

## MAL SENSORVEILEDNING

Sensorveiledning utarbeides av den/de som lager oppgavesettet til den aktuelle eksamen og utarbeides samtidig med eksamensoppgaven.

Sensorveiledningene skal være tilgjengelige for studentene etter at karakterer er fastsatt, jf. UH-loven § 5-3 (3) - <https://lovdata.no/lov/2005-04-01-15/§5-3>.

### Generell info

Emneinformasjon	<b>I emnet skal studentene tilegne seg kunnskap om hvordan kroppen utnytter energien i maten vi spiser til å opprettholde homeostase og utføre fysisk aktivitet. Studentene skal tilegne seg kunnskaper om hvordan karbohydrater, fett og proteiner metaboliseres, og forstå hvordan aktiviteten av enzymer reguleres. Studentene skal forstå hvordan ulike organer og nervesystemet bidrar til å regulere kroppens energimetabolisme.</b>
Emnekode	THP204
Emnenavn	Metabolisme
Studieår semester	2024 - Vår
Studiepoeng	10
Emneansvarlig	JJ
Eksamenstype	3 timers individuell skriftlig eksamen (skole). Gradert karakter (A-F).

Malen tilpasses eksamenstype/vurderingsform.

Dokumenter som skal være tilgjengelig for sensor

- Eksamensoppgave (dersom den ikke følger i WISEflow)
- Emneplan eller fagplan
- Informasjon som er gitt til studentene om den konkrete eksamen

### Læringsutbytte

Hvilke læringsutbyttebeskrivelser er eksamensoppgaven knyttet til?

Studenten skal etter gjennomført emne kunne:

gjøre rede for hvordan kroppen metaboliserer energisubstrater

forklare hvordan forskjellige organer bidrar til metabolsk regulering og hvordan enzymer virker

vurdere hvordan ernæringen bidrar til helse og sykdom

beskrive hvordan kroppen metaboliserer karbohydrat, fett og proteiner

drøfte tiltak som reduserer risiko for metabolske sykdommer

anvende kunnskapene til å vurdere energiforbruket ved trening

## Pensum/fagstoff

Henvis til de mest aktuelle delene av pensum/fagstoff knyttet til eksamensoppgaven.

Lippincott's Illustrated Reviews – Biochemistry (Abali et al. 8. Edition)

## Undervisning

Forelesningsplan og/eller timeplan følger vedlagt. Hvis aktuelt, kan kommentere vektleggingen av ulike deler av pensum i undervisningen, hvilke undervisningsmetoder som er brukt, og ev. annen informasjon om gjennomføringen av undervisningen/emnet som er relevant for å kunne vurdere besvarelsene på en best mulig måte. Ved selvstendige oppgaver, har studentene fått veiledning underveis?

Der er satt opp 14 forelesninger og tilsvarende antall oppgavetimer.

Temaer og pensum for timene:

- Uke 1. Introduksjon til Metabolisme – «Energy for life» og aminosyrer. (Kapittel 1)
- Uke 2. Aminosyrer og oppbygging av proteiner (Kapittel 2 – lidt fra Kapittel 3 & 4)
- Uke 3 Enzymer og regulering av enzymaktivitet (Kapittel 5)
- Uke 4 Energi og Oksidativfosforylering (Kapittel 6)
- Uke 5. Karbohydrater & glykolysen (Kapittel 7 & 8)
- Uke 6. Krebs syklus (Kapittel 9)
- Uke 7. Glukoneogenese (Kapitel 10)
- Uke 9. Glykogenmetabolisme (Kapittel 11)
- Uke 10. Lipolyse (Kapittel 15)
- Uke 11. De novo lipogenese (Kapittel 16)
- Uke 12. Protein metabolisme (Kapittel 19 & 20)
- Uke 17. Metabolske effekter av insulin og glukagon (Kapittel 23)
- Uke 18. Faste – spise syklus (Kapittel 24)
- Uke 19. Diabetes & Overvekt/Obesity (Kapittel 25 & 26)

## Fasit/Løsningsforslag/ Vurderingskriterier

Ved konkrete svaralternativ, definer hva kandidaten må ha med i svaret sitt for å svare på hver oppgave, f.eks. i form av fasit, eller moment fra pensum i disiplinbaserte eksamener/muntlige eksamener. Ved individuelt utformede oppgaver, definer punkt/moment oppgaven bør inneholde. Hvilke forventninger er det til et A-svar, et godt gjennomsnittlig svar (altså C-svar) og et E-svar? Ved karakterskala bestått/ikke bestått, hva må være med for å bestå eksamen?

Eksamen THP204 – Metabolisme.

Våren 2024

Oppgavesettet består av 6 (seks) oppgaver som vekter likt.

Forslag til disposisjon av de 3 timer som er til rådighet: Bruk ca. 30 min på hver besvarelse.

Det er mulig å inkludere tegninger i besvarelsen.

Oppgave 1. Kortsvarsoppgaver. Spørsmålene kan besvares med et enkelt ord eller en setning.

- 1) Hva beskriver den primære struktur av proteiner? **Svar:** Aminosyre rekkefølgen.
- 2) Enzymkinetikk: Hva beskriver  $K_M$ ? **Svar:** Konsentrasjonen av substrat som gir 50% av maksimal enzymaktivitet. Evt. Affinitet for substrat.
- 3) Hva er en favorabel reaksjon? **Svar:** En reaksjon som vi foregå spontant/negativ endring i fri Gibbs energi/exergonic/reaksjon som frigjør energi.
- 4) Hvilken funksjon har fosfataser? **Svar:** Fjerner fosfat fra proteiner og andre molekyler.
- 5) Hvilken aminosyre brukes for å syntetisere adrenalin? **Svar:** Tyrosin
- 6) Hvilken reaksjon katalyserer fosfofruktokinase-1 (PFK-1)? **Svar:** Fruktose 6-fosfat + ATP → Fruktose 1,6-bisfosfat + ADP
- 7) Hvilken reaksjon katalyserer enolase? **Svar:** 2-Fosfoglyserat → fosfoenolpyruvat
- 8) Hvordan beregnes kroppsmasseindeks (KMI eller BMI)? **Svar:** Vekt/(høyde i m)<sup>2</sup>
- 9) Hva transporterer SGLT-1? **Svar:** Glukose (Na<sup>+</sup> avhengig)
- 10) Nevn en metabolitt som aktiverer glykogen syntase allosterisk. **Svar:** Glukose 6-fosfat.
- 11) Hvilket enzym spalter urea fra arginin? **Svar:** Arginase-1
- 12) Hvilke molekyler binner peptidbindinger sammen? **Svar:** Aminosyrer
- 13) Hvilket molekyl leverer elektroner til kompleks 1 i elektrontransportkjeden? **Svar:** NADH
- 14) Er tryptofan en aminosyre? **Svar:** Ja.
- 15) I hvilket vev dannes leptin? **Svar:** Fettvev.
- 16) Hvilken funksjon har leptin? **Svar:** Regulerer sultfølelse.

Oppgave 2. Kortsvarsoppgaver. Hvert spørsmål kan gi to (2) poeng. Spørsmålene kan besvares med en eller to setninger.

- 1) Nevn to forgrenede aminosyrer. **Svar:** Leucin, valin, isoleucin.
- 2) Hva skjer med elektronene som transporteres i elektrontransportkjeden? **Svar:** Reagerer med O<sub>2</sub> og danner H<sub>2</sub>O.
- 3) Forklar hvordan fettsyrer er oppbygget. **Svar:** En hydrokarbonkjede og en karboksylgruppe. (Evt. karbon, hydrogen og oksygen)
- 4) Beskriv reaksjonen hexokinase katalyserer. **Svar:** Glukose + ATP → Glukose 6-fosfat + ADP
- 5) Nevn de to viktigste metabolitter som hemmer pyruvatdehydrogenase (PDH). **Svar:** NADH og acetyl-CoA.
- 6) Nevn to enzymer som PKA fosforylerer. **Svar:** F.eks. pyruvat kinase, glykogenfosforylase kinase eller hormonsensitiv lipase (HSL).
- 7) Nevn to viktige substrater for glukoneogenesen. **Svar:** Laktat, glyserol og alanin.
- 8) Beskriv reaksjonen som glutamat dehydrogenase katalyserer. **Svar:** Glutamat + NAD<sup>+</sup> → α-ketoglutarate + NADH + NH<sub>3</sub>

Oppgave 3. De fire underspørsmål teller 4 poeng hver. Det forventes et forholdsvis grundig svar, men ikke at alle detaljer forklares.

- Forklar hvordan aminogruppen fra aminosyrer utskilles. De viktigste molekyler og reaksjoner som er involvert skal nevnes. **Svar:** Det skal forklares at aminogruppen hovedsakelig utskilles som urea i urinen. Det skal forklares at aminotransferase flytter aminogruppene før de til slutt går inn i ureasyklen. Ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) og aspart bør nevnes sammen arginin og arginase.
- Beskriv kort  $\beta$ -oksidasjonen. **Svar:**  $\beta$ -oksidasjonen er prosessen hvor karbonene i fettsyrer avspaltes som acetyl-CoA. De 4 enzymer som katalyserer  $\beta$ -oksidasjonen bør nevnes sammen de 4 intermediater. Det bør nevnes at  $\beta$ -oksidasjonen foregår i mitokondriene og der fanges elektroner som inngår i elektrontransportkjeden.
- Beskriv kort hvordan ketonlegemer dannes. **Svar:** Det skal forklares at ketonlegemene syntetiseres ved at to acetyl-CoA kondenserer og at det via henholdsvis to og tre reaksjoner dannes acetoacetat og  $\beta$ -hydroxybutyrate. Ketogenese foregår i leveren.
- Forklar når og hvorfor ketonlegemer er viktige energisubstrater. **Svar:** Ketonlegemer dannes under faste og ved ubehandlet diabetes. Under faste reduseres tilgjengeligheten av glukose og hjernen kan bruke ketonlegemer som energisubstrat. På denne måte blir energien fra fett tilgjengelig som energi for hjernen.

Oppgave 4. De fire underspørsmål teller 4 poeng hver. Det forventes et forholdsvis grundig svar, men ikke at alle detaljer forklares.

- Beskriv reaksjonene som kreves for inkorporering av glukose i glykogenmolekylet. **Svar:** Det skal forklares at glukose omdannes til glukose 6-fosfat som muteres til glukose 1-fosfat som videre reagerer med UTP så det dannes UDP-glukose som er substrat for glykogen synthase og inkorporering av glukosemolekyler i glykogenpartiklet. Enzymene skal nevnes, men det forventes ikke at forgreningen av glykogen forklares.
- Forklar hvordan glukagon aktiverer glykogen fosforylase. **Svar:** Glukagon binder seg til sin reseptor og aktiverer adenylatsyklase så det dannes cAMP intracellulært. cAMP aktiverer PKA som fosforylerer og aktiverer glykogen fosforylase kinase som igjen fosforylerer og aktiverer glykogen fosforylase.
- Forklar hvordan konsentrasjonen av fruktose 2,6-bisfosfat reguleres og hvilken funksjon molekylet har. **Svar:** Fruktose 2,6-bisfosfat dannes av fosfofruktokinase-2 (PFK-2) og nedbrytes av fruktose 2,6-bisfosfatase (). Det er samme protein som begge enzymaktiviteter (bifunctional-protein) og aktiviteten reguleres ved fosforylering av PKA. Det kan forklares at glukagon og adrenalin regulerer denne fosforylering. Fruktose 2,6-bisfosfat er viktigste allosteriske aktivator av PFK-1 og hemmer aktiviteten av fruktose 1,6-bisfosfatase.
- Forklar hvordan mitokondriene syntetiserer ATP via oksidativ fosforylering. **Svar:** ATP synthase syntetiserer ATP fra ADP og uorganisk fosfat (Pi). ATP synthase får energien til ATP syntese fra den elektrokjemiske (proton) gradient over mitokondrienes indre membran. Den elektrokjemiske gradient dannes/opprettholdes av elektrontransportkjeden.

Oppgave 5. Forklar hvordan insulin stimulerer glukoseopptak i skjelettmuskler. Beskrive videre hva som er årsak til type 1 diabetes og hvordan ubehandlet type 1 diabetes påvirker metabolismen. Funksjonen av insulin på sentrale organer bør nevnes.

**Svar:** Insulin stimulerer glukoseopptak i muskler ved å translokere GLUT4 fra intracellulære vesikler til cellemembranen. Det skal nevnes at insulinreseptoren er en tyrosinkinase som aktiverer PI3-kinase. Type 1 diabetes er en auto-immun sykdom hvor beta-cellene ødelegges. I fravær av insulin øker plasma konsentrasjonen av glukose, FFA, ketonlegemer og triglyserid (TG). Disse endringer skyldes at insulin normalt stimulerer glukoseopptak i musklene og hemmer glukoseproduksjon i leveren. Insulin hemmer også lipolysen i fettvev. Mangel på insulin fører til økt konsentrasjon av FFA og produksjon av ketonlegemer. Den økte konsentrasjon av TG skyldes den økte tilgjengelighet av FFA og manglende aktivering av lipoproteinlipase (LPL).

Oppgave 6. Beskriv reaksjonene i Krebs syklus. Besvarelse skal nevne metabolitter og enzymene som katalyserer reaksjonene. De fire (4) dehydrogenase-reaksjoner skal beskrives i detaljer med alle involverte metabolitter/molekyler og elektronbærere skal inkluderes i besvarelsen.

Det er lov å tegne en figur som en del av besvarelsen.

**Svar:** Det forventes at studentene beskriver metabolittene og enzymene i Krebs syklus og hvordan acetyl-CoA kondenserer med oksaloacetat og danne sitrat (sitronsyre). Studentene skal beskrive enzymene som regulerer fluksen i Krebs syklus er iser isositrat-dehydrogenase,  $\alpha$ -ketoglutarate-dehydrogenase.  $\alpha$ -ketoglutarate-dehydrogenase bruker CoA for dannelse av succinyl-CoA. Aktiviteten av isositrat-dehydrogenase og  $\alpha$ -ketoglutarate-dehydrogenase spalter av  $\text{CO}_2$  samtidig som  $\text{NAD}^+$  reduseres. aktiviteten av enzymene hemmes bl.a. av  $\text{NADH}$  og aktiveres an  $\text{Ca}^{2+}$ . Succinatdehydrogenase overføre elektroner til FAD så det dannes  $\text{FADH}_2$ . Malat-dehydrogenase reduserer  $\text{NAD}^+$  til  $\text{NADH}$ .

Videre bør studentene forklare at det er i Krebs syklus at den endelige oksidasjon av energisubstrater forgår og elektronene til elektrontransportkjeden blir overført til elektronbærere. Krebs syklus foregår i mitokondriene.

## Bruk av kunstig intelligens

Sensorveiledningen må si noe om hvordan sensor skal forholde seg dersom studenten i tråd med [APA-7 i kapittelet om KI-generert tekst](#) har oppgitt at KI-verktøy er har generert deler av innholdet (dvs. påstander, statistikk, argumenter, ideer, kunstverk, koding eller lignende). Følgende er standard tekst, som kan **justeres** eller **erstattes** med emneretningslinjer for bruk av KI-verktøy dersom dette er utarbeidet.

«Iht. APA-7 i kapittelet om KI-generert tekst skal studentene kort beskrive om de har benyttet og i tilfelle hvordan de har brukt verktøyet. Sensor skal vurdere det arbeidet som er presentert i eksamensinnleveringen/masteroppgaven, og bruk av KI-verktøy skal verken telle positivt eller negativt.»

Ikke relevant – eksamen er skriftlig skoleeksamen.

## Veiledende mal for innhold

- **Overordnede kriterier for vurdering:** Læringsutbyttebeskrivelser og/eller vurderingskriterier satt for den enkelte eksamen (f.eks. praktisk eksamen/muntlig eksamen, bachelor-/masteroppgaver og andre større oppgaver).
- [Generelle karakterbeskrivelser for UH-sektoren](#) (UHR 6. august 2004, rev. 2011), eller beskrivelse av krav til **bestått/ikke bestått karakter** (avhengig av karakteruttrykk for den enkelte eksamen)
- **Relevant pensum for oppgavesettet.** Ved konkrete spørsmål oppgis pensumreferanse til det enkelte spørsmål
- **Forventninger til besvarelse.** Ved eksamener med flere konkrete spørsmål beskrives forventninger til hva som gir full uttelling på det enkelte spørsmål, evt. hva som forventes for bestått besvarelse. Spørsmålsstillingen vil avgjøre hvor konkret sensorveiledningen kan utformes. Hvis det brukes poenggiving som hjelpemiddel i vurderingen, beskrives i grove trekk hvordan poengene fordeles.
- **Bruk av faglig skjønn – helhetlig vurdering** bør presiseres, opp mot generelle karakteruttrykk og/eller vurderingskriterier for den aktuelle eksamenen
- **Andre forhold av betydning for vurdering.** (F.eks. hvis oppgaver skal vektas ulikt, hvis noe av pensum er mindre vektlagt enn andre deler, evt. plagiatkontroll m.m.)