

Oppgaver til *Innføring i mikrobiologi*

av Arne Tronsmo og Geir Mathiesen, Universitetsforlaget 2024.

Kapittel 1 Introduksjon

1. Definer begrepet mikrobiologi.
2. Hvilke fire makromolekyler er hovedkomponentene i alle levende celler?
3. List opp hva som karakteriserer en levende celle.
4. Hva er det som skiller de autotrofe mikroorganismene fra de heterotrofe mikroorganismene?
5. Hva var Robert Hook og Antoni van Leewenhoeks bidrag i utviklingen av faget mikrobiologi?
6. Hvordan oppsto ideen om spontan generasjon og hvem «avlivet den» for dyr og mikroorganismer?
7. Forklar prinsippet bak Pasteurs svanehalsflaske i studiet av spontan generasjon og hvorfor hans eksperimenter viste at teorien om spontan generasjon ikke stemmer.
8. List opp de fire områder inne mikrobiologien som Louis Pasteur er mest kjent for.
9. Plasser mikroorganismene i kolonne A i kolonne C i henhold til deres beskrivelse i kolonne B

A	B	C
a. Archaea	Består ikke av celler	
b. Alger	Cellevegg med kitin	
c. Bakterier	Cellevegg med peptidoglukan	
d. Sopp	Fotosyntetiske og cellevegg med cellulose	
e. Protozoer	Encellet med kompleks cellestruktur	
f. Virus	Prokaryot uten peptidoglukan i celleveggen	

10. Hvilken av følgende påstander er ikke en av Kocks postulater.
 - a. Den samme patogene må være tilstede i alle som har denne sykdommen.
 - b. Den patogene organismen må kunne isoleres og dyrkes i kultur fra en syk vert.

c. Den patogene mikroorganismen i renkultur må kunne føre til sykdom når den blir inokulert i et friskt mottakelig forsøksdyr.

d. Sykdommen må overføres fra et sykt dyr til et mottakelig dyr ved kontakt.

e. Patogene må kunne bli isoleres i renkultur fra et eksperimentelt infisert dyr.

11. Hva er Carl von Linné mest kjent for?

12. Hva er den norske legen og mikrobiologen Armauer Hansen mest kjent for?

13. Beskriv prinsippet bak å benytte vekstfaktor-analoger som medisin. Hvilke kriterier må vekstfaktor-analogen tilfredsstillte?

14. List opp hva som karakteriserer de ulike gruppene av mikroorganismer: Virus, *Bacteria*, *Archaea*, Protozoer, Chromista og Sopp.

15. Hva menes med bioremediering?

Kapittel 2 Kjemi

1. Hvilken type binding holder følgende atomer sammen?

a. Na^+ og Cl^- i NaCl

b. Karbon- og oksygenatomene i metanol

c. Oksygenatomene i O_2

2. Hvorfor er vann et så godt løsningsmiddel i celler?

3. Beskriv definisjonen til pH.

4. Hvordan definerer vi en sur løsning, en nøytral løsning og en basisk løsning?

5. Definer hva en buffer er og hvorfor vi benytter buffere i næringsmedier for mikroorganismer.

6. Hva er karbohydratene bygd opp av og hva er den generelle formelen?

7. a. Beskriv de fire proteinstrukturnivåene.

b. Hvordan skiller vi mellom peptider og proteiner?

8. Hva er DNA bygd opp av? Hva er det som skiller RNA fra DNA?

9. Hvilken funksjon har ATP og hva er den bygget av?

10. Beskriv hva som karakteriserer lipidene og hvilken rolle de har i cellene.

Kapittel 3 Mikroskopi

- Hvilken nytte kan du ha av et mikroskop når du arbeider med mikroorganismer?
 - Hva er fordelen med differensiell farging av bakterier?
- Fyll inn det som mangler:
 - $1\ \mu\text{m} = \underline{\hspace{2cm}}\ \text{m}$
 - $1 \underline{\hspace{2cm}} = 10^{-9}\ \text{m}$
 - $1\ \mu\text{m} = \underline{\hspace{2cm}}\ \text{nm}$
- Gramfarging er en metode som kan hjelpe oss med å skille mellom to grunnleggende forskjellige bakterietyper.
 - Hvordan utføres denne metoden på laboratoriet?
 - Beskriv hvilke forskjeller og likheter det er mellom den grampositive og den gramnegative celletypen, og hvordan dette kan forklare hva som skjer under gramfargingen.
 - Fyll inn følgende tabell i relasjon til gramfarging:

Utseende etter dette trinnet

Behandling med	Gram +	Gram -
Krystall fiolett		
J/JK		
Etanol vask		
Safranin		

- Hvis du har et godt lysmikroskop med en oppløsningsevne på $0.3\ \mu\text{m}$, 10X okular og 100X oljeimmersjonsobjektiv, vil du da kunne skille to objekter som er separert med $3\ \mu\text{m}$, $0.3\ \mu\text{m}$ eller $0.03\ \mu\text{m}$?
- List opp de ulike hovedkomponentene i et lysmikroskop og forklar deres rolle.
- Hva er forskjellen mellom oppløsning og forstørrelse?
- Hvilken fordeler har fasekontrastmikroskopi i forhold til mikroskopering av fargede preparater?
- Hva er den viktigste fordelen med elektronmikroskopi i forhold til lysmikroskopi?
 - Hvilken type elektronmikroskop ville du benyttet hvis du skulle studere den tredimensjonale strukturen til en celle eller en organisme?

9. Nevn fire ulike differensielle fargemetoder og hva de kan fortelle om bakteriene.
10. Hvordan hjelper bruk av krystallfiolett som en motfarge i negativ farging til å visualisere og skille kapsler fra bakterieceller under et mikroskop?

Kapittel 4 Den prokaryote og den eukaryote cellen

1. Tegn først bakterieformene til a, b og c. Deretter formene til d, e og f, og vis hvordan de er spesialtilfeller av a, b eller c.
 - a. Korkeskruform
 - b. Bacillus
 - c. Kokk
 - d. Spiroket
 - e. Streptobacillus
 - f. Stafylokokk.
2. Hva er funksjonen til plasmider i bakterier, og hvorfor er spredningen av plasmider et potensielt problem i forhold til antibiotikaresistens?
3. Hva er forskjellen mellom kapsellaget og EPS-laget som finnes hos noen bakterier?
4. Tegn en skisse av og beskriv hva det er som skiller cytoplasmamembranen til en mikroorganisme inne i henholdsvis *Bacteria* og *Archaea*?
5. Hvorfor kan ikke cellene til en encellet organisme være avhengig av bare diffusjon for å kunne skaffe seg næring?
6. Hva er det som skiller passiv transport fra aktiv transport?
7. Beskriv forskjellen mellom enkel diffusjon, fasilitert diffusjon gjennom uspesifikke transportproteiner og fasilitert diffusjon gjennom spesifikke transportproteiner.
8. Beskriv enkel transport, gruppetransport og ABC-systemet.
9. Hva er forskjellen på symport-, antiport- og uniport transport?
10. Hvorfor er fysisk skade på membranen potensielt dødelig for en celle?
11. a. Hvorfor trenger bakteriene cellevegg?
 - b. Finnes det bakterier uten cellevegg?
 - c. Hvorfor kalles den rigide strukturen i celleveggen til *Bacteria* for peptidoglykan?
12. a. Skisser oppbygningen av en grampositiv og en gramnegativ cellevegg.
 - b. Hva er årsaken til at de grampositive og de gramnegative bakteriene farges forskjellig ved gramfarging?

13. Hvordan fungerer det generelle Sec-systemet i bakterier for å transportere proteiner gjennom cellemembranen, og hvilken rolle spiller signalpeptidet i denne prosessen?
14. Beskriv hva celleveggen er bygd opp av hos *Bacteria* og *Archaea*.
15. Hva er funksjonen til porinene og hvor er de lokalisert hos de gramnegative bakteriene?
16. Syntese av bakteriecellevegger: Hva er autolyse og hvorfor er det nødvendig? Hvilken rolle har bactoprenol? Hva menes med transpeptidering og hvorfor er det viktig i celleveggsyntesen?
17. Hvilke bakterieslekter er det som kan danne endosporer? Hvorfor kalles en endospore for en hvilestruktur og ikke et spredningsorgan? Hvilke fordeler har bakterien av å kunne danne en endospore?
18. Cellulosemolekylene er for store til at de kan transporteres gjennom veggen og cytoplasmamembranen til bakterier. Hvordan kan disse organismene som lever av cellulose skaffe seg glukose fra cellulose? Hvordan transporterer de glukosen gjennom cytoplasmamembranen?
19. Hvorfor kan en prokaryot celle være mindre enn en eukaryot celle, men allikevel kunne gjennomføre alle livsfunksjonene?
20. Beskriv kort hva som skiller endosporer fra vegetativ celleveggstruktur og gi en mulig forklaring på deres evne til å motstå ekstreme forhold.
21. Beskriv struktur og funksjon til flagellene hos pro- og eukaryote organismer.
22. Regn ut hvor lang tid det vi ta for en *E. coli* bakterie ($1 \times 2 \mu\text{m}$) når den svømmer med maksimal hastighet (60 lengder / sekund) å svømme 3 cm opp i et kapillarrør som inneholder en attraktant.
23. Hva er det som støtter teorien om at mitokondriene opprinnelig var en bakterie innen domene *Bacteria*?
24. Hva er funksjonen til gassvesiklene hos akvatiske fotosyntetiske bakterier?
25. a. Tegn en skisse av en prokaryot celle og sett navn på de ulike strukturene.
b. Tegn en skisse av en eukaryot celle og sett navn på de ulike organellene.
c. Hva har eukaryote planteceller som vi ikke finner hos dyrecellene?
26. Hvilke fysiske forhold til cellen øker når cellen blir mindre?
27. Hvordan kan den lille størrelsen og at prokaryotene er haploide akselerere deres evolusjon?
28. Beskriv kort rollen til cytoplasmamembranene, ribosomene, mitokondriene, kloroplastene, golgiapparatet og endoplasmatisk retikulum (ER) i den eukaryote cellen.
29. Hvilke nøkkelreaksjoner foregår i mitokondriene og kloroplastene og hva er hovedproduktene?
30. Livets opprinnelse.
 - a. Beskriv kort hvordan de første levende organismen oppsto på jorda.
 - b. Hvilke organismer var det som først produserte oksygen til biosfæren?

31. Beskriv teori for hvordan utviklingen var fra urcelle til den eukaryote cellen.

Kapittel 5 Mikrobiell metabolisme

1. Definer begrepene metabolisme, anabolisme og katabolisme.
2. Definer hva som menes med en red-ox reaksjon og hva som skiller følgende begreper:
 - a. Aerob og anaerob respirasjon.
 - b. Respirasjon og fermentering.
 - c. Syklisk og ikke syklisk fotofosforylering.
3. Det er tre mekanismer for fosforylering av ADP for å produsere ATP. Skriv navnet på de tre mekanismene som beskriver hver av disse reaksjonene i tabellen.

ATP generert ved	Reaksjon
a. _____	Et elektron frigjort fra klorofyll av lys passerer nedover en elektrontransportkjede.
b. _____	Cytokrom c overfører to elektroner til cytokrom a.
c. _____	Fosforenolpyrodruesyre til pyrodruesyre.

4. Alle energiproduserende reaksjoner i en celle som for eksempel i glykolysen er en _____
5. Hvorfor trenger mikroorganismene energi?
6. Beskriv kort hvordan og hvorfor enzymer øker reaksjonshastigheten i en biokjemisk reaksjon.
7. Hvilke faktorer påvirker enzymaktiviteten?
8. a. Hva er maksimalt ATP-utbytte ved nedbryting av ett mol glukose ved fermentering, anaerob respirasjon og aerob respirasjon?
 - b. Hvorfor er energiutbytte ved respirasjon høyere enn ved fermentering?
9. Fyll inn vedlagte tabell med hvilke karbon- og energikilder disse typene mikroorganismer benytter, og nevnt en representant for hver av gruppene.

Energiproduserende prosess	Vekst med/uten oksygen	Endelig elektronakseptor	Type fosforylering for å generere ATP	Mol ATP per mol glukose
Aerob respirasjon				
Anaerob respirasjon				
Fermentering				

b. Hvordan vil du sette opp et forsøk for å vise om en bakterie er autotrof eller heterotrof?

10. Fyll inn det som mangler i denne tabellen.

Gruppering av organismer etter deres energi- og karbonkilde

Næringstype	Energikilde	Karbonkilde	Eksempler på mikroorganismer
Fotoautotrof			
Fotoheterotrof			
Kjemoautotrof			
Kjemoheterotrof			

11. a. Hvorfor må NADH reoksideres?

b. Hvordan skjer dette hos en organisme som driver respirasjon?

c. Fermentering?

12. Beskriv hva som menes med konkurrerende hemning, ikke-konkurrerende hemning og endepunktinhibering.

13. Lag et flytskjema som viser hvordan mikroorganismene kan klassifiseres etter hvilken energikilde og karbonkilde de kan benytte.

14. Hva er funksjonen til en katalysator, og hva er enzymene laget av?

15. Hvor på enzymet bindes substratet?

16. Hva er aktiveringsenergi?

17. Presenter summeformelen for glykolysen. Hva er nettoresultatet av glykolysen?

18. Beskriv «rollene» til NADH, FADH₂ og cytokromene.
19. Hvilken annen viktig rolle har sitronsyresyklusen i tillegg til å produsere ATP og reduktiv kraft i form av NADH og FADH?
20. Gi ulike definisjoner av fermentering og vis hvilken som er den biokjemisk mest korrekte.
21. Hva menes med energikonservering, kjemiosmoseteorien og substratnivåfosforylering?
22. Skriv opp summeformelen for fotosyntesen. Hva menes med mørkereaksjonen i fotosyntesen? Hva er «ansvaret» til fotosystem I og fotosystem II?
23. Hva skiller anoksisk fotosyntese fra oksisk fotosyntese. Nevn organismegrupper som har anoksisk fotosyntese og de som har oksisk fotosyntese.
24. Hva er den viktigste rollen til pentosefosfatveien i cellene?

Kapittel 6 Mikrobiell vekst

1. Hvordan er kuldetolerante bakterier og deres enzymer spesielt tilpasset for å fungere effektivt ved lave temperaturer?
2. Hvordan er organismer som lever ved høye temperaturer tilpasset?
3. Hvordan kan *Helicobacter pylori* leve i magesekken med en pH på rundt 2?
4. Hvordan beskytter organismer som lever under aerobe forhold seg mot toksiske former av oksygen?
5. Hvordan er inndeling av halofile bakterier og hva er det som kjennetegner dem?
6. Hva er en biofilm og hvorfor lever de fleste bakterier i en biofilm?
7. Beskriv binær fisjon.
8. a. Beskriv de ulike fasene i en vekstkurve til en bakteriekultur i et lukket system (Bach kultur).
 - b. I hvilken fase av vekstkurven deler bakteriene seg med konstant hastighet?
 - c. Under hvilke betingelser blir det ingen lagfase?
 - d. Hvorfor kommer bakteriene i en stasjonær fase?
 - e. Hvordan kan du regne ut generasjonstiden, og hvilke faktorer påvirker generasjonstiden?
9. a. Hva karakteriserer en kjemostat?
 - b. Hva karakteriserer likevektstilstanden i en kjemostat?
 - c. Hva vil skje i en kjemostat hvis fortynningshastigheten er større enn maksimal veksthastighet?
10. Beskriv hvordan du lager en fortynningsserie og regner ut CFU.

11. Hvorfor er varme en effektiv steriliseringsmetode?
12. Hva mener vi med kardinaltemperaturer?
13. a. Makroelementer trengs i relativt store mengder og er noen ganger listet opp som CHONPS. Hva betyr disse bokstavene og hvorfor må alle cellene ha disse elementene?
- b. Definer forskjellen mellom komplekse og kjemisk definerte medier.
14. Forklar forskjellen på direkte og indirekte måling av vekst. Nevn metoder for å måle vekst med direkte og indirekte metoder.
15. Hvorfor øker kjøling, frysing, salting og sukkertilsetning holdbarheten til mat?
16. Nitrogen og fosfor tilsettes når man ønsker å bryte ned oljesøl ved hjelp av naturlige oljedeграderende bakterier. Forklar hvorfor dette øker renseeffekten.
17. a. Beskriv forskjellen på definert medium, komplekst medium, selektivt medium, differensielt medium og et anrikningsmedium.
- b. Når må vi benytte et definert medium?
18. Kolbe A inneholder *Saccharomyces cerevisiae* i en Glukose–gjærekstrakt–næringsløsning (GG) og er inkubert ved 30 °C med rysting. Kolbe B inneholder *S. cerevisiae* i en Glukose–gjærekstrakt–løsning inkubert anaerobt, begge i 7 dager.
- a. Hvilken kultur produserer mest ATP?
- b. Hvilken kultur produserer mest alkohol?
- c. Hvilken kultur hadde den korteste generasjonstiden?
- d. Hvilken kultur hadde den største cellemassen?
- e. Hvilken kultur hadde den høyeste optiske tettheten?
19. Kategoriser mikroorganismene etter deres forhold til oksygen. Hvordan kan noen anaerobe organismer unngå skade fra giftige former av oksygen?
20. Hva er forskjellen på en renkultur og en anrikningskultur?
21. Differensier mellom sporelementer og vekstfaktorer.
22. a. Hva er basisen for anrikningskultur teknikken? Hvorfor er et anrikningsmedium vanligvis bare egnet for å anrike en vis gruppe eller grupper av mikroorganismer?
- b. Kan du dyrke bakterier i følgende medium aerobt og i lys, og i så fall hvilken?
- | | |
|---------------------------------|---------|
| H ₂ O | 1000 ml |
| K ₂ HPO ₄ | 1 g |
| MgSO ₄ | 200 mg |
| FeSO ₄ | 10 mg |

CaCl₂ 10 mg

Mikroelementer

c. Hvilke bakterier kan du dyrke om du i tillegg tilsetter NH₄Cl?

d. Hvilke bakterier kan du dyrke om du foruten NH₄Cl også tilsetter glukose?

23. Beskriv prinsippet bak MPN-metoden som benyttes for å estimere antall bakterier i en prøve fra naturen.

24. a. Definer hva vi mener med psykrofile, mesofile, termofile og hypertermofile organismer.

b. Hvordan vil du gå fram for å bestemme optimumstemperaturen til en psykrofil organisme?

25. a. En konditor inokulerte ved et uhell en bløtkake med 200 *Staphylococcus aureus* bakterier. Hvis *S. aureus* har en generasjonstid på 60 minutter, hvor mange bakterier ville det være i bløtkaken etter 8 timer?

b. Hvorfor må alle mikroorganismer ha tilgang på nitrogen, fosfor og karbon? Gi eksempel på en mikroorganisme som kan benytte uorganisk karbon og en som må ha tilgang på organisk karbon.

c. Hvordan vil du anrike en:

Aerob endosporedanner?

En fototrof nitrogenfikserende cyanobakterie?

En fenol-oksyderende bakterie?

Kapittel 7 Hvordan kontrollere uønsket mikrobiell vekst

1. List opp fysiske metoder som benyttes for å kontrollere mikroorganismer, og om de dreper eller bare hemmer veksten.

2. List opp ulike kjemiske grupperinger og bruksområder for antimikrobielle forbindelser, og om de hemmer eller dreper mikroorganismene.

3. Hvilke fordeler har hypokloritt som desinfeksjonsmiddel?

4. Hva mener vi når vi har en synergistisk effekt av to ulike kjemiske forbindelser?

5. Hvordan kan man eksperimentelt finne den laveste konsentrasjonen av en kjemisk forbindelse som forhindrer vekst (MIC verdien)?

6. Hvilke krav må vi stille til konserveringsmidler som tilsettes mat?

7. Hva er E-stoffer?

8. Hvorfor virker salt og sukker konserverende i næringsmidler? Hvorfor kalles dette fysiske metoder for konservering og ikke kjemiske? Nevn matvarer som er konservert med sukker og andre som er

konservert med salt. Hvorfor kan du finne *Penicillium* sp. og ikke bakterievekst på syltetøyet selv om det inneholder 50 % sukker?

9. Under hvilke forhold vil du velge sterilfiltrering som en steriliseringsmetode?

10. Beskriv ulike metoder for å teste effekten av ulike antibiotika.

11. Hva er en biofilm og hvilke fordeler har en mikroorganisme av å leve i en biofilm? Hvorfor kan biofilm være en trussel i ulike industrielle prosesser?

Kapittel 8 Mikrobiell genetikk

1. Hvilken rolle har DNA, rRNA, mRNA og tRNA i cellene?

2. Beskriv hva vi mener med replikasjon, transkripsjon og translasjon.

3. Feedback inhibering skiller seg fra represjon fordi feedback inhibering

a. Er mindre presis

b. Virker langsommere

c. Stopper syntesen av nye enzymer

d. Alle de nevnte

4. Beskriv hvordan Lac-operonet reguleres når bakterien må benytte en ny karbon- og energikilde.

5. Beskriv forsøket som Fredrik Griffith utførte i 1928 hvor han beviste transformasjon mellom en kapseldannende og en ikke-kapseldannende bakterie i forsøk med mus.

6. Hva mener vi med Quorum sensing? Gi eksempler.

7. Presiser forskjellen mellom en mutasjon og en mutant.

8. Hvorfor er en leserrammemutasjon mer alvorlig enn en missensmutasjon?

9. Hvorfor sier vi at Ames-testen måler en tilbakemutasjon?

10. Sett sammen følgende eksempler på mutagener:

a. En mutagen som fører til inserasjon	1. Leseramme forskyvning
b. En mutagen som fører til dannelse av pyrimidin dimerer	2. Ikke ioniserende stråling
c. En mutagen som fører til dannelse av hyperaktive ioner	3. Basepar mutasjon
d. En mutagen som forandrer adenin slik at den baseparrer seg med cytosin	4. Nukleosid analog
e. En mutagen som inkorporeres i DNA istedenfor en normal base	5. Ioniserende stråling

11. Hvorfor er mutasjon og rekombinasjon viktig i prosessen for naturlig seleksjon og evolusjon av organismer?

12. Sett sammen følgende termer med påfølgende spørsmål

- a. Konjugasjon
- b. Translasjon
- c. Transformasjon
- d. Transduksjon
- e. Transskripsjon

I. Overføring av DNA fra en donor til en mottaker som nakent DNA i en løsning.

II. Overføring av DNA fra en donor til en mottaker ved direkte kontakt.

III. Overføring av DNA fra en donor til en mottaker ved hjelp av en bakteriofag.

13. Beskriv forskjellen på generell og spesialisert transduksjon.

14. Plasmider skiller seg fra transposoner fordi plasmidene:

- a. Bærer gener for antibiotikaresistens
- b. Blir satt inn i kromosomet
- c. Beveger seg fra kromosom til kromosom
- d. Er selvreplikerende utenfor kromosomet
- e. Ingen av forslagene

15. Hva menes vi med transposoner?

Kapittel 9 Klassifisering av mikroorganismer

1. Hva mener vi med begrepene taksonomi og fylogeni?
2. Vi kjenner til to typer prokaryote celler. Hvilke domener hører de til?
3. Fyll inn i tabellen det som karakteriserer *Archaea*, *Bacteria* og *Eucarya*

	<i>Archaea</i>	<i>Bacteria</i>	<i>Eucarya</i>
Celletype	Prokaryot	Prokaryot	Eukaryot
Størrelse på cellene			
Cellevegg			
Genetisk materiale			
Histoner			
Membranlipider			
Ribosomer			
Plasmider			
Celledeling			
Intron i de fleste gener			
Cellebevegelse			
Første aminosyre i proteinsyntesen			

4. Hvilken av de følgende påstandene om vitenskapelig nomenklatur er ikke sann?
 - a. Ble lansert av Carl von Linne
 - b. Hvert navn er spesifikt for arten
 - c. Navnene er standardisert
 - d. Navnene varierer med geografisk funnsted
 - e. Navnet består av slekt og et spesifikt epiket

5. Beskriv kort hvilke metoder/tester som kan benyttes for å klassifisere mikroorganismer.
6. Hvorfor benyttes 16s RNA-sekvensering for å bestemme art hos mikroorganismer?
7. Fylogenetiske tre eller stamtre kan være med «rot» eller uten «rot». Hva er forskjellen på disse to stamtrærne?
8. Hvordan lager man DNA-fingeravtrykk av en mikroorganisme?
9. Beskriv ulike fenotypiske karakteristika av taksonomisk verdi som kan benyttes for å karakterisere prokaryote organismer.

10. Bruk følgende valg for å besvare spørsmål A og B.

- a. Proteobacteria (gram-negativ bakterie)
- b. *Animalia*
- c. Sopp.
- d. Plante.
- e. *Firmicutes* (gram-positiv bakterie)

A. Til hvilken gruppe vil du plassere en multicellulær organisme som har munn og er patogen på mennesker?

B. Til hvilken gruppe vil du plassere en fotosyntetisk organisme som mangler ekte cellekjerne og har en tynn peptidoglykan vegg omgitt av en yttermembran.

11. Bruk følgende valg for å besvare spørsmål A og B.

1. Fimbrier
2. 9 + 2 flageller
3. 70S ribosomer
4. Plasmamembran
5. Kjerne
6. Peptidoglykan.

A. Hva blir funnet i alle tre domener?

- a. 3, 4
- b. 4
- c. 3, 4, 5
- d. 1, 2, 6
- e. alle seks

B. Hva blir bare funnet hos prokaryotene?

- a. 2, 5, 6
- b. 1, 6
- c. 2, 3
- d. 5
- e. 3, 5, 6

Kapittel 10 Fysiologisk og fylogenetisk mangfold blant de prokaryote mikroorganismene

1. Definer hva vi mener med anoksiske fototrofe bakterier og gi eksempler.
2. Lag en tabell over karakteristika til de fem cyanobakteriegruppene.
3. Hva er det som er felles og hva er det som skiller cyanobakteriene fra de anoksiske fototrofe bakteriene?
4. Hvorfor kalles cyanobakteriene for blågrønnbakterier?
5. Nevn noen bakterier og i hvilken rolle de har i nitrogensyklusen.
6. Hva er det som karakteriserer de jernreducerende bakteriene, de jernoksiderende bakteriene og hydrogenbakteriene?
7. Hvorfor kan H₂ metabolisme ha utviklet seg som en metode for energikonservering i de tidligste livsformene?
8. Hva er felles og hva skiller de metanotrofe og de metylotrofe bakteriene?
9. Vi finner de aerobe metanotrofe bakteriene i skillet mellom anaerobt og aerobt miljø i jord. Hvilken rolle vil de spille i forbindelse med global oppvarming?
10. Hva er det som karakteriserer bakterieslekten *Bdellovibrio*?
11. Hva er det som karakteriserer *Myxobacteria* (slimbakteriene)?
12. Hva er forskjellen mellom bevegelsen til spiriller og spiroketer?
13. Beskriv hva som karakteriserer organismer som kan leve ved høy temperatur.
14. List opp hva som karakteriserer de seks klassene inne *Proteobacteria*.
15. Lag en tabell som viser karakteristika og eksempel bakterier innen de gram-positive bakteriedivisjonene *Firmicutes*, *Tenericutes* og *Actinobacteria*.
16. Hva er det som karakteriserer *Entrobacteriales*? Gi eksempler på bakterier inne denne gruppen.

17. Hva er karakteristika til de grampositive i forhold til de gramnegative bakteriene?
18. Diskuter de unike særegenhetene til mycoplasma, *Cyanobacteria* og *Mycobacteria*.
19. Hvilke fire bakteriedivisjoner innen *Bacteria* inneholder flest karakteriserte arter?

Kapittel 11 Eukaryote mikroorganismer

1. Beskriv hvilke metoder som kan benyttes for å klassifisere eukaryotene.
2. Beskriv hva som karakteriserer *Protozoa* og lag en tabell over hva som karakteriserer de ulike gruppene.
3. Beskriv hva som karakteriserer Chromista.
4. Hva er det som skiller cellulære slimsopper fra de acellulære? Hvordan klarer de å overleve ugunstige forhold?
5. Hvilken av følgende egenskaper blir brukt for å klassifisere organismer som sopp?
 - a. Har fotosyntese og cellevegg
 - b. Eukaryot som absorberer næring og har cellevegg
 - c. Prokaryot, encellet med cellevegg
 - d. Eukaryot, encellet uten cellevegg
 - e. Prokaryot, flercellet uten cellevegg
6. Hvilken av de følgende påstandene er sant for gjær?
 - a. De er eukaryote
 - b. De har fotosyntese
 - c. De er sopp
 - d. Noen er fakultativt anaerobe
 - e. De formerer seg aseksuelt ved knoppkyting
 - f. Alle gjær er patogene
 - g. Alle gjær er dimorfiske
7. Hvorfor kalles sopp for osmotrofe?
8. Fyll inn i tabellen det som karakteriserer sopp og bakterier (*Bacteria*):

	SOPP (Fungi)	BACTERIA
Celletype		
Sterol i cellemembran?		
Cellevegg av		
Ulike typer metabolisme		
Typer sporer		
Antibiotika som hemmer		
Forhold til pH		
Årsak til sykdom på planter og dyr		

9. a. Hva er forskjellen på mycelsopp og gjær?
- b. Kan enkelte gjær ha begge celleformene?
- c. Hva er rhizomorfer og hvilken funksjon har de?
10. Lag en oversikt over hva som karakteriserer de ulike soppene.
11. List opp de ulike typer av seksuelle sporer hos sopp. Er konidiene aseksuelle eller seksuelle sporer?
12. Gi en mulig forklaring på hvorfor *Penicillium* vil lage penicillin selv om den ikke kan bli infisert av en bakterie?
13. Diskuter kort lav sin rolle i naturen.
14. Diskuter kort sopp sin rolle i naturen.
15. Under hvilke forhold er gjær respektive hyfer den fordelaktige formen for vekst?
16. Beskriv hva som er forskjellen til endomycorrhiza soppene og ektomycorrhiza soppene. Hvilken fordeler har plantene av å ha symbiose med mycorrhiza soppene?
17. Nevn noen bioteknologiske anvendelser av sopp.
18. Forklar symbiose, parasittisme og mutualisme. Gi eksempler på hver av betegnelse.

Kapittel 12 «De ekstra små»: virus, viroider og infeksjose partikler

1. Hvorfor klassifiserer vi virus som obligate intercellulære parasitter?
2. List opp fire egenskaper som definerer virus.
3. Beskriv de ulike virusklassene basert på Baltimore-systemet
4. Hvilke utfordringer har du når du skal dyrke virus?
5. Beskriv hvordan du kan kvantifisere virus som kan angripe bakterier.
6. Beskriv den lytiske og lysogene syklusen til T4-bakteriofagen.
7. Hva er forskjellen på generell og spesialisert transduksjon?
8. Hvorfor kalles CRISPR bakterienes immunsystem?
9. Hvordan blir bakteriene immune mot nye virusinfeksjoner?
10. Muligheten for at et virus skal kunne infisere en organisme er regulert av
 - a. Celletype
 - b. Vertsorganismen
 - c. Verten har alle faktorer som er nødvendig for virusreplikasjon
 - d. Tilgjengelige festepunkter
 - e. Alle de foran nevnte
11. Hvilken av de følgende utsagn er sanne?
 - a. Virus formerer seg inne i en vert
 - b. Virus har enten DNA eller RNA
 - c. Arvematerialet til virus er omgitt av en proteinkappe
 - d. Viruset formerer seg inne i vertscellen ved hjelp av virus mRNA, tRNA og ribosomer
12. Hvordan skjer opptak og replikasjon av SARS-CoV-2?
13. Hva er det som karakteriserer retrovirusene?
14. Hvorfor virker E6 og E7 som onkogener og gir kreft ved en HPV-infeksjon?
15. Hva er spesielt med replikasjonen til satellitt-RNA?

Kapittel 13 Antimikrobielle forbindelser

1. List opp og forklar fire kriterier for å identifisere effektive medisiner.
2. List opp hovedvirkningsmekanismene til ulike antimikrobielle medisiner og nevnt eksempler på medisiner fra de ulike gruppene.
3.
 - a. Definer antibiotikaresistens.
 - b. List opp ulike antibiotikaresistens-mekanismer som bakterier har utviklet.
 - c. Hva kan du gjøre for å minimere faren for utvikling av antibiotikaresistens?
4. List opp fordelene ved å benytte to ulike kjemoterapeutiske midler samtidig for å bekjempe en sykdom. Hvilke problemer kan oppstå ved å bruke to midler samtidig?
5. Hvilke bakterier kalles ESKAPE? Hvorfor har man et spesielt fokus på disse mikroorganismene?
6. Hvordan spres antibiotikaresistensgener?
7. Hvilken av de følgende virkningsmekanismene er ikke fungicidale?
 - a. Inhibering av peptidoglukan syntese
 - b. Inhibering av mitose
 - c. Skade på plasmamembranen
 - d. Inhibering av nukleotid biosyntese
 - e. Ingen av de nevnte
8. Definer begrepene kjemoterapi, antibiotika og selektiv toksisitet.
9.
 - a. Hvordan og hvem oppdaget Penicillin?
 - b. Hvordan virker penicillin?
 - c. Hva betyr semisyntetisk penicillin og hvorfor lager man semisyntetisk penicillin?
10. Hva mener vi med bredspektret og smalspektret antibiotika og hvilke fordeler og ulemper har de? En pasient er syk på grunn av en bakterieinfeksjon. Hvilken begrunnelse kan du gi for å velge en smalspektret eller en bredspektret antibiotikakur?
11. Nevnt de viktigste kriteriene som må tilfredsstilles av et antibiotikum for at det kan selges som medisin?
12. Hvorfor virker ikke antibiotika på virus?
13. Beskriv virkningsmekanisme til Penicillin, Streptomycin og Cycloheximid.

Kapittel 14 Mikrobiell økologi

1. Definer begrepet økologi.
2. List opp de tre kategoriene for energiflyten i økosystemene.
3. a. Hva er prinsippet bak Winogradsky-kolonnen og hvilken type organismer kan den anrike?
b. Hvordan kan man benytte Winogradsky-kolonnen for å anrike organisme fra ekstreme omgivelser for eksempel varme kilder.
4. Forklar begrepene metagenomikk, metatranskriptomikk og metaproteomikk. Diskuter fordelene med metagenomikk i forhold til kulturbaserte teknikker for å bestemme mikrobiell diversitet.
5. a. List opp teknikker som mikrobielle økologer benytter for å måle mikrobiell aktivitet.
b. Forklar hvorfor vi må ha en kontroll hvor cellene er drept i mikrobielle økologiske undersøkelser.
6. Definer hva vi mener med mikrosensorer og beskriv hva de kan benyttes til?
7. List opp noen nøkkelressurser og omgivelser mikroorganismer må ha for å kunne vokse i sitt habitat.
8. Definer begrepene symbiose, parasittisme og mutualisme.
9. Gi en beskrivelse av karbonsyklusen i naturen og hvordan den påvirkes av menneskelig aktivitet.
10. a. Gi en beskrivelse av nitrogensyklusen og nevne bakterieslekter som tar del i de ulike trinnene.
b. Hva er det som skiller nitrifikasjon og denitrifikasjons prosessen?
11. Hva er forskjellen på prosessen Nitrosomonas og Nitrobacter utfører sammenlignet med comammox-bakterier?
12. Hva er nitrogenfiksering og hvorfor er det viktig i nitrogensyklusen? Hvilke er de to hovedgruppene av nitrogenfikserende bakterier, og hvilke utfordringer har de?
13. Beskriv de ulike trinnene i utviklingen av rotknoller på belgvekster. Hvilke signalstoffer er involvert og hva er rollen til nodgenene?
14. Hvilken fordel har belgplantene av å danne rotknoller? Hva er en bakterioide og hva skjer i disse cellene? Hva er funksjonen til leghemoglobin?
15. Cyanobakterier, mycorrhiza, *Rhizobium* og *Frankia* har viktige roller som symbionter med planter og sopp. Beskriv deres symbiotiske forhold.
16. Hvorfor er det et problem at mikroorganismer ikke effektivt kan metabolisere plast?
17. Hva mener vi med biodegradering, bioremediering, bioaugmentasjon og kompostering?
18. Du skal lage en kompost i hagen. Hvilke kriterier må oppfylles for at du raskest mulig kan lage en ferdig (moden) kompost?

19. Veksthastigheten av mikroorganismer er saktere i naturen enn i laboratoriet. Hva kan være årsakene til dette?
20. Hvorfor kobler kjemikerne klor til organiske forbindelser? Hvilke miljøeffekter kan dette ha når slike forbindelser tilføres til naturen?
21. Beskriv de ulike trinnene i et renseanlegg for kloakk.
22. Hva mener vi med BOD og hvorfor er det interessant å måle BOD i avløpsvann?
23. Hva er drivhuseffekten og hva er det som forårsaker den?

Kapittel 15 Anvendt og industriell mikrobiologi

1. Hva er det som skjer ved pasteurisering av matvarer?
2. Hvorfor må man varme opp til over 100 °C når man lager kjøttthermetikk?
3. Hva er prinsippet bak pakking i kontrollert atmosfære?
4. List opp næringsmidler som er fremstilt ved hjelp av mikroorganismer og hvilke mikroorganismer som er brukt i de ulike eksemplene.
5. Beskriv de ulike trinnene i produksjon av vin med spesielt fokus på mikroorganismenes rolle.
6. Beskriv de ulike trinnene i produksjon av øl med spesielt fokus på gjærens rolle.
7. List opp hvilke krav vi stiller til en mikroorganisme som skal benyttes til produksjon av et industriprodukt.
8. Forklar forskjellen på primære og sekundære metabolitter.
9. Termen 12 D-behandling refererer til:
 - a. Varmer tilstrekkelig til å drepe 12 bakterier.
 - b. Bruk av 12 ulike behandlinger for å konservere mat.
 - c. En 10^{12} reduksjon av antall *Clostridium* sporer.
 - d. Alle prosesser som dreper termofile bakterier.
10. Hvilken av følgende reaksjoner er ikke ønskelig når man lager vin?
 - a. Eplesyre til melkesyre.
 - b. Sukkrose til etanol.
 - c. Glukose til pyruvat.
 - d. Etanol til eddiksyre.
11. Hva mener vi med industriell mikrobiologi, og hvorfor er det viktig?

12. Hva skiller kommersiell sterilisering fra sterilisering i sykehus og laboratorier?
13. Beskriv trinnene i produksjon av ost. Hva er det som skiller produksjonen av harde og bløte oster?
14. Øl lages av vann, malt, gjær og humle. Hva er rollen til disse fire komponentene? Hva er malt?
15. Hvorfor er en bioreaktor mer egnet til å produsere antibiotika i, enn en stor flaske/tank?

Kapittel 16 Patogenitet og immunologi

1. Hva er forskjellen på patogenitet og virulens?
2. Hvilken påstand er korrekt?
 - a. Det primære målet for en patogen er å drepe verten.
 - b. Evolusjonen selekterer for den mest virulente patogene organismen.
 - c. En suksessfull patogen organisme dreper ikke verten før den har blitt overført til en ny vert.
 - d. En suksessfull patogen dreper aldri verten.
3. Definer **betennelse** (inflammasjon) og list opp dens karakteristika.
4. Beskriv hvordan **normalfloraen** hos mennesker kan beskytte mot sykdommer.
5. Hvilken rolle spiller bakteriene i tykktarmen?
6. Lag en oversikt over **medfødt immunitet** og **adaptiv immunitet**.
7. Beskriv hva **antistoffer** er, og hvilken rolle de har i immunforsvaret.
8. Beskriv **antigener** og hvilke roller de har i immunforsvaret
9. Hva er **cytokiner**?
10. Forklar hvorfor en person som har blitt frisk etter en sykdom kan pleie andre med den samme sykdommen uten å bli syk?
11. Hva mener vi med **endotoksin** og **eksotoksin**?
12. Hva er **fagocytter** og **lymfocytter**?
13. Hvorfor vaksinerer vi mennesker og dyr?
14. Hva er **epidemiologi**, **endemisk sykdom**, **epidemi** og **pandemi**?
15. Hvilke fem stadier har vi i utviklingen av kliniske symptomer på en infeksjon?
16. Hva betyr **zoonoser**?

Kapittel 17 Molekylærbiologiske metoder

1. Hva skjer når man kjører en PCR-reaksjon?
2. Hvilke steg består en PCR-reaksjon av? Beskriv hva som skjer i de ulike stegene.
3. Hvorfor må en PCR-reaksjon bestå av mange syklere?
4. Hvordan har oppdagelse av bakterien *Thermus aquaticus* revolusjonert molekylærbiologien (eller de bioteknologiske protokollene)?
5. Beskriv kort hva som karakteriserer, første-, andre- og tredjegerasjon sekvensering.
6. Hvorfor må det tilsettes små mengder dideoksybaser ved Sanger sekvensering?
7. Hvorfor kaller man sekvensering-ved-syntese for andregenerasjons sekvensering?
8. Ved sekvensering, sekvenseres ofte mange korte DNA-fragmenter (reads), hvordan kan man da få et helt genom sekvensert?
9. Hva er en ORF?
10. Hva vil det si at et gen er overlappende?
11. Plasmider som benyttes som kloningsvektorer inneholder som regel et antibiotikaresistent gen, hvorfor?
12. Hvilke fordeler har gjær som produksjonsorganismer av heterologe proteiner i forhold til prokaryote organismer?
13. Hva er forskjellen på en ekspresjonsvektor og en «shuttle-vektor»?
14. Hvordan kan bakterien *Agrobacterium tumefaciens* benyttes til å genmodifisere planter?
15. Hva er genredigering?
16. Hvorfor kan CRISPR/Cas9 systemet benyttes til å genmodifisere hvilken som helst sekvens i et genom?
17. Hva skjer når organismen benytter ikke-homolog endesammenføyning for reparere DNA-bruddet som Cas9 lager?
18. Hva er hovedforskjellen på ikke-homolog endesammenføyning og homologirettet reparasjon?
19. Definer begrepene genomikk, transkriptomikk, proteomikk.
20. Hvordan ville du gått frem for å finne proteomet i en prøve?