

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 bestemmer et proteins primærstruktur? **Svar: Aminosyresekvensen.**
2. Hvilke reaksjoner katalyserer oksidoreduktaser? **Svar: Dehydrogenaser overfører elektroner (energi) mellom metabolitter (oksidere en metabolitt og reduserer en annen)**
3. Hvilken funksjon har peptidaser? **Svar: Nedbryter proteiner / bryter peptidbindinger.**
4. Hvilken form for energi bruker ATP-synthase for å syntetisere ATP? **Svar: Elektrokemisk gradient / proton gradient.**
5. Hvilket molekyl leverer elektroner til elektron transportkjeden? **Svar: NADH og FADH₂ (begge svar anses riktig)**
6. Nevn et enzym som katalyserer en reaksjon i β -oksidasjon. **Svar: Fritt valg; f.eks. acyl-CoA dehydrogenase eller 3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase.**
7. Nevn en forskjell mellom en mettet og umettet fettsyre. **Svar: Umettet fettsyrer har en eller flere dobbel bindinger.**
8. Hvilken reaksjon katalyserer arginase? **Svar: Omdanner arginin til urea og ornitin.**
9. Hvilken type binding binder glukosemolekyler sammen i glykogen? **Svar: Glykosidbindinger.**
10. Hvordan er triglyserid oppbygget? **Svar: Tre fettsyrer bundet til glycerol.**
11. I hvilket vev/organ dannes urea? **Svar: Leveren.**
12. Hvilket molekyl aktiverer protein kinase A (PKA)? **Svar: cAMP.**
13. Hvilken funksjon har fruktose 2,6-bisfosfat? **Svar: Aktiverer fosfofruktokinase-1 (PFK-1). Aktivisering av økt flyt i glykolysen vil også anses som riktig svar.**
14. Hvilket enzym syntetiserer fettsyrer? **Svar: Fettsyresyntase.**
15. Hvilket hormon brukes til behandling av type 1 diabetes? **Svar: Insulin**
16. Hva er Joule og kalorier mål for? **Svar: Energi (og arbeid).**

Oppgave 2. Kortsvarsoppgaver. Hvert spørsmål kan gi to (2) poeng

1. Nevn to funksjoner til ATP. **Svar: Energi molekyl, substrat for syntese av cAMP, allosterisk regulering av noen enzymer.**
2. Nevn to måter aktiviteten av pyruvat kinase reguleres. **Svar: Fosforylering (PKA) og allosterisk (fruktose 1,2-bisphosphate).**
3. Nevn to vev hvor aktiv glukosetransport (Natrium-avhengig glukosetransport) foregår. **Svar: Epitelcellene i tarmen og nyrenes tubuli.**
4. I hvilke vev uttrykkes/finnes GLUT4? **Svar: Skjelettmuskler, fettvev og hjerte.**
5. Hvordan transporteres elektronene mellom kompleksene i elektrontransportkjeden? **Svar: Koenzym Q (Ubiquinone; Q10) og cytokrom C transporterer elektronene mellom kompleksene.**

6. Hvordan aktiveres aktiviteten av glykogen syntase? **Svar: Defosforylering og glukose 6-fosfat (allosterisk) aktiverer glykogensyntase.**
7. Nevn minst tre forskjellige molekyler/metabolitter pyruvat kan omdannes til. **Svar: melkesyre, acetyl-CoA, alanin, oksaloacetat.**
8. Hvilke funksjoner har NADH? **Svar: Elektronbærer og allosterisk regulering av enzymer.**

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

1. Forklar hvordan glykogennedbrytning reguleres. **Svar: Glykogennedbrytningen reguleres via aktivering av glykogen fosforylase ved fosforylering eller allosterisk. Glykogen fosforylase kan aktiveres av hormonene adrenalin og glukagon som begge aktiverer adenylate sykklase og dannelse av cAMP. cAMP aktiverer PKA som fosforylerer og aktiverer glykogen fosforylase kinase som fosforylerer glykogen fosforylase. AMP aktiverer glykogen fosforylase allosterisk.**
2. Forklar kort hvordan fettsyrer blir metabolisert. **Svar: Fettsyrene aktiveres intracellulært (omdannes til acyl-CoA / long chain acyl-CoA) av acyl-CoA synthase. Fettsyrene transporteres inn i mitokondriene etter at CPT-1 har dannet acyl-karnitin. Acyl-karnitin transporteres inn i mitokondrie matrix via karnitin-acyl-karnitin translokase. CPT-2 omdanner acyl-karnitin til acyl-CoA. Acyl-karnitine brytes ned til acetyl-CoA i β -oksidasjonen og metaboliseres i Krebs syklus.**
3. Forklar kort glykolyse og nev de tre irreversible reaksjonene. **Svar: Glykolyse består av 10 reaksjoner hvor et glukosemolekyl nedbrytes til to pyruvatmolekyler. De tre irreversible reaksjoner er hexokinase, PFK-1 og pyruvat kinase.**
4. Forklar hvorfor og hvordan det dannes melkesyre når det ikke er tilstrekkelig oksygen. **Svar: I glykolyse dannes NADH som må oksideres. Hvis det er tilstrekkelig oksygen overføres elektronene til elektrontransportkjeden. NADH kan også oksideres av laktatdehydrogenase hvorved pyruvat (pyruvatesyre) omdannes til melkesyre.**

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

1. Forklar hvor og hvordan ketonlegemer dannes. **Svar: Ketonlegemer dannes fra acetyl-CoA. De fire reaksjoner som omdanner to acetyl-CoA skal beskrives med metabolitter og enzymer.**
2. Forklar hvilke vev/organer som kan bruke ketonlegemer og når de er viktige energisubstrater. **Svar: Hjerne, muskler, hjertet og mange andre vev kan metabolisere ketonlegemer; et viktig unntak er leveren som ikke kan nedbryte ketonlegemer. Ketonlegemer er viktige under faste/sult og når personer spiser lite karbohydrater.**
3. Forklar hvordan hormonsensitiv lipase aktiveres. **Svar: Hormonsensitiv lipase (HSL) aktiveres av adrenalin. Adrenalin aktiverer adenylat sykklase som danner cAMP. cAMP aktiverer PKA som fosforylerer og aktiverer HSL:**
4. Forklar hvordan pyruvat omdannes til fosfoenolpyruvat. Tips: Reaksjoner er en del av glukoneogenese. **Svar: Pyruvat karboxyleres så det dannes oxaloacetat. (Pyruvat + CO_2 + ATP \rightarrow oxaloacetat + ADP + P) inne i mitokondriene. Enzymet fosfoenolpyruvat carboxykinase (PEPCK) omdanner så oxaloacetat + GTP til fosfoenolpyruvat + GDP + CO_2**

i cytosol. Omdannelse av oxaloacetate til malate for transport ut av mitokondriematriks kan nevnes for den perfekte besvarelse.

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

Oppgave 5. Forklar årsaker til overvekt og hvordan appetitt reguleres. Diskuter helserisikoer ved overvekt. Forklar videre hvordan vekten kan reduseres.

Svar: Årsaken til overvekt til er akkumulering av fett (triglyserid) som igjen skyldes inntak av for mye energi (mat) i forhold til forbruk. Det bør nevnes at fettcellene både kan vokse i størrelse og antall. Flere hormoner regulerer appetitt og leptin og ghrelin skal nevnes. Helserisikoer inkluderer type 2 diabetes, økt fett i blodet, høyt blodtrykk, kardiovaskulære sykdommer, kreft og slitasjegikt. Vektreduksjon krever reduksjon i matinntak og/eller økt fysisk aktivitet.

Oppgave 6. Beskriv reaksjonene i Krebs syklus. Forklar kort hvor i cellen Krebs syklus foregår og hvorfor Krebs syklus er viktig. Besvarelse skal beskrive metabolitter, enzymene som katalyserer reaksjonene og hvordan aktiviteten av noen av enzymene reguleres.

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 isositrat-dehydrogenase, α -ketoglutarate-dehydrogenase. Aktiviteten av citrate syntase hemmes av citrate. Aktiviteten av isositrat-dehydrogenase og α -ketoglutarate-dehydrogenase hemmes bl.a. av NADH og aktiveres av Ca^{2+} . Videre er det viktig å forklare at det er i Krebs syklus at den endelige oksidasjon av energisubstrater foregår 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 aminosyre metabolismen (især α -ketoglutarate) og urea syklus (oxaloacetate, fumarate og malate).