

Oppgavesettet består av 6 (seks) oppgaver som vektet 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 er enheten for energi i mat? **Svar: kcal eller kJ**
2. Nevn 5 aminosyrer. **Svar: Fritt valg mellom aminosyrene.**
3. Hvilke reaksjoner katalyserer dehydrogenaser? **Svar: Oksidasjon-reduksjon reaksjoner; overføre elektroner vil også bli ansett korrekt svar.**
4. Hva hedder enzymer som nedbryter proteiner? **Svar: Proteaser eller proteinaser.**
5. Hvorfor er ATP viktig for alle celler? **Svar: Energisubstrat for reaksjoner nødvendig for liv.**
6. Hvilket molekyl leverer elektroner til elektron transportkjeden? **Svar: NADH. FADH₂ vil også være riktig svar.**
7. Nevn et ketonlegeme. **Svar: Hydroxybutyrate (β/3-hydroxybutyrate) eller acetoacetate.**
8. Kan leverceller (hepatocytter) oksidere ketonlegemer **Svar: Nei**
9. Hvilken reaksjon katalyserer hexokinase? **Svar: Glukose + ATP → glukose 6-P + ADP. Fosforilyering av glukose eller tilsvarende aksepteres som korrekt svar.**
10. Forklar hva det betyr at en reaksjon er favorabel (exergonic)? **Svar: Reaksjonen frigjør energi.**
11. Hvilke molekyler binder glykosidbindinger sammen? **Svar: monosakkarider (glukose anses også som korrekt svar)**
12. Hvordan er triglyserid oppbygget? **Svar: Glycerol + 3 fettsyrer**
13. Hvilken aminosyre er substrat for arginase når urea dannes? **Svar: Arginin**
14. Hvordan beregnes kroppsmasseindeks (BMI)? **Svar: vekt (kg)/Høyde (m) i annen potens; kg/m² anses også som korrekt.**
15. Nevn et medikament (ut over insulin) som brukes til behandling av type 2 diabetes. **Svar: Metformin, sulfunylurea, GLP-1, inhibitorer av α-glukosidase eller SGLT1.**
16. Hva er HbA_{1c} et mål for? **Svar: glykosylering av hemoglobin eller varianter av forklaring av glukosekonsentrasjon over tid; «langtidssukker».**

Oppgave 2. Kortsvarsoppgaver. Hvert spørsmål kan gi to (2) poeng ved utfyllende svar. Oppgavene kan fortsatt besvares i 1-2 setninger.

1. Hvordan er aminosyrer oppbygget? **Svar: Amino- og karboksyl gruppe; 2 poeng: litt om sidegruppen.**
2. Nevn forskjellige måter aktiviteten av enzymer reguleres. **Svar: kovalent (fosforilyering), allosterisk, ekspresjon, translokasjon. pH aksepters også. 2 poeng: 3 reguleringsmåter.**
3. Hvilken fysiologisk betydning har det at et enzym har høy affinitet for et substrat (lav K_M)? **Svar: Høy affinitet betyr at der er betydelig fluks ved lave konsentrasjonen; det betyr igjen (ETC) at konsentrasjonen av substrat kan være lav. Det betyr også at regulering av aktivitet via endring av substratkonsentrasjon er begrenset.**

4. Hvilken funksjon har koenzym Q (ubiquinone/Q10)? **Svar: transporterer elektroner mellom kompleks 1 og kompleks 3 i ETC. 2 poeng. Transporten fra kompleks 2 skal også nevnes.**
5. Hvordan er glykogenpartikkelen oppbygget? **Svar: mange glukosemolekyler bunnet sammen; 2 poeng: α -1-4 glykosid-bindinger skal nevnes og forgreninger via α -1-4 glykosid-bindinger skal nevnes.**
6. Hvordan syntetiserer ATP-synthase ATP og hvor kommer energien til ATP syntese fra? **Svar: $ADP + P_i$; energien kommer fra proton-gradienten (chemiosmotic coupling)**
7. Nevn to hormoner som stimulerer glykogen nedbrytningen i lever. **Svar: Glukagon og adrenalin.**
8. Nevn årsaker til overvekt. **Svar: Ubalanse mellom matinntak og aktivitet. Genetiske årsaker bør nevnes som en del av et utfyllende svar som gir 2 poeng.**

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

1. Forklar kort hvordan aminogruppen (nitrogen) fra aminosyrer blir overført til urea og utskilt. **Svar: Det skal forklares at 1) amino-transferaser flytter aminogrupeer mellom aminosyrer og α -ketosyrer, 2) Glutamat kan deamineres oksidative, 3) NH_3 omdannes til karbomoylfosfat som overfører nitrogen til ornitin, 4) aspartat bidrar med amino-gruppe (kondenserer med citrulin) til urea syklus og 5) urea spaltes av arginin. Urea-sykkelen foregår i leveren. For 4 poeng trenges ikke en fullstendig forklaring av urea syklus.**
2. Forklar kort β -oksidasjonen. **Svar: Fettsyrene aktiveres (binder CoA) og transporteres inn i mitokondriene. β -oksidasjonen foregår via 4 trinn hvor elektroner overføres til FAD og NAD^+ og endelig fraspaltes acetyl-CoA. Acyl-CoA (to karboner kortere) gjennomgår nye runder inntil alle karboner er bundet i acetyl-CoA. Det forventes ikke at de 4 trinn i β -oksidasjonen beskrives detaljert med enzymer og metabolitter.**
3. Forklar kort når glukoneogenese er aktiv (høy fluks) og hvordan den reguleres. **Svar: Glukoneogenese har høy fluks om natten og under faste. Glukoneogenese er også viktig under langvarig trening hvor leveren frisetter glukose. Glukoneogenese fjerner også laktat og glyserol. Glukagon er viktig for regulering av glukoneogenese: fosforlyserer pyruvat kinase og PFK2.**
4. Forklar kort hvordan sult og metthet kan reguleres. **Svar: Der er flere hormoner (bl.a insulin) som regulerer sult/metthet. Leptin bidrar til metthetsfølelse. Ghrelin stimulerer sult. Hormonene virker i hypothalamus som videre regulerer metthetsfølelsen og energi omsetting.**

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

1. Forklar hvordan glykogen syntetiseres i muskler. **Svar: Glukose transporteres over cellemembranen via glukosetransportører (GLUT4); glucose fosforlyses til glucose 6-fosfat og videre til UDP-glukose som er substrat for glykogen synthase. Insulin stimulerer glukoseopptak og aktiverer glykogen synthase.**
2. Forklar hvordan lipolysen blir regulert i fettvev. Her skal de viktigste proteiner som er involvert nevnes. **Svar: Adrenalin aktiverer lipolysen via cAMP og PKA. PKA fosforlyserer HSL og perilipin hvilket aktiverer lipolysen. Lipasene AGTL og MAG er involvert i lipolysen.**

3. Forklar hvordan fettsyrer blir transportert inn i mitokondriene. De viktigste proteiner og metabolitter skal nevnes. **Svar: Fettsyrene omdannes til acyl-CoA (aktiveres). CPT1 omdanner acyl-CoA til acyl-carnitine som transporteres over indre mitokondriemembran av carnitine-acylcarnitine translokase. Inne i mitokondriene omdanne acylcarnitine til acyl-CoA og carnitine transporteres ut av mitokondrie matrix. Acyl-CoA β -oksideres.**
4. Forklar årsaker til type 1 og årsaker til type 2 diabetes? **Svar: Type 1 diabetes er en auto-immun sykdom med en genetisk komponent. Type 2 diabetes skyldes iser insulin resistens som kan være forårsaket av overvekt, inaktivitet og forhøyet plasma lipider. Type 2 diabetes har en genetisk komponent.**

Besvarelsene til oppgave 5 & 6 bør innlemme noen detaljer i en sammenhengende besvarelse.

Opgave 5. Beskriv metabolismen hos mennesker som har fastet noen dager (ingen matinntak). Forklar hvilke energisubstrater som er viktige for forskjellige organer/vev. Forklar hvor og hvordan disse energisubstratene dannes.

Svar: Glykogenet i leveren brukes i løpet av 1-2 dager, men hjernen trenger fortsatt glukose og glukoneogenese bruker aminosyrer, glyserol og laktat som substrat. Der forekommer nedbrytning av proteiner (iser i musklene) og de frisatte aminosyrer brukes i andre vev og som substrat for glukoneogenesen. Leveren danne ketonlegemer fra fettsyrer som frisettes fra adipocytene bl.a. pga av lav konsentrasjon av insulin. Ketonlegemer er energisubstrat for hjernen, hjertet og musklene. Musklene og hjertet bruker også fettsyrer. Erytrocyttene bruker noe glukose, og frigjør laktat.

Opgave 6. Beskriv Krebs syklus og forklar kort de viktigste funksjoner. Besvarelse skal beskrive metabolitter, enzymene som katalyserer reaksjonene og hvordan aktiviteten av noen av enzymene reguleres. Forklar hvor i cellene Krebs syklus foregår og hvorfor er den viktig?

Svar: Det forventes at studentene beskriver metabolittene og enzymene i Krebs syklus og hvordan acetyl-CoA kondenserer med oxaloacetat og danne citrate (sitronsyre). Enzymene som regulerer fluksen i Krebs syklus er iser isositrat-dehydrogenase, α -ketoglutarate-dehydrogenase. Aktiviteten av citrate syntase hemmes av citrate. Videre er det viktig å 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. Studentene kan med fordel forklare pyruvat-dehydrogenase reaksjonen. Studentene kan nevne at Krebs syklus intermediater deltar i urea syklus.