Opgaven dag 18 vwo scheikunde examenchallenge eiwitten en DNA

Leerdoelen

- Je kunt uitleggen wat de primaire, secundaire, tertiaire en quaternaire structuur van een eiwit is.
- Je kunt de structuurformule van een stukje van een eiwit tekenen.
- Je kunt uitleggen welke soorten bindingen en welke zijgroepen van aminozuren zijn betrokken bij de tertiaire structuur van een eiwit.
- Je kunt uitleggen dat enzymen eiwitten zijn en een pH- en temperatuur-optimum hebben.
- Je kunt uitleggen en in binas 67H/ScienceData 13.7 vinden wat essentiële aminozuren zijn.
- Je kunt als de basenvolgorde van matrijs DNA, coderend DNA of mRNA is gegeven, afleiden voor welke aminozuren dit codeert.
- Je kunt voorspellen wat er gebeurt op eiwitniveau als een deletie, insertie of puntmutatie plaatsvindt op DNA-niveau.
- Je kunt uitleggen wat een codon, transcriptie en translatie is.

In binas 67H/ScienceData 13.7 kun je het meeste over eiwitten terugvinden. De primaire structuur is de aminozuurvolgorde. De secundaire structuur zijn stukjes α-helix of β-plaat die gevormd worden dankzij waterstofbruggen. De tertiaire structuur is de ruimtelijke structuur en bepaalt de functie van het eiwit. De tertiaire structuur wordt bijvoorbeeld gevormd door zwavelbruggen tussen cysteïne-eenheden, waterstofbruggen, hydrofobe interacties of aantrekkingskrachten tussen positief en negatief geladen aminozuureenheden. De $-NH_2$ groepen kunnen bij lage pH een H_+ opnemen en $-NH_3^+$ worden. Bij hoge pH kunnen -COOH groepen worden omgezet in $-COO^-$ groepen.

Essentiële aminozuren (zie voetnoot 2 in binas 67H1/ScienceData 13.7a) kun je niet zelf aanmaken en moet je via de voeding binnen krijgen.

DNA (zie binas 71/ScienceData 16.3) is dubbelstrengs. Het bevat een coderende streng en een matrijsstreng. Deze worden meestal genoteerd met de afkortingen van de vier verschillende basen: A,C,G en T. A zit altijd tegenover T en C altijd tegenover G. De coderende streng heeft dezelfde base-volgorde als mRNA, alleen heb je op RNA U in plaats van T. Het omzetten van DNA naar mRNA heet transcriptie. Drie basen op het mRNA coderen steeds voor een aminozuur (zie binas 71G/ScienceData 16.9), zo'n groepje van drie basen heet een codon. Het mRNA bevat dus de code voor de aminozuurvolgorde van een eiwit, het maken van het eiwit in een ribosoom heet translatie (de mRNA code wordt vertaald naar eiwitniveau).

Uitlegfilmpje DNA

uitlegfilmpje eiwitten

Opgave 1 (examen 2022 I)

In figuur 4 is een gedeelte van de coderende streng van het menselijk DNA weergegeven, beginnend bij de base met nummer 1072.
De code voor het receptoreiwit begint bij de base met nummer 1. In het weergegeven gedeelte bevindt zich het stopcodon voor het receptoreiwit.

figuur 4

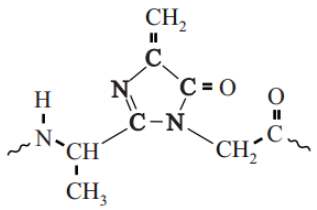


2p **19** Bepaal met behulp van figuur 4 het aantal aminozuureenheden in de eiwitketen van het receptoreiwit.

4p **20** Teken met behulp van figuur 4 de structuurformule van het uiteinde van de eiwitketen van het receptoreiwit. Dit gedeelte moet bestaan uit de laatste twee aminozuureenheden.

uitlegfilmpje

Opgave 2



De eerste stap in de vorming van de MIO-groep is de sluiting van de in figuur 2 weergegeven vijfring door een additiereactie binnen het enzymmolecuul. In de reacties die leiden tot MIO worden twee watermoleculen afgesplitst. Hierbij wordt onder andere de C=C binding gevormd.

4p **2** Geef de structuurformule van het gedeelte ~ Ala – Ser – Gly ~.
Geef in de structuurformule met een pijl/pijlen aan welke twee atomen met elkaar worden verbonden bij de ringsluiting.
Omcirkel in de structuurformule de H atomen en de O atomen die bij de vorming van de MIO-groep worden afgesplitst.

De onderzoekers vermoedden dat de MIO-groep een rol speelt in de omzetting van fenylalanine tot kaneelzuur. Om vast te stellen welke aminozuureenheden nog meer een rol spelen bij de omzetting, hebben ze rondom de MIO-groep veranderingen aangebracht in de aminozuur-samenstelling van PAL. Wanneer op positie 110 het aminozuur Phe werd ingebouwd, bleek de gevormde PAL nauwelijks nog katalytische activiteit te vertonen. In actieve PAL is op plaats 110 de aminozuureenheid Tyr (Tyr110) aanwezig.

2p **3** Geef twee chemische redenen waarom Phe is gekozen als vervanger van Tyr110. Licht je antwoord toe, zodat duidelijk wordt waarom dit voor het onderzoek relevante redenen zijn.

Om deze PAL-variant te kunnen produceren, hebben de onderzoekers in een micro-organisme een puntmutatie aangebracht in het deel van het DNA dat codeert voor PAL. Een puntmutatie is de vervanging van een basenpaar in het DNA door een ander basenpaar. De code voor het eerste aminozuur van PAL begint bij het basenpaar met nummer 1.

3p **4** Geef de symbolen van het basenpaar van de puntmutatie, zowel voor de actieve PAL met Tyr110 als voor de inactieve PAL met Phe110.
Gebruik Binas-tabel 71G.
Noteer je antwoord als volgt en licht je antwoord toe:

	actieve PAL	inactieve PAL
base op coderende streng:	.....	.....
base op matrijsstreng:	.....	.....

Toelichting: .....

2p **5** Geef aan wat het nummer is van het basenpaar van de puntmutatie.
Licht je antwoord toe.

uitlegfilmpje

Extra opgave 3 (als je opgave 1 en 2 lastig vond)

Hemochromatose of ijzerstapeling is een erfelijke ziekte waarbij te veel ijzerionen uit de darminhoud worden opgenomen terwijl het lichaam niet in staat is de overmaat aan ijzerionen uit te scheiden. Deze ziekte wordt vaak veroorzaakt door een mutatie in het gen dat codeert voor het eiwit HFE. HFE speelt een rol bij de opname van ijzerionen.
Bij de synthese van HFE wordt in eerste instantie mRNA gevormd dat bestaat uit 2727 basen. De eerste 221 basen spelen echter geen rol bij de synthese van HFE. Het startcodon begint pas bij base nummer 222. Dit is tevens het codon voor het aminozuur met nummer 1.
Hieronder is een deel van de mRNA-volgorde bij mensen zonder en mensen met hemochromatose weergegeven. De mutatie treedt op bij base nummer 1066.

	↓ 1066
mensen zonder hemochromatose	UACGUGCCAG
mensen met hemochromatose	UACGUACCAG

Met behulp van de 1-lettersymbolen van aminozuren kan men dit soort mutaties vereenvoudigd weergeven. Zo kan een mutatie waarbij op plaats 86 van een eiwit een glutaminezuur-eenheid is ingebouwd in plaats van een glutamine-eenheid, worden weergeven als Q86E.

4p **12** Leid met behulp van het gegeven voorbeeld af wat de notatie is van de hierboven beschreven mutatie die hemochromatose veroorzaakt.

uitlegfilmpje

Nog een opgave om mee te oefenen:

https://examengemak.nl/file/Vwo%20-%20Scheikunde%20-%2018%20-%20I%20-%20Opg%202.pdf

uitlegfilmpje

Antwoorden

Opgave 1

19 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Het deel tot en met base 1071 codeert voor $\frac{1071}{3} = 357$ aminozuureenheden.

In de weergegeven basen bevindt zich het stopcodon TAA. / In het mRNA bevindt zich het stopcodon UAA.

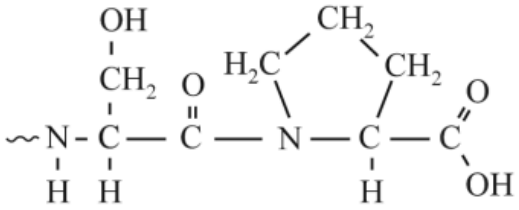
Vóór het stopcodon zijn 18 basen / 6 codons aanwezig, dus het eiwit bevat $357 + 6 = 363$ aminozuureenheden.

20 maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

(De laatste twee codons vóór het stopcodon zijn TCT CCT.

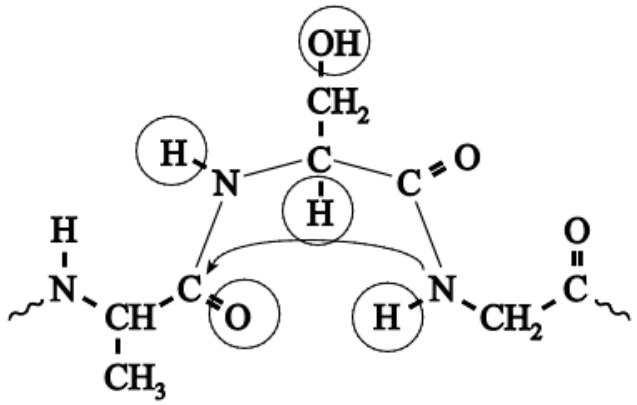
In het mRNA zijn dit UCU CCU. Deze codons coderen voor serine en proline.)



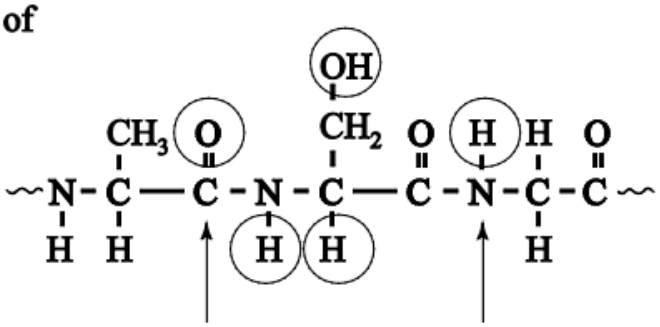
Opgave 2

2 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



of



3 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste reden met toelichting zijn:

- Door Phe in te bouwen is in de restgroep geen OH groep meer aanwezig. Zo kan de invloed van de OH groep worden onderzocht.
- Tyr is enigszins polair terwijl Phe apolair is. Zo kan de invloed van de polariteit worden onderzocht.
- De restgroep van Phe lijkt van alle aminozuren (ruimtelijk) het meest op Tyr. Zo wordt de vorm van het eiwit zo min mogelijk beïnvloed.
- Tyr en Phe zijn beiden aromatische aminozuren. Zo houd je de invloed van die groep constant.

4 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

	actieve PAL	inactieve PAL
base op coderende streng:	A	T
base op matrijsstreng:	T	A

Voorbeeld van een toelichting:
De middelste base op het mRNA van Tyr is een A en bij Phe een U.
De coderende streng heeft dezelfde basevolgorde als het mRNA, maar op de coderende streng komt een T voor in plaats van een U. De base bij Tyr/actieve PAL is dus een A en bij Phe/inactieve PAL een T.
De matrijsstreng is complementair aan de coderende streng dus op de matrijsstreng komt bij Tyr/actieve PAL een T voor en bij Phe/inactieve PAL een A.

5 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Van het codon met nummer 110 is het tweede basenpaar anders.
  De nummers van de basenparen op codon 110 zijn 328–329–330. Dus het nummer van de puntmutatie is 329.
- Van het codon met nummer 110 is het tweede basenpaar anders.
  Dus het basenpaar met nummer $110 \times 3 - 1 = 329$ / $109 \times 3 + 2 = 329$ is anders.

Opgave 3

12 maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Het nummer van het triplet volgt uit $\frac{1066 - 221}{3} = 281\frac{2}{3}$. De mutatie betreft dus de tweede/middelste base van het triplet met nummer 282.
Dat zijn de tripletten UGC (gezond) respectievelijk UAC (ziek).
Deze tripletten coderen voor cysteïne (C) respectievelijk tyrosine (Y).
De mutatie kan dus worden weergegeven met C282Y.

Extra oefenopgave

https://examengemak.nl/file/Vwo%20-%20Scheikunde%20-%2018%20-%20I%20-%20CV%20Opg%202.pdf