

Spørsmål til de ulike kapitlene i boka:

Innføring i mikrobiologi

av Arne Tronsmo, Universitetsforlaget (2016)

Kapittel 1. Introduksjon

1. Definer begrepet mikrobiologi.
2. Hvilke fire makromolekyler er hovedkomponentene i alle levende celler?
3. List opp hva som karakteriserer levende celler.
4. Hva er det som skiller de autotrofe mikroorganismene fra de heterotrofe mikroorganismene?
5. Hva var Robert Hook og Antoni van Leeuwenhoeks viktigste 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 områdene innen mikrobiologien som Louis Pasteur er mest kjent for.
9. Plasser mikroorganismene fra kolonne A i kolonne C i henhold til deres beskrivelse i kolonne B.

A	B	C
a. Archaea	Består ikke av celler	
b. Alger	Har cellevegg med kitin	
c. Bakterier	Har cellevegg med peptidoglykan	
d. Sopp	Er fotosyntetiske og har cellevegg med cellulose	
e. Protozoer	Er encellede med kompleks cellestruktur	
f. Virus	Er prokaryote uten peptidoglykan i celleveggen	

10. Hvilken av de følgende påstandene er ikke en av Kocks postulater?
 - a. Den samme patogene organismen 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. En renkultur av den patogene organismen 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 organismer 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 vekstfaktoranaloger tilfredsstillere?

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

Kapittel 2. Kjemi

1. Hvilken type binding holder følgende atomer sammen?
 - a. Na^+ og Cl^- i NaCl
 - b. Karbon og oksygen i metanol?
 - c. Oksygenatomene i O_2 ?
2. Hvorfor er vann et så godt løsningsmiddel i celler?
3. Hva er definisjonen av pH?
4. Hvordan definerer vi en sur løsning, en nøytral løsning og en basisk løsning?
5. Definer hva en buffer er og forklar hvorfor vi benytter buffere i næringsmedier for mikroorganismer.
6. Hva er karbohydratene bygd opp av og hva er den generelle formelen for dem?
7. Beskriv de 4 proteinstruktur-nivåene. 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 opp av?
10. Beskriv hva som karakteriserer lipidene og hvilken rolle de har i cellene.

Kapittel 3. Mikroskopi

1.
 - a. Hvilken nytte kan du ha av et mikroskop når du arbeider med mikroorganismer?
 - b. Hva er fordelen med differensiell farging av bakterier?

2. Fyll inn det som mangler

- a. $1\ \mu\text{m} = \underline{\hspace{2cm}}\ \text{m}$
- b. $1\ \underline{\hspace{2cm}} = 10^{-9}\ \text{m}$
- c. $1\ \mu\text{m} = \underline{\hspace{2cm}}\ \text{nm}$

3. Gram-farging er en metode som kan hjelpe oss med å skille mellom to grunnleggende forskjellige bakterie typer.

- a. Hvordan utføres denne metoden på laboratoriet?
- b. Beskriv hvilke forskjeller og likheter det er mellom den grampositive og gramnegative celletypen og hvordan dette kan forklare hva som skjer under gramfargingen.
- c. Fyll inn følgende tabell i relasjon til gramfarging

Utseende etter dette trinnet

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

4. Hvis du har et godt lysmikroskop med en oppløsningsevne på $0.3\ \mu\text{m}$, 10X okular og 100X olje-immersjonsobjektiv, vil du da kunne skille to objekter som er separert med $3\ \mu\text{m}$, $0.3\ \mu\text{m}$ eller $0.03\ \mu\text{m}$?

5. List opp de ulike hovedkomponentene i et lysmikroskop og forklar deres rolle.

6. Hva er forskjellen mellom oppløsning og forstørring.

7. Hvilke fordeler har fasekontrastmikroskopi sammenliknet med mikroskopering av fargede preparater?

8. Nevn fire ulike differensielle fargemetoder og hva de kan fortelle om bakteriene.

9. Hva er den viktigste fordelen med elektronmikroskopi sammenliknet med lysmikroskopi? Hvilken type elektronmikroskop ville du benytte hvis du skulle studere den tredimensjonale strukturen til en celle eller en organisme?

Kapittel 4. Den prokaryote og den eukaryote cellen

1. Tegn først bakterieformene til a, b, og c. Tegn så formene til d, e og f og vis hvordan de er spesialtilfeller av a, b eller c.
 - a. Korkeskruform
 - b. Stav
 - c. Kokk
 - d. Spiroket
 - e. Streptobacillus
 - f. Stafylokokk
2. Tegn en skisse av cytoplasmamembranen til en mikroorganisme innen domeneene *Bacteria* og *Archaea* og beskriv hva det er som skiller dem fra hverandre.
3. Hvorfor kan ikke cellene til en encellet organisme være avhengig av bare diffusjon for å kunne skaffe seg næring?
4. Hva er det som skiller passiv transport fra aktiv transport?
5. Beskriv forskjellen mellom enkel diffusjon, fasilitert diffusjon gjennom uspesifikke transportproteiner og fasilitert diffusjon gjennom spesifikke transportproteiner.
6. Beskriv enkel transport, gruppetransport og ABC systemet.
7. Hva er forskjellen på symport-, antiport- og uniport transport
8. Hvorfor er fysisk skade på membranen potensielt dødelig for en celle?
9. Hvorfor trenger bakteriene cellevegg? Finnes det bakterier uten cellevegg? Hvorfor kalles den rigide strukturen i celleveggen til *Bacteria* for peptidoglykan?
10.
 - 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?
11. Beskriv hva celleveggen er bygd opp av hos *Bacteria* og *Archaea*.
12. Hva er funksjonen til porinene og hvor er de lokalisert hos de gramnegative bakteriene?
13. Syntese av bakteriecellevegger.
 - a. Hva er autolysin og hvorfor er dette enzymet nødvendig i celleveggsyntesen?
 - b. Hvilken rolle har bactoprenol? Hva menes med transpeptidering og hvorfor er det viktig i celleveggsyntesen?

14. Hvorfor kalles en endospore for en hvilestruktur og ikke et spredningsorgan? Hvilke fordeler har bakterien av å kunne danne en endospore? Hvilke bakterieslekter er det som kan danne endosporer?
15. 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?
16. Hvorfor kan en prokaryot celle være mindre enn en eukaryot celle, men likevel kunne gjennomføre alle livsfunksjonene?
17. Beskriv kort hva som skiller endosporer fra en vegetativ celle og en mulige forklaring på deres evne til å motstå ekstreme forhold.
18. Beskriv struktur og funksjon til flagellene hos pro- og eukaryote organismer.
19. 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?
20. Hva er det som støtter teorien om at mitokondriene opprinnelig var en bakterie innen domenet *Bacteria*?
21. Hva er funksjonen til gassvesiklene hos akvatiske fotosyntetiske bakterier?
22. Tegn en skisse av en prokaryot celle og sett navn på de ulike strukturene. Tegn en skisse av en eukaryot celle og sett navn på de ulike organellene. Hva har eukaryote planteceller som vi ikke finner hos dyrecellene?
23. Hvilke fysiske forhold til cellen øker når cellen blir mindre?
24. Hvordan kan den lille størrelsen til prokaryotene, samt det at de er haploide, akselerere deres evolusjon?
25. Beskriv kort rollen til cytoplasmamembranen, ribosomene, mitokondriene, kloroplastene, golgiapparatet og endoplasmatisk retikulum (ER) i den eukaryote cellen
26. Hvilken nøkkelreaksjoner foregår i mitokondriene og kloroplastene og hva er hovedproduktene?
27. Livets opprinnelse.
- Beskriv kort hvordan de første levende organismene oppsto på jorda.
 - Hvilken organismer var det som først produserte oksygen til biosfæren?
28. Beskriv teorien for hvordan utviklingen var fra urcellen til den eukaryote cellen.

Kapittel 5. Mikrobiell metabolisme

1. Definer begrepene metabolisme, anabolisme og katabolisme.
2. Definer hva som menes med en redoks-reaksjon og hva som skiller følgende begreper
 - a. Aerob og anaerob respirasjon
 - b. Respirasjon og fermentering
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. Hva er ATP-utbyttet ved nedbryting av ett mol glukose ved henholdsvis fermentering, anaerob respirasjon og aerob respirasjon? Hvorfor er energiutbytte ved respirasjon høyere enn ved fermentering?
9. a. Fyll inn i vedlagte tabell med hvilke karbon- og energikilder disse typene av mikroorganismer benytter, og nevnt en representant for hver av gruppene.

Energi-produserende prosess	Vekst med/uten oksygen	Endelig elektron-akseptor	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	Energi - kilde	Karbonkilde	Eksempler på mikroorganismer
Fotoautotrof			
Fotoheterotrof			
Kjemoautotrof			
Kjemoheterotrof			

11.

- Hvorfor må organismene ha tilgang på NAD^+ ?
- Hvordan skjer dette hos en organisme som driver respirasjon?
- Hvordan skjer dette hos en organisme som driver fermentering?

12. Beskriv hva som menes med konkurrerende hemming, ikke-konkurrerende hemming 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 , FADH_2 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, kjemosmose teorien og substratnivåfosforylering?

22. Skriv opp summeformelen for fotosyntesen. Hva menes med mørkereaksjonen i fotosyntesen? Hva er oppgaven 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. Beskriv binær fisjon.
2.
 - 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 eller meget kort lagfase?
 - d. Hvorfor kommer bakteriene i en stasjonær fase?
 - e. Hvordan kan du regne ut generasjonstiden og hvilke faktorer påvirker generasjonstiden?
3.
 - 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?
4. Beskriv hvordan du lager en fortytningsserie og regner ut CFU.
5. Hvorfor er varme en effektiv steriliseringsmetode?
6. Hva mener vi med kardinaltemperaturer?
7. 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?
8. Forklar hva vi mener med direkte og indirekte metoder for måling av vekst, og gi eksempler på disse metodene.
9.
 - 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?
 - c. Gi eksempel på en mikroorganisme som kan benytte uorganisk karbon og en som må ha tilgang på organisk karbon.
 - d. Hvordan vil du anrike en:
 - aerob endosporedanner?
 - fototrof nitrogenfikserende cyanobakterie?
 - fenol-oksyderende bakterie?
10. Nitrogen og fosfor tilsettes når man ønsker å bryte ned oljesøl ved hjelp av naturlige oljedegraderende bakterier. Forklar hvorfor dette øker renseeffekten.
11.
 - a. Beskriv forskjellen på et kjemisk definert medium, komplekst medium, selektivt medium, differensielt medium og et anrikningsmedium.

- b. Under hvilke forsøksbetingelser vil du benytte komplekse eller kjemisk definerte medier?

12. **Kolbe A** inneholder *Saccharomyces cerevisiae* i en glukose-gjærekstrakt næringsløsning (GG) og er inkubert ved 30°C med rysting (aerobt). **Kolbe B** inneholder *S. cerevisiae* i en glukose-gjærekstrakt løsning inkubert anaerobt, begge i 7 dager

- Hvilken kultur produserer mest ATP?
- Hvilken kultur produserer mest alkohol?
- Hvilken kultur har den korteste generasjonstiden?
- Hvilken kultur vil få den største cellemassen?
- Hvilken kultur vil få høyeste optiske tettheten?

13. Kategoriser mikroorganismene etter deres forhold til oksygen. Hvordan kan noen anaerobe organismer unngå skade fra giftige former av oksygen?

14. Hva er forskjellen på en renkultur og en anrikningskultur?

15. Hva er forskjell på sporelementer og vekstfaktorer?

16.

- Hva er basisen for anrikningskultur-teknikken? Hvorfor er et anrikningsmedium vanligvis bare egnet for å anrike en viss gruppe eller grupper av mikroorganismer?
- 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
CaCl ₂	10 mg
Mikroelementer	

- Hvilke bakterier kan du dyrke, om du i tillegg tilsetter NH₄Cl?
- Hvilke bakterier kan du dyrke om du foruten NH₄Cl også tilsetter glukose?

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

18. Definer hva vi mener med psykrofile, mesofile, termofile og hypertermofile organismer. Hvordan vil du gå fram for å bestemme optimumstemperaturen til en psykrofil organisme?

Kapittel 7. Kontroll av 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 en 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 genrepressjon 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. Presiser forskjellen mellom en mutasjon og en mutant.
7. Hvorfor er en leserammeforskyvning mer alvorlig enn en missens-mutasjon?
8. Hvorfor sier vi at Ames-testen måler en tilbake-mutasjon
9. Sett sammen følgende eksempler på mutagener:

a. En mutagen som fører til insersjon	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 hyperreaktive 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	

10. Hvorfor er mutasjon og rekombinasjon viktig i prosessen for naturlig seleksjon og evolusjon av organismer?
11. Hvilket begrep hører sammen med hvilken beskrivelse?
 - a. Konjugasjon, b. Translasjon, c. Transformasjon, d. Transduksjon, e. Transkripsjon
 - 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.

12. Beskriv forskjellen på generell og spesialisert transduksjon.
13. 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
14. Hva menes vi med transposoner?
15. Hva mener vi med quorum sensing? Gi eksempler.

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. Hva av de følgende påstandene om vitenskapelig nomenklatur er ikke sann?
 - a. Ble lansert av Carl von Linné
 - b. Hvert navn er spesifikt for arten
 - c. Navnene er standardisert
 - d. Navnene varierer med geografisk funnsted
 - e. Navnet består av slektsnavn og et spesifikt navn for arten
5. Beskriv kort hvilke metoder/tester som kan benyttes for å klassifisere mikroorganismer.
6. Fylogenetiske tre eller stamtre kan være med «rot» eller uten «rot». Hva er forskjellen på disse to stamtrærne?
7. Hvordan lager man DNA-fingeravtrykk av en mikroorganisme?
8. Beskriv ulike fenotypiske karakteristika av taksonomisk verdi som kan benyttes for å karakterisere prokaryote organismer.
9. Bruk følgende valg for å besvare spørsmål I og II:
 - a. *Proteobacteria* (gram-negativ bakterie), b. *Animalia*, c. Sopp, d. Plante, e. *Firmicutes* (gram-positiv bakterie)
 - I. Til hvilken gruppe vil du plassere en multicellulær organisme som har munn og er patogen på mennesker?

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

10. Bruk følgende valg for å besvare spørsmål I og II:

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

I. Hva blir funnet i alle tre domener?

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

II. 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 prokaryote mikroorganismer

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 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 aerobe metanotrofe bakterier 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 til bevegelsen til spiriller og spiroketer?
13. Beskriv livssyklusen til stilkbakterien *Caulobakter*, den knoppskytende bakterien *Hyphomicrobium* og «sheated» *Proteobacteria*.
14. Beskriv hva som skiller *Bacteria* og *Archaea*.
15. Lag en tabell som viser de ulike karakteristika til *Archaea*-divisjonene *Euryarchaeota*, *Thaumarchaeota* og *Crenarchaeota*.
16. Beskriv hva som karakteriserer organismer som kan leve ved høy temperatur.
17. List opp hva som karakteriserer de seks klassene innen *Proteobacteria*
18. Lag en tabell som viser karakteristika og eksempelbakterier innen de gram-positive bakteriedivisjonene *Firmicutes*, *Tenericutes* og *Actinobacteria*.
19. Hva er det som karakteriserer *Enterobacteriales*? Gi eksempler på bakterier innen denne gruppen.

20. Hva er karakteristika til de grampositive i forhold til de gramnegative bakteriene?
21. Diskuter de unike særegenhetene til *Mycoplasma*, *Cyanobacteria* og *Mycobacteria*.
22. Hvilke fire bakteriedivisjoner innen *Bacteria* inneholder flest karakteriserte arter?

Kapittel 11. Eukaryote mikroorganismer

1. Beskriv hvilke kjennetegn som kan benyttes for å klassifisere eukaryotene.
2.
 - a. Beskriv hva som karakteriserer *Protozoa*.
 - b. Lag en tabell over hva som kjennetegner til de seks gruppene innen *Protozoa*.
3.
 - a. Hva er det som skiller cellulære slimsopper fra de acellulære?
 - b. Hvordan klarer de acellulære slimsoppene å overleve ugunstige forhold?
4.
 - a. Beskriv hva som karakteriserer *Chromista*.
 - b. Lag en tabell over hva som kjennetegner diatomeene, gullalgene, eggsporesoppene, brunalgene, svepeflagellatene, silicoflagellatene og gulalgene.
5. Hvilken egenskap 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. Hvilke av de følgende påstandene er sanne 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 (<i>Fungi</i>)	<i>Bacteria</i>
Celletype	Eukaryot	Prokaryot
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 noe gjær ha begge celleformene?
 - c. Hva er rhizomorfer og hvilken nytte har sopp av å kunne danne rhizomorfer?
10. Lag en oversikt over hva som karakteriserer de ulike soppgruppene.
11.
 - a. List opp de ulike typer av seksuelle sporer hos sopp.
 - b. Er konidiene aseksuelle eller seksuelle sporer?
12. Hvordan skiller Oomycetene (eggsporesoppene) seg fra sopp?
13. Gi en mulig forklaring på hvorfor *Penicillium* vil lage penicillin selv om den ikke kan bli infisert av en bakterie?
14. Diskuter kort sopp sin rolle i naturen.
15. Under hvilke forhold er gjær respektive hyfer den fordelaktige formen for vekst hos sopp?
16. Hva mener vi med mycorrhiza? Beskriv hva som er forskjellen mellom endomycorrhiza-soppene og ektomycorrhiza-soppene. Hvilke fordeler har plantene av å ha symbiose med mycorrhiza-soppene?
17. Nevn noen bioteknologiske anvendelser av sopp.
18. Diskuter kort lav sin rolle i naturen.
19. Definer begrepene symbiose, parasittisme og mutualisme og nevnt eksempler på organisme(r) i disse tre gruppene.

Kapittel 12. Virus, viroider og prioner

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.
6. Forklar de ulike stegene som ligger bak en ett stegs vekskurve for virus.
7. Beskriv den lytiske og lysogene syklusen til T4-bakteriofagen.
8. Hva er forskjellen på generell og spesialisert transduksjon?
9. Plasser det påfølgende i den mest sannsynlig rekkefølgen ved biosyntese av en bakteriofag etter at fag DNAet har kommet inn i vertscellen;
 1. Fag-lysozym, 2. mRNA, 3. DNA, 4. Virale proteiner, 5. DNA polymerase
 - a. 5,4,3,2,1
 - b. 1,2,3,4,5
 - c. 5,3,4,2,1
 - d. 3,5,2,4,1
 - e. 2,5,3,4,1
10. Muligheten for at et virus skal kunne infisere en organisme er regulert av:
 - a. celletype
 - b. vertsorganismen
 - c. om verten har alle faktorer som er nødvendig for virusreplikasjon
 - d. tilgjengelige festepunkter
 - e. alle punktene over
11. Hvilke 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. Plasser i riktig rekkefølge når de blir dannet inne i en vertscelle:
 1. Kapsid 2. Infektive fagpartikler 3. Fag-nukleinsyre
 - a. 1,2,3
 - b. 3,2,1

- c. 2,1,3
- d. 3,1,2
- e. 1.3.2
- f. 2,3,1

13. Hva er det som karakteriserer retrovirusene?

14. Definer viroider og prioner.

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 antibiotikaresistensmekanismer 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. Hvilken av de følgende virkningsmekanismene er ikke fungicidale?
 - a. Inhibering av peptidoglykan-syntese
 - b. Inhibering av mitose
 - c. Skade på plasmamembranen
 - d. Inhibering av nukleotid biosyntese
 - e. Ingen av de nevnte
6. Definer begrepene kjemoterapi, antibiotika og selektiv toksisitet.
7.
 - a. Hvem oppdaget penicillin, og hvordan skjedde det?
 - b. Hvordan virker penicillin?
 - c. Hva betyr semisyntetisk penicillin og hvorfor lager man semisyntetisk penicillin?
8. Hva mener vi med bredspektret og smalspektret antibiotika og hvilke fordeler og ulemper har de?
9. Nevnt de viktigste kriteriene som må tilfredsstilles fra oppdagelsen av et antibiotika til at det kan selges som medisin.
10. Hva er det felles problemet man må ta hensyn til når man utvikler antivirale, antifungale, og antiprotozoale medisiner?

Kapittel 14. Mikrobiell økologi

1. Definer begrepet økologi.
2. List opp de tre kategoriene for energiflyten i økosystemene.
3.
 - a. Hva er prinsippet bak Winogradsy-kolonnen og hvilken type organismer kan den anrike?
 - b. Hvordan kan man benytte en Winogradsy-kolonne for å anrike organismer fra ekstreme omgivelser, for eksempel varme kilder?
4. Hvordan skiller CARD-FISH seg fra FISH? Hva kan CARD-FISH fortelle deg som ikke FISH kan?
5. Forklar begrepene metagenomikk, metatranskriptomikk og metaproteomikk. Diskuter fordelene med metagenomikk i forhold til kulturbaserte teknikker for å bestemme mikrobiell diversitet?
6.
 - 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.
7. List opp noen nøkkelressurser og omgivelser mikroorganismer må ha for å kunne vokse i sitt habitat.
8. Gi en beskrivelse av karbonsyklusen i naturen og hvordan den påvirkes av menneskelig aktivitet.
9.
 - a. Gi en beskrivelse av nitrogensyklusen og nevne bakterieslekter som tar del i de ulike trinnene.
 - b. Hva er det som skiller nitrifikasjon- og denitrifikasjonsprosessen?
10. Hva er nitrogenfiksering og hvorfor er det viktig i nitrogensyklusen? Hvilke organismer kan fikse nitrogen? Hva kalles de to hovedgruppene av nitrogenfikserende bakterier? Nevn noen eksempler. Hvilke utfordringer har anaerobe og aerobe nitrogenfikserende bakterier?
11. Beskriv de ulike trinnene i utviklingen av rotknoller på belgvekster. Hvilke signalstoffer er involvert og hva er rollen til nodgenene?
12. Hvilken fordel har belgplantene av å danne rotknoller? Hva er en bakterioide og hva skjer i disse cellene? Hva er funksjonen til leghemoglobin?

13. Cyanobakterier, mycorrhiza, *Rhizobium* og *Frankia* har viktige roller som symbionter med planter og sopp. Beskriv kort deres symbiotiske forhold.
14. I svovelsyklusen bryter mikrobene ned organiske svovelforbindelser, som for eksempel (a) _____ til H_2S , som kan oksideres av *Thiobacillus* til (b) _____. Dette ionet kan assimileres og benyttes av (c) _____ til å syntetisere aminosyrer. Eller det kan reduseres av *Desulfovibrio* til (d) _____. H_2S benyttes av fototrofe bakterier som elektrondonor for å syntetisere (e) _____. Det svovelholdige endeproduktet er (f)_____.
15. Hva mener vi med bioremediering, bioaugmentasjon og kompostering?
16. Du skal lage en kompost i hagen. Hvilke kriterier må oppfylles for at du raskest mulig kan lage en ferdig (moden) kompost?
17. Veksthastigheten av mikroorganismer er saktere i naturen enn i laboratoriet. Hva kan være årsakene til dette?
18. Hvorfor kobler kjemikerne klor til organiske forbindelser? Hvilke miljøeffekter kan dette ha når slike klorerte forbindelser tilføres til naturen?
19. Beskriv de ulike trinnene i et renseanlegg for kloakk.
20. Hva mener vi med BOD og hvorfor er det interessant å måle BOD i avløpsvann?
21. 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 eksempler på næringsmidler som er fremstilt ved hjelp av mikroorganismer og hvilke mikroorganismer som blir benyttet?
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 12D-behandling refererer til:
 - a. Tilstrekkelig varme 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. Hvilke av følgende reaksjoner er ikke ønskelig når man lager vin?
 - a. Eplesyre til melkesyre
 - b. Sukrose 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 fremstilles fra 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 biomasse eller nyttige kjemikalier/molekyler 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 de mest virulente patogene organismene.
 - c. En suksessfull patogen 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 hva som karakteriserer en betennelse.
4. Hvilken rolle spiller bakteriene i tykktarmen?
5. Lag en oversikt over medfødt immunitet og adaptiv immunitet.
6. Beskriv hva vi mener med medfødt immunitet. Er det generelle strukturer eller artsspesifikke strukturer fagocytene kan gjenkjenne på bakteriesoverflatene? Nevn eksempler på slike strukturer hos gram-negative og gram-positive bakterier.
7. Beskriv antigener og hvilke rolle de har i immunforsvaret.
8. Beskriv hva antistoffer er og hvilke rolle de har i immunforsvaret.
9. Hva står HLA for og hva er dens funksjon? Hvilken T-celletype interagerer med HLA klasse I? Hvilken T-celletype interagerer med klasse II?
10. Forklar funksjonen til følgende celletyper: Cytotoksiske T-celler (T_c), T hjelpeceller (T_H), og regulatoriske T-celler (T reg).
11. Hva er et cytokiner?
12. Hvordan kan menneskekroppen produsere 1-10 billioner ulike antistoffer med omlag 23.000 ulike gener?
13. Forklar hvorfor en person som har blitt frisk etter en sykdom kan pleie andre med den samme sykdommen uten å bli syk?
14. Hva mener vi med et endotoksin? Et eksotoksin?
15. Hvor dannes og modnes B-cellene og hva er deres funksjon? Hvor dannes og modnes T-cellene? Hvilken tre grupper av T-celler har vi?
16. Hvordan aktiveres T-hjelpecellene (T_H) og de cytotoksiske T-cellene? Hvilken rolle har de regulatoriske T-cellene?
17. Gi en oversikt over de fem typene av hvite blodlegemer (leukocytene) og beskriv hvilken rolle de har i immunforsvaret.

18. Hvorfor vaksinerer vi mennesker og dyr?
19. Hva er epidemiologi, endemisk sykdom, epidemi og pandemi?
20. Hvilken fem stadier har vi i utviklingen av kliniske symptomer på en infeksjon?
21. Hva betyr zoonoser?

Kapittel 17. Molekylærbiologiske metoder

1. Hva er et restriksjonsenzym? Hvorfor vil ikke tilstedeværelsen av et restriksjonsenzym i en celle føre til degradering av eget DNA?
2. Hvordan har oppdagelse av bakterien *Thermus aquaticus* revolusjonert molekylærbiologien (de molekylærbioteknologiske protokollene)?
3. Beskriv basisprinsippene for amplifisering (kopiering) av DNA ved hjelp av PCR.
4. Definer kloning i molekylærbiologien.
5. Hva er en vektor og hva kan den benyttes til?
6. Gensløyd er avhengig av vektorer. Beskriv egenskapene til en godt designet kloningsvektor.
7. Hva er en ORF?
8. Hva er forskjellen på en ekspresjonsvektor og en «shuttle-vektor»?
9. Hva er et Ti-plasmid og hvordan kan det benyttes til gensløyd?
10. Definer begrepene genomikk, proteomikk, metagenomikk og metabolomikk og systembiologi.