.</p> <p>Der skal argumenteres ud fra viden om, hvilke processer der normalt sker i den indre membran af mitokondriet. Det tæller positivt til helhedsindtrykket at inddrage opgavetekstens oplysning om nedsat dioxygenforbrug.</p>	

Opg.	Delopgavernes opgavetekst	Kommentarer
	<p>5. Analysér stamtræet i figur 3.6</p> <p>I analyse skal der en indgå et argumenteret bud på det mest sandsynlige nedarvningsmønster og afvisning af umulige nedarvningsmønstre. Det tæller positivt til helhedsindtrykket hvis besvarelsen også indeholder angivelse af genotyper for udvalgte personer samt endvidere udarbejdelse af relevante krydsningsskemaer.</p>	
4	<p>1. Markér de funktionelle grupper, der findes i stof 1 og som ses angivet i figur 4.2. Angiv dernæst hvilke stofklasser, de tilhører.</p> <p>Markering skal foregå ved manipulation af filerne i et tegneprogram. Det skal være tydeligt, hvilken funktionel gruppe og stofklasse der hører sammen.</p>	
	<p>2. Redegør for kontrolgruppens rolle i modelforsøget.</p> <p>Besvarelsen bør være tilpasset det aktuelle forsøg og ikke en generel redegørelse for hvad en kontrolgruppe er. Overvejelser om variabelkontrol bør indgå i argumentationen.</p>	
	<p>3. Analysér resultaterne vist i figur 4.4 og 4.5.</p> <p>Det er primært forskellene mellem de to grupper, som skal være i fokus samt en konklusion, der inddrager opgavetekstens oplysninger om forstadier til diabetes.</p>	
	<p>4. Opskriv reaktionsbrøken for reaktion 1, som er vist i figur 4.6. Forklar hvilken effekt reaktion 2 har på ligevægten i reaktion 1.</p> <p>Eleven kan nøjes med at skrive de kemiske forbindelser navne og ikke formler i reaktionsbrøken. Der bør være en argumentation for reaktion 2's effekt på reaktion 1. fx ved hjælp af reaktionsbrøkens størrelse i forhold til ligevægtskonstanten, <math>K</math> eller ved hjælp af Le Chatelier's princip.</p>	
	<p>5. Forklar, hvor mange ATP en tyktarmscelle samlet producerer for hver butansyre, der respireres.</p> <p>Der bør være en forklarende tekst til, hvorledes eleven kommer frem til antallet af NADH og FADH<sub>2</sub>, der dannes.</p>	
	<p>Ved den skriftlige prøve lægges der vægt på eksaminandens evne til at:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anvende fagbegreber og fagsprog og relevante repræsentationer og modeller til beskrivelse, forklaring og analyse</li> <li>• formulere sig struktureret om bioteknologiske emner, inddrage relevant viden og give sammenhængende faglige forklaringer</li> <li>• vurdere eksperimentelt arbejde og dets tilrettelæggelse</li> <li>• bearbejde data fra kvalitative og kvantitative eksperimenter og undersøgelser og vurdere resultaterne herfra</li> <li>• analysere og diskutere data og eksperimentelle resultater under inddragelse af relevant faglig viden</li> <li>• gennemføre og præsentere relevante beregninger ved korrekt brug af fagsprog, herunder anvende relevante matematiske modeller og metoder</li> <li>• benytte relevante fagspecifikke digitale værktøjer hensigtsmæssigt.</li> </ul> <p>Der gives en karakter på baggrund af en helhedsvurdering af eksaminandens præstation.</p>	<p>Helhedsvurdering:</p>

28.8.2020

Opg.	Delopgavernes opgavetekst	Kommentarer
1	<p>1. Forklar det systematiske navn for ethyl-2-methylbutanoat, som er vist i figur 1.2. Det skal fremgå klart hvilke dele af molekylet, som giver ophav til hvilke dele af navnet. Dette kan ske ved en manipulation af filerne i et kemisk tegneprogram</p> <p>Besvarelsen bør komme ind på:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Endelsen. Navn og angivelse af position. Prioritet blandt funktionelle grupper kan være relevant i denne sammenhæng.</li> <li>ii) Hovedkæden, herunder længden og eventuel placering af dobbelt- eller tripelbinding.</li> <li>iii) Sidekæder, navn og placering. Hvis der er flere sidekæder, forklares også den anførte rækkefølge af sidekæderne.</li> <li>iv) Funktionelle grupper, navn og placering, fx hvis der er flere grupper med forskellige prioritet.</li> <li>v) Nummerering i molekylet, som ofte forekommer flere steder i et navn på en organisk forbindelse. Fx ved placering af funktionelle grupper, dobbelt/tripelbindinger eller sidekæder. Overordnet skal de enkelte nummerangivelser begrundes, herunder hvilken ende i hovedkæden, der tælles fra.</li> </ul>	
	<p>2. Forklar hvorfor de tre nummererede trin i videoen udføres.</p> <p>Forklaringen bør indeholde både en beskrivelse af hvad der sker ved de 3 trin og hvorfor de udføres i forhold til forsøgets præcision.</p>	
	<p>3. Vis, at forsøgets data følger Lambert-Beers lov, og bestem koncentrationen af pelargonidin-3-glucosid i jordbær. Angiv resultatet i mg/g jordbær.</p> <p>Argumentationen for at data følger Lambert-Beers lov bør tage udgangspunkt i en lineær regression på en grafisk afbildning, som har aksetitler med enheder.</p> <p>Argumentationen bør endvidere inddrage <math>R^2</math>-værdier, punkternes generelle placering omkring tendenslinjen, og/eller residualplot. Koncentrationsberegningen skal indeholde alle mellemregninger og skal ledsages af en forklarende tekst og der skal være korrekte enheder på tallene, som afrundes korrekt.</p>	
	<p>4. Analysér resultaterne vist i figur 1.4</p> <p>Analysen skal indeholde både en redegørelse for hvilken tendens figur A og B viser, og en forklaring på denne tendens. Det er sammenhængen mellem figur A og B, som bør være i fokus og ikke en generel redegørelse for sammenhængen mellem mængden af mRNA og protein i en celle.</p>	
	<p>5. Forklar, hvordan denne teknik kan anvendes til at undersøge om expansin er det ansvarlige protein, som gør jordbær bløde. Inddrag figur 1.5</p> <p>Forklaringen bør være tilpasset expansins rolle i jordbær og ikke en generel redegørelse for anti-sensemethode. Eleven skal, ved inddragelse af figuren, vise forståelse for de processer der forløber og forklare disse i en sammenhæng.</p>	
2	<p>1. Angiv hvilke begreber fra figur 2.2, som kan beskrive søstjernerens rolle og ernæringsmåde i et økosystem.</p> <p>De valgte begreber skal <u>ikke</u> følges af en begrundelse af, hvordan begreberne passer på søstjerner.</p>	

Opg.	Delopgavernes opgavetekst	Kommentarer
	<p>2. Opskriv et reaktionsskema for den reaktion, der sker under titreringen.</p> <p>Reaktionsskemaet bør være afstemt, og tilstandsformer tæller positivt til helhedsindtrykket af bedømmelsen.</p>	
	<p>3. Vælg et stof fra figur 2.3 og forklar stoffets indflydelse på husdyrenes vækst.</p> <p>Forklaringen bør have fokus på stoffets væsentligste indflydelse på husdyrenes vækst.</p>	
	<p>4. Beregn koncentrationen i mg/L af nitrogen i Limfjorden, der fjernes ved opfiskning af søstjerner til 1 års produktion af søstjernemel. Inddrag figur 2.3. Redegør for dine beregningers forudsætninger</p> <p>Beregningen bør være ledsaget med en forklarende tekst og korrekt angivelse af enheder og korrekt afrundet. Med beregningers forudsætninger menes, hvilke forhold man henholdsvis tager og ikke tager højde for i sine beregninger. Det forventes ikke, at besvarelsen indeholder mange beskrevne forudsætninger.</p>	
	<p>5. Diskuter brugen af søstjernemel til fodring af svin og kyllinger. Inddrag figur 2.1 og 2.3</p> <p>Diskussionen bør have fokus på økologiske og teknologiske fordele og ulemper.</p>	
<b>3</b>	<p>1. Markér de funktionelle grupper i indigo, og angiv hvilke stofklasser, de tilhører.</p> <p>Markering skal foregå ved manipulation af filerne i et tegneprogram. Det skal være tydeligt hvilken gruppe der tildeles hvilken stofklasse.</p>	
	<p>2. Beregn hvor meget indigo, der kan dannes ud fra 2,0 kg 2-nitrobenzaldehyd. Resultatet skal angives i kg.</p> <p>Beregningen skal indeholde alle mellemregninger, og skal ledsages af en forklarende tekst, og korrekt anvendelse af enheder på tallene, der iøvrigt skal være afrundet korrekt.</p>	
	<p>3. Anvend data i excelfilen <a href="#">datafil 3.1</a> til at bestemme <math>v_{\max}</math> og <math>K_m</math> for enzymet</p> <p>Bestemmelse bør ske via et "fit" til en kurve lavet i et elektronisk databehandlingsprogram.</p> <p>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. Der bør være en vurdering af nøjagtigheden af "tendenslinjen" ved inddragelse af <math>R^2</math>-værdi, punkternes generelle placering i forhold til tendenslinjen og/eller residualplot.</p> <p>Fremgangsmåden i bestemmelse af <math>v_{\max}</math> og <math>K_m</math> skal tydeligt angives.</p>	
	<p>4. Analysér figur 3.4</p> <p>Analysen skal indeholde både en redegørelse for kurvernes forløb samt en forklaring af disse forløb. Der bør være fokus på sammenhængen mellem de to typer gærstammers resultater og på sammenhængen mellem mængden af tryptophan og indigo.</p>	

Opg.	Delopgavernes opgavetekst	Kommentarer
	5. Giv forslag til, hvorledes man kan optimere produktionen af indigo. Der bør være fokus på forslag som har væsentlig betydning for at øge produktionen i en fermenteringskultur	
4	1. Gør rede for, om THC er optisk aktivt. Besvarelsen skal indeholde en argumentation for at et af C-atomerne er asymmetrisk. Det skal beskrives eller vises ved en manipulation af filerne i et tegneprogram at de 4 grupper omkring det asymmetriske C-atom er forskellige.	
	2. Argumentér for, at der sker en oxidation af nedbrydningsprodukt 1, når det omdannes til nedbrydningsprodukt 2. Argumentationen skal ske ved tildeling af oxidationstal for det C-atom, der oxideres.	
	3. Vurder, hvordan opløseligheden i vand ændres fra udgangsstoffet THC til nedbrydningsprodukt 3. Inddrag figur 4.3. Vurdering bør ske ud fra viden om forskellige funktionelle kemiske grupperes polaritet, og ud fra en vurdering af hele molekylets opløselighed i vand. Det forventes ikke, at eleverne skal redegøre for, hvorfor de forskellige kemiske grupper har den polaritet, de har.	
	4. Forklar princippet i metoden til at bestemme indholdet af nedbrydningsproduktet i en blodprøve. Inddrag figur 4.4. Det vigtigste er at eleven viser, at vedkommende har forstået princippet i figuren. Der forventes kun korte forklaringer til de enkelte trin i figuren.	
	5. Vis, ud fra data i <a href="#">datafil 4.1</a> , at koncentrationen af nedbrydningsproduktet er eksponentielt sammenhængende med absorbansen, og beregn koncentrationen af nedbrydningsproduktet i personens blod. Resultatet skal angives i µg/L. Argumentationen for at data er eksponentielt sammenhængende bør tage udgangspunkt i en grafisk afbildning, som har aksetitler med enheder og med en relevant tendenslinje. Argumentationen bør endvidere inddrage R <sup>2</sup> -værdier, punkternes generelle placering omkring tendenslinjen og/eller residualplot. Koncentrationsberegningen skal ledsages af en forklarende tekst, og der skal være korrekte enheder på tallene, som også skal være korrekt afrundet.	
<p>Ved den skriftlige prøve lægges der vægt på eksaminandens evne til at:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anvende fagbegreber og fagsprog og relevante repræsentationer og modeller til beskrivelse, forklaring og analyse</li> <li>- formulere sig struktureret om bioteknologiske emner, inddrage relevant viden og give sammenhængende faglige forklaringer</li> <li>- vurdere eksperimentelt arbejde og dets tilrettelæggelse</li> <li>- bearbejde data fra kvalitative og kvantitative eksperimenter og undersøgelser og vurdere resultaterne herfra</li> <li>- analysere og diskutere data og eksperimentelle resultater under inddragelse af relevant faglig viden</li> <li>- gennemføre og præsentere relevante beregninger ved korrekt brug af fagsprog, herunder anvende relevante matematiske modeller og metoder</li> <li>- benytte relevante fagspecifikke digitale værktøjer hensigtsmæssigt.</li> </ul> <p>Der gives en karakter på baggrund af en helhedsvurdering af eksaminandens præstation.</p>		Helhedsvurdering:

## Bilag 3 - Eksempler på digitalisering af de enkelte opgaver i det vejledende opgavesæt 1

I det følgende er der kommentarer til de enkelte opgaver i vejledende opgavesæt 1. **Vær opmærksom på**, at kommentarerne skal vise hensigten med de digitale elementer i opgaverne og dermed ikke skal læses som forslag til fyldestgørende besvarelser, og **husk** at internetadgang ikke er tilladt.

### Opgave 1.1

Markér de funktionelle grupper i Orlistat på figur 1.1a, og angiv hvilke stofklasser de tilhører.

Her skal eleven enten anvende et kemisk tegneprogram og de ved opgaven vedhæftede filer, eller tage et screenshot og derefter anvende et tegneprogram, som f.eks. Paint. Programmerne anvendes til at sætte ring eller på anden måde markere de funktionelle grupper i stoffet. Herefter skal den manipulerede tegning indsættes som en del af elevens opgavebesvarelse.

### Opgave 1.2

Bestem  $K_M$  og  $v_{max}$

Eksempel på, hvorledes der nu kan arbejdes med større datasæt. Her skal eleven anvende et elektronisk regneark/regneprogram, til at åbne den ved opgaven vedhæftede Excel-datafil og bruge programmet til at bestemme de ønskede værdier. I den aktuelle opgave kan eleven lave et Lineweaver-Burk plot eller plote de givne data og fitte direkte til Michaelis-Menten ligningen. Hvorledes man har anvendt det valgte program til at bestemme værdierne, skal fremgå af elevens besvarelse.

### Opgave 1.3

Skitser ud fra  $K_M$  og  $v_{max}$  forløbet af den enzymkatalyserede reaktion, hvor der er tilsat inhibitor. Vurder om inhibitoren er kompetitiv eller non-kompetitiv.

Her kan eleven anvende et tegneprogram til at lave en skitse af de forventede kurver ud fra de angivne data. Alternativ kan eleven lave en skitse på et stykke papir og derefter tage et billede af dette vha af computerens indbyggede web-kamera.

### Opgave 1.4

Beregn stofmængden af butansyre i de to forsøg, og vurder om Orlistat er velegnet som slankemiddel

Eksempel på hvorledes man kan anvende en filmsekvens i en opgave. Eleven skal anvende filmen til at få de nødvendige oplysninger, så de kan beregne de ønskede værdier. Det kan være en god idé for eleven at anvende et screenshot fra filmen til at underbygge en forklaring eller beregning.

### Opgave 2.3

Vis, at måleresultaterne fra forsøget er i overensstemmelse med Lambert-Beers lov og bestem koncentration af lactose i mælk. Resultatet angives i mM.

Eksempel på, hvorledes der nu kan arbejdes med større datasæt. Her skal eleven anvende et elektronisk regneark/regneprogram, til at åbne den ved opgaven vedhæftede datafil. Øvrige del af opgaven afviger ikke fra tidligere opgaver af samme type.



**Opgave 3.1**

Argumentér for, hvordan lipopolysaccharidet (LPS) sidder placeret i bakteriers cellemembran ud fra stoffets struktur og polaritetsforhold.

Her skal eleven enten anvende et kemisk tegneprogram og de ved opgaven vedhæftede filer eller tage et 'screenshot' og derefter anvende et tegneprogram, som f.eks. Paint. Programmerne anvendes til at sætte ring eller på anden måde markere de interessante dele af molekylet. Herefter skal den manipulerede tegning indsættes som en del af elevens opgavebesvarelse.

**Opgave 3.2**

Forklar princippet i analysemetoden, vist i filmen, og angiv koncentrationen af LPS for hver af de positive prøver.

Eleven skal ud fra filmen forklare princippet i den anvendte metode. Det forventes, at eleven forklarer, hvad der sker i det enkelte trin og formålet med at gøre disse trin. Endvidere skal eleven anvende filmen til at få de nødvendige oplysninger, så de kan beregne de ønskede værdier. Det kan være en god idé for eleven at anvende screenshots fra filmen for at underbygge forklaringen.

**Opgave 3.3**

Konstruer et alignment ud fra DNA-sekvenserne i *Datafil 3.1*. Diskuter dolkhaleindividernes indbyrdes slægtskab ud fra alignmentet.

***Programmet forventes ikke fremover.***

Eleven skal hente filen ind i et alignmentprogram som kan lave et alignment ved hjælp af Clustal2-algoritmen. Herefter skal eleven få programmet til at lave et alignment af disse sekvenser. Eleven skal ikke ændre standardværdierne for algoritmens variabler. Herefter skal eleven kopiere alignmentet ind i opgaven og bruge alignmentets oplysninger til at diskutere, hvorledes de tre underarter af dolkhale er beslægtet.

**Opgave 4.1**

Afbild data, der kan vise udviklingen i antal diagnosticerede tilfælde af klamydia hos henholdsvis 15-24-årige kvinder og 15-24-årige mænd i perioden 2000 - 2017.

Eksempel på, hvorledes der nu kan arbejdes med større datasæt. Her skal eleven anvende et elektronisk regneark/regneprogram, til at åbne den ved opgaven vedhæftede datafil, og bruge de relevante data for at afbilde den nævnte udvikling.

**Opgave 4.4**

Konstruer et alignment af DNA-sekvenserne i *Datafil 4.2*, og forklar hvorfor primeren ikke kan binde sig til alle ti varianter.

***Programmet forventes ikke fremover.***

Eleven skal hente filen ind i et alignmentprogram, som kan lave et alignment ved hjælp af Clustal2-algoritmen. Herefter skal eleven få programmet til at lave et alignment af disse sekvenser. Eleven skal ikke ændre standardværdierne for algoritmens variabler. Herefter skal eleven kopiere alignmentet ind i opgaven og skal bruge alignmentets oplysninger til forklare, hvilke sekvenser primeren ikke vil forventes at kunne binde til og hvorfor.