Melatonine regulatie

Les over de regulatie van het hormoon melatonine in het menselijk lichaam

DynaLearn niveau 4 | Versie 1.0

Samenyatting	
In deze les ga je een model maken van de regulatie van melatonine met behulp van de software DynaLearn. Melatonine is een hormoon dat de optimale tijd aangeeft om te slapen. De hoeveelheid melatonine staat onder directe invloed van de biologische klok. Verstoringen van de regulatie van melatonine kunnen o.a. leiden tot slaapproblemen.	
Voornaam:	
Achternaam:	
Klas:	
Datum:	
Opmerkingen door docent	

1. Dynalearn starten

Er zijn meerdere manieren om in te loggen. Gebruik één van de twee onderstaande opties. Controleer daarna of het inloggen is gelukt (zie 'controleren').

Via een code:

- 1. Ga naar DynaLearn (<u>https://create.dynalearn.nl/</u>).
- 2. Klik op 'inloggen met code', links onderin.
- 3. Vul de projectcode en je (school)email adres in.
- 4. Kopieer de code uit de bevestigingsmail van de afzender *dynalearn.nl* (zie eventueel het spam folder) en vul de overige gegevens in.
- 5. Log in op DynaLearn.

Via een uitnodiging:

- 1. Kopieer de inloggegevens uit de uitnodigingsmail van de afzender *dynalearn.nl*.
- 2. Ga naar DynaLearn (<u>https://create.dynalearn.nl/</u>).
- 3. Log in op DynaLearn.

Controleren!

Na inloggen kom je automatisch in de werkruimte van de opdracht. Je herkent het aan het grijze

vraagteken aan de rechterkant in het scherm . Ontbreekt het vraagteken? Doe dan eerst:

- Klik in DynaLearn op . Klik op 'Kies richtmodel'.
- Kies 'Melatonine regulatie (niveau 4)' en druk op 'Laden'.

Model opslaan en beginnen:

- 1. Klik op linksboven. Verander de naam in 'Melatonine regulatie' en klik op 'Opslaan'.
- 2. Hoe ga je verder aan de slag? Volg gewoon de stappen in dit werkboek. Let op! Je kan geen stappen overslaan. Vraag om hulp als je er bij een bepaalde stap niet uitkomt. De videofunctie in DynaLearn laat zien hoe een modelingrediënt gemaakt kan worden. In de kaders staat een korte uitleg over het modelingrediënt. Zet een vinkje √ door het nummer van een stap die je hebt uitgevoerd. Zo hou je bij waar je bent gebleven.

2. Inleiding

In deze les ga je een model maken van de regulatie van melatonine met behulp van de software DynaLearn. Melatonine is een hormoon dat de optimale tijd aangeeft om te slapen. De hoeveelheid melatonine staat onder directe invloed van de biologische klok. Verstoringen van de regulatie van melatonine kunnen o.a. leiden tot slaapproblemen.

1. Bekijk Bron 1.



3. Productie en afbraak van AANAT

1. Bekijk Bron 2.



Er wordt een kopie gemaakt van deze informatie (RNA) en deze wordt getransporteerd naar het cytoplasma (2). De informatie wordt daar afgelezen voor de productie van AANAT (3). De hoeveelheid AANAT is de belangrijkste factor die invloed uitoefent op de melatonineproductie.

2. Lees Kader 1.

Kader 1. Entiteit en grootheid.

Een entiteit 💙 is meestal een fysiek ding in een systeem (bijv. auto, mens).

Een grootheid 论 is een meetbare eigenschap van een entiteit (bijv. temperatuur, lengte).

3. Maak de entiteit *Pijnappelkliercel* (zie $\blacksquare \rightarrow \bigotimes$).

- 4. Maak de entiteit *AANAT*.
- 5. Maak een configuratie tussen de entiteit *Pijnappelkliercel* en de entiteit *AANAT*. Dit doe je door eerst op entiteit *Pijnappelkliercel* te klikken. Er verschijnt dan een menu. Kies voor
 S. En klik dan op *AANAT*. Je hebt nu de entiteiten aan elkaar gekoppeld. Je kunt nu

aangeven wat de relatie is. Kies voor bevat.

6. Maak de grootheid *Hoeveelheid* van de entiteit *AANAT* (zie $\blacksquare \rightarrow \textcircled{}$).

7. Lees Kader 2.

Kader 2. Verandering van een grootheid. Een grootheid kan veranderen. Dit wordt aangeven met \checkmark . Het delta symbool (δ) is het wiskundige teken voor verandering (ook wel de afgeleide). Het pijltje omlaag (\checkmark) is een afname, de nul (\emptyset) is constant en de het pijltje omhoog (\blacktriangle) is een toename.

8. Lees Kader 3.

Kader 3. Hulpfunctie Als het vraagteken ? of een ingrediënt in je model ? rood is, dan is er iets niet in orde. Klik op het vraagteken ? voor een hint. Klik vervolgens op een nummer, bijvoorbeeld 1 om te zien waar de fout in je model zit. Gebruik het vraagteken alleen als je er zelf niet uitkomt!

9. Lees Kader 4.

Kader 4. Een verband van het type invloed.

Sommige grootheden in een systeem zijn processen. Een proces is een grootheid die **per tijdseenheid** (bijv. per seconde, per jaar) iets aan het systeem toevoegt of weghaalt.

Eenvoudige voorbeelden van processen die iets **toevoegen** zijn:

- Water uit een kraan dat instroomt (L/s) in een bad.
- Een oven die een bepaald vermogen (J/s) levert om een gerecht te verwarmen.

De uitstroom (L/s) van water via het afvoerputje is een voorbeeld van een proces dat iets uit het systeem **weghaalt**.

Het verband tussen een proces en een andere grootheid noemen we in Dynalearn een **invloed** ((I+) of (I-)). Bij dit type verband is **de waarde** van het proces bepalend voor **de verandering** van de grootheid waarop een invloed wordt uitgeoefend.

10. Maak de grootheid *Productie* van de entiteit AANAT.

- 11. *Productie* is een proces (de hoeveel AANAT die **per tijdseenheid** wordt gemaakt). Het verband tussen *Productie* en *Hoeveelheid* is daarom van het type **invloed**.
 - a. Maak dit verband (zie $\blacksquare \rightarrow \checkmark$). Let op de richting van de pijl (oorzaak \rightarrow gevolg)!

12. Lees Kader 5.

Kader 5. Waardenbereik.

Een nieuw gemaakte grootheid heeft nog geen waardenbereik. Door het toevoegen van een waardenbereik kun je aangeven welke waarden een grootheid kan aannemen. Een waardenbereik bestaat uit punten (•) en intervallen (•).

- Een puntwaarde is slechts één waarde. Bijvoorbeeld een *kookpunt*. Een speciaal punt is het nulpunt, hiervoor is een apart symbool (Ø) in DynaLearn.
- Een interval is een verzameling van waarden. De vloeibare fase van een stof is een voorbeeld van een interval. Bij water bevat het interval 'vloeibaar' alle waarden **tussen** 0 °C en 100 °C. De waarden 0 °C en 100 °C zijn resp. het 'smelt*punt*' en het 'kook*punt'* waartussen het interval 'vloeibaar' zich bevindt.
- 13. Maak een waardenbereik (zie → =) voor de grootheid *Productie* met een nulpunt (0), daarboven een positief interval (+) en daarboven een maximumpunt (Max). Het ziet er dan als volgt uit:



14. Lees Kader 6.

Kader 6. Wat is een exogene invloed?

Als je wilt dat een grootheid gedurende de gehele simulatie afneemt, stabiel blijft of toeneemt, dan moet je een invloed van buitenaf (een exogene invloed) aan de grootheid toevoegen.

15. Stel in als beginwaarden (zie $\blacksquare \rightarrow \blacksquare$):

- a. De **waarde** van de grootheid *Productie* is 0. Het ziet er dan als volgt uit $\mathbf{z}^{\mathbf{z}^+}$.
- b. Maak een exogene invloed (zie $\blacksquare \rightarrow \checkmark$) voor *Productie* van het type **constant** \Box . Dit is de '**verandering**' van de grootheid.

Ξ

16. Lees Kader 7.



- 17. Start de simulatie (let op: er zijn twee knoppen voor een simulatie, gebruik de rechterknop voor een volledige simulatie).
- 18. Lees de simulatie-uitkomst af. Beschrijf hieronder wat de oorzaak-gevolg relaties zijn die plaatsvinden (streep foute antwoorden door):

In toestand 1 is er *geen/wel* productie van AANAT. Hierdoor zal de concentratie AANAT *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

19. Lees Kader 8.

Kader 8. Beginwaarden.

Als beginwaarden **niet** (goed) zijn ingesteld dan verschijnt na het starten van de simulatie een uitroepteken ①. Als je daarop klikt dan verschijnt er een vraag, bijvoorbeeld 'Beginwaarde grootheid verwijderen?'. Klik op de nummers, bijvoorbeeld ①, om te zien waar iets niet (goed) ingesteld is.

- 20. Stel in als beginwaarden (zie $\blacksquare \rightarrow \blacksquare$):
 - a. De **waarde** van de grootheid *Productie* is positief (+).
 - b. Laat andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.
- 21. Start de simulatie O. Lees de simulatie-uitkomst af. Beschrijf hieronder wat de oorzaakgevolg relaties zijn die plaatsvinden (streep foute antwoorden door):

In toestand 1 is er *geen/wel* productie van AANAT. Hierdoor zal de concentratie AANAT *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

AANAT wordt ook afgebroken in de pijnappelkliercellen.

22. Maak de grootheid *Afbraak* van de entiteit *AANAT* (zie $\blacksquare \rightarrow \bigotimes$).

- 23. Maak een waardenbereik (zie $\blacksquare \rightarrow \equiv$) voor de grootheid *Afbraak* met een nulpunt (0), daarboven een positief interval (+) en daarboven een maximumpunt (Max).
- 24. *Afbraak* is een proces (de hoeveel AANAT die **per tijdseenheid** wordt afgebroken). Het verband tussen *Afbraak* en *Hoeveelheid* is daarom van het type **invloed** (zie evt. kader 4).

Maak dit verband (zie $\longrightarrow \rightarrow \checkmark$). Let op de richting van de pijl (oorzaak \rightarrow gevolg)!

- 25. Je kunt het model geordend en overzichtelijk houden door gebruik te maken van een aantal knoppen rechts onderaan het scherm. Klik op 🕜 om alles netjes uit te lijnen. Klik op 🖍 om je model passend op het scherm te maken. Gebruik deze knoppen regelmatig.
- 26. Stel in als beginwaarden (zie $\blacksquare \rightarrow \blacksquare$):
 - a. De **waarde** van de grootheid *Afbraak* is positief (+).
 - b. Maak een exogene invloed (zie $\blacksquare \rightarrow \checkmark$) voor *Afbraak* van het type **constant** \Box .
 - c. Laat andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.
- 27. Start de simulatie O. Lees de simulatie-uitkomst af. Beschrijf hieronder wat de oorzaakgevolg relaties zijn die plaatsvinden (streep foute antwoorden door):

Er ontstaan nu 3 eindtoestanden. Dit zijn verschillende eindtoestanden omdat we de **omvang** van de processen *Productie* vs. *Afbraak* nog niet in het model hebben vastgelegd. De simulatie geeft dan alle mogelijkheden weer.

Toestand 1

De hoeveelheid AANAT *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*. De productie is dus *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak.

Toestand 2

De hoeveelheid AANAT *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*. De productie is dus *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak.

Toestand 3

De hoeveelheid AANAT *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*. De productie is dus *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak.

28. Wat verwacht je dat er gebeurt met de hoeveelheid AANAT als de productie maximaal is en de afbraak positief (+)?

Ik verwacht dat de hoeveelheid AANAT ...

Want...

- 29. Stel in als beginwaarden:
 - a. De **waarde** van de grootheid *Productie* is maximaal (Max).
 - b. Laat andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.

30. Start de simulatie 🔍 Lees de simulatie-uitkomst af:

Er ontstaan nu 1/2/3 eindtoestanden. Waarschijnlijk had je dat niet verwacht.

Wat ontbreekt nog? In het model is nog niet vastgelegd dat de maximale productie van AANAT gelijk is aan de maximale afbraak.

31. Lees Kader 9.

Kader 9. Een (on)gelijkheid

Met een ongelijkheid (<, \leq , \geq , >) kun je aangeven welke waarde van twee grootheden aanvankelijk het grootste is (bijvoorbeeld A < B). Je kunt ook aangeven dat beide waarden aanvankelijk gelijk (=) zijn met een gelijkheid. Let op!

Dit betreft de **aanvankelijke** (on)gelijkheid, dus aan het begin van het simulatie. Gedurende het verloop van het proces kan dit veranderen.

32. Maak een (on)gelijkheid (zie $\blacksquare \rightarrow \boxdot$ vanaf 0:26): *Max* van *Productie* = *Max* van *Afbraak*.

33. Stel in als beginwaarden:

a. Laat beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.

34. Start de simulatie. Hoeveel toestanden zijn er?

Aantal toestanden:

Leg uit waarom deze toestand(en) ontstaan:

35. Stel in als beginwaarden:

- a. De **waarde** van de grootheid *Productie* is positief (+).
- b. Laat andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.

36. Start de simulatie. Hoeveel toestanden zijn er?

Aantal toestanden:

Leg uit waarom deze toestand(en) ontstaan:

Als productie en afbraak beide positief (+) zijn dan is in het huidige model onbekend welk proces groter is. Met behulp van een ongelijkheid kunnen we de totale omvang van de twee processen ten opzichte van elkaar bepalen.

37. Stel in als beginwaarden:

- a. Maak een (on)gelijkheid (zie $\square \rightarrow \bigcirc$ vanaf 0:00): *Afbraak < Productie*.
- b. Maak een exogene invloed (zie $\blacksquare \rightarrow \checkmark$) voor *Afbraak* van het type **stijgend** \angle .
- c. Laat andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.

- 38. Klik op 🗹 om alles uit te lijnen. Klik op 🖃 om je model passend op het scherm te maken.
- 39. Start de simulatie. Lees de simulatie-uitkomst af. Beschrijf hieronder wat de oorzaak-gevolg relaties zijn die plaatsvinden (streep foute antwoorden door).

Er ontstaat nu een pad met 4 toestanden

Toestand 1

De productie is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak. De concentratie AANAT *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*.

Toestand 2

De productie is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak. De concentratie AANAT *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*.

Toestand 3

De productie is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak. De concentratie AANAT *neemt af/blijft gelijk/neemt toe.*

Toestand 4.

Leg uit wat er in deze toestand gebeurt (tip: kijk naar het verschil met toestand 3):

40. Teken de lijngrafiek van de afbraak van AANAT die past bij het simulatieresultaat.



4. Regulatie van de afbraak van AANAT via SCN en PVN.

1. Bekijk Bron 3.



de afbraak van AANAT.

- 2. We gaan het model uitbreiden. Maak de entiteit *SCN* (zie $\blacksquare \rightarrow \bigotimes$).
- 3. Maak de grootheid *Impuls* van de entiteit *SCN* (zie $\blacksquare \rightarrow \bigotimes$).
- 4. Maak de entiteit *PVN*.
- 5. Maak de grootheid *Impuls* van de entiteit *PVN*.
- 6. Lees kader 10.

Kader 10. Een proportioneel verband

Bij een proportioneel verband veroorzaakt **een verandering**, van de grootheid die de **oorzaak** is, **een verandering** bij de grootheid die het **gevolg** is. In Dynalearn worden **positieve** en **negatieve proportionele** verbanden tussen grootheden aangegeven respectievelijk een P+ en een P-.

- 7. De verbanden tussen *Impuls* van SCN en *Impuls* van PVN en Afbraak van ANAAT zijn proportioneel. Maak deze twee verbanden. Let op het juiste type (- of +) en de juiste richting (oorzaak → gevolg)! Lees evt. nogmaals Bron 3.
- 8. Klik op 🗹 om alles uit te lijnen. Klik op 🖃 om je model passend op het scherm te maken.
- 9. Stel in als beginwaarden:
 - a. Verwijder de exogene invloed bij *Afbraak*. Deze wordt nu immers bepaald door de activiteit van de SCN.
 - b. Maak een exogene invloed voor *Impuls* van de entiteit *SCN* van het type **stijgend**
 - c. Laat andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.
- 10. Start de simulatie. Lees de simulatie-uitkomst af. Beschrijf hieronder wat de oorzaak-gevolg relaties zijn die plaatsvinden (streep foute antwoorden door):

Er ontstaat nu een pad met 3 toestanden.

Toestand 1 t/m 3

Het aantal impulsen van de SCN neemt toe. Hierdoor zal het aantal impulsen van de PVN *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de afbraak van AANAT *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

11. Maak een waardenbereik (zie $\longrightarrow =$) voor de grootheid *Impuls* van de entiteit *SCN* met een nulpunt (0), daarboven een positief interval (+) en daarboven een maximum punt (Max).

12. Lees Kader 11.

Kader 11. Correspondentie

In een systeem kan het voorkomen dat bepaalde waarden van **verschillende** grootheden alleen maar samen kunnen voorkomen. In een model kun je **tussen deze waarden een correspondentie** maken. Het kan ook voorkomen dat **alle** waarden van een waardenbereik van een grootheid overeenkomen met alle waarden van een waardenbereik van een andere grootheid. Je kunt dan **een correspondentie maken tussen het waardenbereik** (dus i.p.v. tussen de individuele waarden) van beide grootheden.

13. Maak een gerichte correspondentie (zie $\longrightarrow \rightarrow 2$) tussen het waardenbereik van *Impuls* van de entiteit *SCN* en *Afbraak* van *AANAT*.

- 14. Stel in als beginwaarden:
 - a. Verwijder de beginwaarde (>>) van Afbraak.
 - b. Maak een exogene invloed voor *Impuls* van *SCN* van het type **sinus**
 - c. De **waarde** van de grootheid *Impuls* van *SCN* is nul (Ø)
 - d. Laat andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.
- 15. Klik op 🗹 om alles uit te lijnen. Klik op 🖃 om je model passend op het scherm te maken.
- 16. Start de simulatie. Klik op 🔀 (rechts onderaan in het venster met de toestanden). Je ziet dat er nu een zichzelf herhalend patroon is ontstaan.
- 17. Bekijk de video over het zichtbaar maken van de waardengeschiedenis (zie $\longrightarrow \longrightarrow$).
- 18. Maak de waardengeschiedenis van de simulatie. De grafieken van de waardengeschiedenis kun je gebruiken om in één oogopslag de verandering (*) en de waarden (*) van grootheden gedurende meerdere toestanden te zien. Beantwoord onderstaande vragen m.b.v. de grafieken van de waardengeschiedenis.

In welke toestand is de afbraak van AANAT maximaal? In toestand:

In welke toestand is de hoeveelheid AANAT minimaal? In toestand:

Je zou wellicht verwachten dat de hoeveelheid AANAT minimaal is als de afbraak maximaal is. Waarom neemt de hoeveelheid AANAT verder af nadat de afbraak van AANAT zijn maximale waarde heeft bereikt?

In welke toestanden is de afbraak gelijk aan de productie? Leg uit hoe je dat kan zien aan de waardengeschiedenis.

5. Omzetting en afbraak van melatonine

1. Bekijk Bron 4.



- 1. We gaan het model weer uitbreiden. Maak de grootheid *Omzetting* van de entiteit *Pijnappelkliercel*.
- 2. Maak de entiteit *Melatonine* en de entiteit *Lever*.
- 3. Maak de grootheid *Hoeveelheid* van de entiteit *Melatonine*.
- 4. Maak de grootheid *Afbraak* van de entiteit *Lever*.
- 5. De omzetting van serotonine naar melatonine is afhankelijk van de hoeveelheid AANAT.
 - a. Maak het verband tussen *Hoeveelheid* van de entiteit *AANAT* en *Omzetting* van de entiteit *Pijnappelkliercel.*
- De omzetting van serotonine naar melatonine en de afbraak van melatonine zijn twee processen die invloed hebben op de hoeveelheid melatonine.
 - a. Maak het verband (I) tussen *Omzetting* van de entiteit *Pijnappelkliercel* en *Hoeveelheid* van de entiteit *Melatonine.*
 - b. Maak het verband (I) tussen *Afbraak* van de entiteit *Lever* en *Hoeveelheid* van de entiteit *Melatonine.*

De omvang van de afbraak van melatonine door de lever houdt verband met de hoeveelheid melatonine: afname/toename van de hoeveelheid melatonine leidt tot afname/toename van de afbraak. Er is sprake van negatieve feedback.

7. Maak het verband (P) tussen *Hoeveelheid* van de entiteit *Melatonine* en *Afbraak* van de entiteit *Lever*.

De **omvang** van de omzetting tegenover de afbraak bepaald de verandering van de hoeveelheid melatonine in het bloed.

- 8. Maak een (on)gelijkheid (zie $\blacksquare \rightarrow \boxdot$ vanaf 0:00): *Omzetting > Afbraak* van de entiteit *Lever*.
- 9. Klik op 🗹 om alles uit te lijnen. Klik op 🛃 om je model passend op het scherm te maken.
- 10. Stel in als beginwaarden:
 - a. Laat alle andere beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.
- 11. Start de simulatie. Maak de waardengeschiedenis van de simulatie (zie $\blacksquare \rightarrow \frown$). Beantwoord onderstaande vragen m.b.v. de grafieken van de waardengeschiedenis.

Toestand 12 en 1 t/m 3

De omzetting van (serotonine naar) melatonine is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak van melatonine. De concentratie melatonine *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*.

Toestand 4 en 5

De omzetting is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak van melatonine. De concentratie melatonine *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*.

Toestand 6 t/m 9

De omzetting is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak van melatonine. De concentratie melatonine *neemt af/blijft gelijk/neemt toe.*

Toestand 10 en 11

De omzetting is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de afbraak van melatonine. De concentratie melatonine *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*.

In welke toestand(en) is de hoeveelheid melatonine maximaal? In toestand(en):

6. Productie en omzetting van serotonine.

Serotonine wordt geproduceerd (uit tryptofaan) en vervolgens omgezet naar melatonine m.b.v. AANAT.

- 1. We gaan het model nog verder uitbreiden. Maak de entiteit Serotonine.
- 2. Maak een configuratie *bevat* tussen de entiteit *Serotonine* en de entiteit *Pijnappelkliercel*.
- 3. Maak de grootheid *Hoeveelheid* van de entiteit *Serotonine*.
- 4. Maak de grootheid *Productie* van de entiteit *Serotonine*.

Productie van serotonine en omzetting van serotonine naar melatonine zijn twee **processen** die invloed hebben op de hoeveelheid serotonine.

5. Maak de twee verbanden (I) tussen *Productie* van de entiteit *Serotonine* en *Omzetting* van de entiteit *Pijnappelklier* met *Hoeveelheid* van de entiteit *Serotonine*.

De omvang van de productie van serotonine houdt verband met de hoeveelheid serotonine: afname/toename van de hoeveelheid serotonine leidt tot toename/afname van de productie. Er is sprake van negatieve feedback.

6. Maak het verband (P) tussen *Hoeveelheid* van de entiteit *Serotonine* en *Productie* van de entiteit *Serotonine*.

De **omvang** van de productie van serotonine tegenover de omzetting naar melatonine bepaalt de verandering van de hoeveelheid serotonine in de pijnappelkliercel.

- 7. Maak een (on)gelijkheid (zie $\blacksquare \rightarrow \textcircled{=}$ vanaf 0:00): *Omzetting > Productie* van de entiteit *Serotonine*.
- 8. Klik op 🕐 om alles uit te lijnen. Klik op 🖃 om je model passend op het scherm te maken.
- 9. Stel in als beginwaarden:
 - a. Laat beginwaarden staan zoals bij de vorige simulatie.

Toestand 12 en 1 t/m 3

De productie van serotonine is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de omzetting van serotonine naar melatonine. De concentratie serotonine *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*.

Toestand 4 en 5

De productie van serotonine is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de omzetting van serotonine naar melatonine. De concentratie serotonine *neemt af/blijft gelijk/neemt toe*.

Zet de waardengeschiedenis van hoeveelheid serotonine en melatonine onder elkaar. Schets de grafiek van de hoeveelheid serotonine (let op: deze wordt niet 0) gedurende 2x24 uur. Gebruik hiervoor ook de informatie in Bron 1 over melatonine.



11. Is het model nu afgerond volgens de opdracht? Lees Kader 12.

©2024 DynaLearn