

Calciumhuishouding

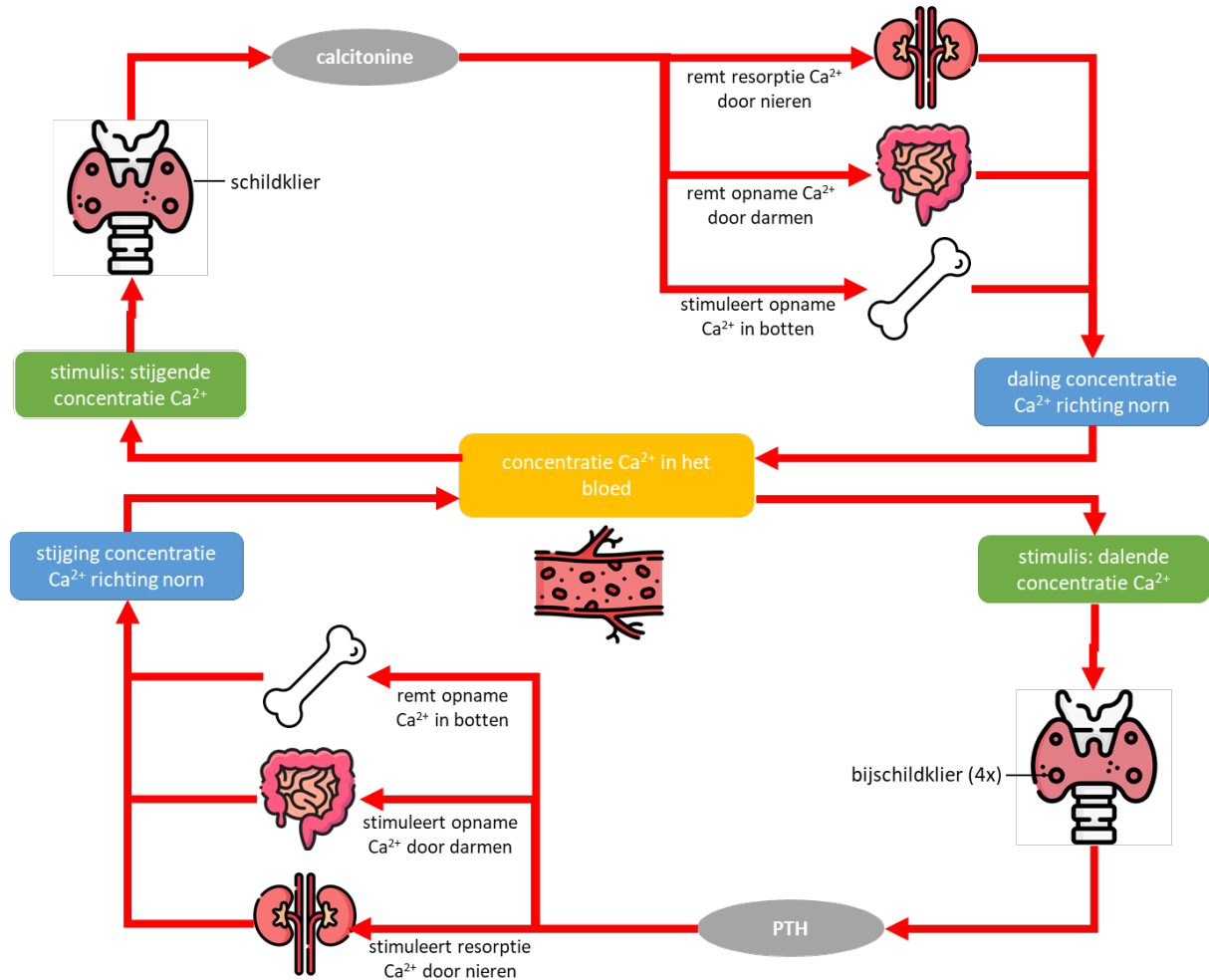
Les over de werking en essentie van calcium in het
menselijk lichaam

DynaLearn niveau 4 | Versie 1.0

Samenvatting	
Het begrijpen van de calciumhuishouding is belangrijk omdat calcium nodig is voor verschillende processen in het lichaam. Calcitonine reguleert de calciumbalans door het opslaan van calcium in de botten en het voorkomen van uitscheiding via de nieren en opname in de darmen. De leerling leert in deze les hoe het lichaam calcium reguleert om gezond te blijven en ziektes zoals Rachitis voorkomt.	
Voornaam	
Achternaam	
Klas	
Datum	
Opmerkingen door docent	

1. Inleiding

In deze les ga je een model maken van de calciumhouding van een mens. Calcium is namelijk belangrijk voor de opbouw en het onderhoud van je botten en je gebit. Om de calciumhuishouding te begrijpen willen we je vragen om Figuur 1 nauwkeurig te bestuderen.



Figuur 1. De calciumhuishouding van een mens

2. 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 (<https://create.dynalearn.nl/>).
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 (<https://create.dynalearn.nl/>).
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** 'Calciumhuishouding' en **druk** op 'Laden'.

Model opslaan en beginnen:

1. **Klik** op  linksboven. Verander de naam in 'Calciumhuishouding' 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 video-functie  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.

3. Calcitonine en Ca^{2+} in botten en bloed

Je gaat in het model eerst het verband maken tussen calcitonine en de hoeveelheid Ca^{2+} in de botten en het bloed (zie Figuur 1).

1. Lees Kader 1.

Kader 1. Entiteit en grootheid

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

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

2. Maak de entiteit *Botten* (zie  → ).
3. Maak de grootheid Ca^{2+} van de entiteit *Botten* (zie  → ).
4. Lees Kader 2.

Kader 2. Verandering van een grootheid.

Een grootheid  kan veranderen. Dit wordt aangegeven met . Het delta symbool (δ) is het wiskundige teken voor verandering (ook wel de afgeleide). Het pijltje omlaag () is een afname, de nul () is constant en de het pijltje omhoog () is een toename.

5. Maak de entiteit *Schildklier*.
6. Maak de grootheid *Calcitonine* van de entiteit *Schildklier*.
7. Lees Kader 3.

Kader 3. 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 met een  en een .

8. Het verband tussen *Calcitonine* en Ca^{2+} is **proportioneel**. Maak dit verband (zie  → ). Let op de juiste richting van de pijl (oorzaak → gevolg).
9. Is je scherm inhoud een beetje rommelig? Klik voor een betere organisatie op  en op  om je model passend op het scherm te maken.
10. Maak de entiteit *Bloed*.
11. Maak de grootheid Ca^{2+} van de entiteit *Bloed*.
12. Het verband tussen Ca^{2+} van de entiteit *Botten* en Ca^{2+} van de entiteit *Bloed* is **proportioneel**. Maak dit verband. Let op de juiste richting van de pijl (oorzaak → gevolg).

13. Lees Kader 4.

Kader 4. 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  om te zien waar de fout in je model zit. Gebruik het vraagteken alleen als je er zelf niet uitkomt!

14. **Probeer** de hulpfunctie uit door een fout te maken in je model. Klik op om te zien welke melding je krijgt. **Herstel** de fout.

15. Lees Kader 5.

Kader 5. 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.

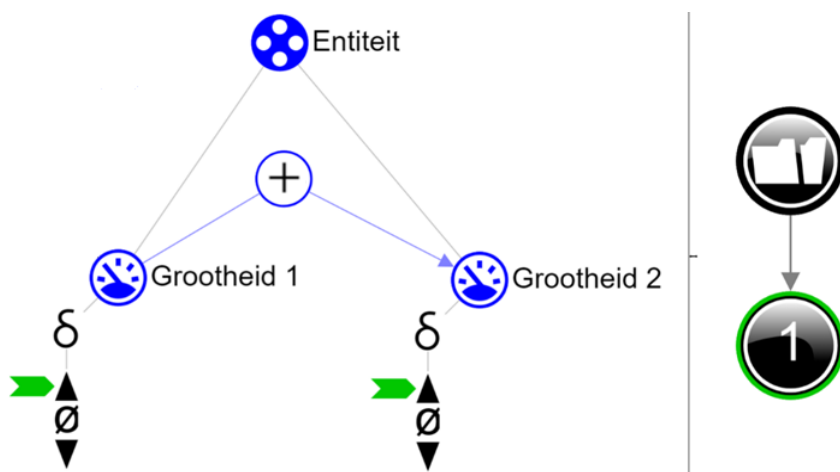
16. **Stel in** als beginverandering:

- Maak** een **stijgende** exogene invloed (zie  → ) voor *Calcitonine*. We hebben namelijk nog niet in het model vastgelegd waardoor de *Calcitonine* wordt beïnvloed.

17. Lees Kader 6.

Kader 6. De uitkomst van een simulatie aflezen.

Na het starten van een simulatie (met ) verschijnt aan de rechterkant een venster waarin de mogelijke toestanden van het systeem worden aangegeven. Er is in dit voorbeeld één mogelijke toestand .



Je kunt de toestand aanklikken om de uitkomst te bekijken. De toestand krijgt dan een groene rand. In het model worden de verandering voor deze toestand aangegeven met een groene pijl . In het model valt af te lezen dat in toestand  Grootheid 1 toeneemt en dat daardoor Grootheid 2 ook toeneemt.

18. **Start** de simulatie  (let op: er zijn twee knoppen voor een simulatie, gebruik de rechterknop voor een volledige simulatie).
19. **Lees** de simulatie-uitkomst af. Wat gebeurt er met de hoeveelheid calcium in de botten en het bloed als calcitonine toeneemt?
Onderzoek ook wat er gebeurt als calcitonine afneemt. **Verander** hiervoor de exogene invloed in **dalend**. Beschrijf hieronder wat de oorzaak-gevolg relaties zijn die plaatsvinden (streep foute antwoorden door):

Als calcitonine toeneemt dan zal hoeveelheid Ca^{2+} in de botten *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

Als calcitonine afneemt dan zal hoeveelheid Ca^{2+} in de botten *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

4. PTH en Ca^{2+} in botten en bloed

Het model wordt nu uitgebreid het verband maken tussen PTH en de hoeveelheid Ca^{2+} in de botten en het bloed (zie Figuur 1).

1. **Maak** de entiteit *Bijschildklier*.
2. **Maak** een configuratie *heeft* tussen de entiteit *Schildklier* en *Bijschildklier* (zie  → ).
3. **Maak** de grootheid *PTH* van de entiteit *Bijschildklier*.
4. Het verband tussen *PTH* van de entiteit *Bijschildklier* en Ca^{2+} van de entiteit *Botten* is **proportioneel**. **Maak** dit verband. Let op de juiste richting van de pijl (oorzaak → gevolg).
5. **Klik** op  om alles netjes uit te lijnen. **Klik** op  om je model passend op het scherm te maken.
6. **Stel in** als beginverandering:
 - a. **Verander** de exogene invloed (zie  → ) voor *Calcitonine* in **constant**.
 - b. **Maak** een **toenemende** exogene invloed voor *PTH*.
7. **Start** de simulatie .
8. **Lees** de simulatie-uitkomst af. Wat gebeurt er met de hoeveelheid calcium in de botten en het bloed als PTH **toeneemt**? **Onderzoek** ook wat er gebeurt als PTH **afneemt**. **Verander** hiervoor de exogene invloed naar het type **dalend**. Beschrijf hieronder wat de oorzaak-gevolg relaties zijn die plaatsvinden (streep foute antwoorden door):

Als PTH toeneemt (en calcitonine constant is) dan zal hoeveelheid Ca^{2+} in de botten *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveel Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

Als PTH afneemt (en calcitonine constant is) dan zal hoeveelheid Ca^{2+} in de botten *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveel Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

5. Verschil met een norm

De productie van calcitonine en PTH wordt bepaald door een **norm**. Als de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed **groter** is dan de **norm** dan zal er **meer calcitonine** worden geproduceerd dan **afgebroken** en **minder PTH** worden geproduceerd dan **afgebroken**. Als de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed kleiner is dan de norm dan geldt het tegenovergestelde effect.

1. **Maak** de grootheid *Verschil* van de entiteit *Schildklier*. Deze grootheid geeft aan of de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed verschilt met de **norm**.

2. **Lees** Kader 7.

Kader 7. Waardenbereik.

Een nieuw gemaakte grootheid  heeft nog geen waardenbereik. Door het toevoegen van een waardenbereik kan 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 ($\emptyset$) 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 'smeltpunt' en het 'kookpunt' waartussen het interval 'vloeibaar' zich bevindt.

3. **Maak** een waardenbereik (zie  → ) voor de grootheid *Verschil* met een nulpunt ($\emptyset$) en daarboven een interval (+). Als het verschil positief (+) is dan wordt de norm overschreden. Het ziet er dan als volgt uit:



4. **Lees** Kader 8.

Kader 8. 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: (i) water uit een kraan dat instroomt (L/s) in een bad en (ii) een oven die een bepaald vermogen (J/s) levert om een gerecht te verwarmen. (iii) de hoeveelheid belasting die per jaar betaald wordt (€/j). 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** ( of ). Bij dit type verband is **de waarde** van het proces bepalend voor **de verandering** van de grootheid waarop een invloed wordt uitgeoefend.

5. Het verband tussen *Vershil* en de **twee** hormonen van de *Schildklier* is van het type **invloed**. Het verschil bepaalt namelijk de snelheid van een proces (afgifte van een hormoon **per tijdseenheid** vs. de afbraak **per tijdseenheid**). **Maak** deze twee verbanden ( → ). Let op de juiste richting van de pijlen (oorzaak → gevolg).
6. Heb je nog gebruik gemaakt van de functie uitlijnen  en aanpassing van het scherm  ?
7. **Stel in** als beginwaarden en beginverandering (zie  → ):
 - a. **Verwijder** de exogene invloed bij *Calcitonine* en *PTH*.
 - b. *Vershil* is positief (+)  $\emptyset$. Dit is de **waarde** van *Vershil*.
 - c. **Maak** een exogene invloed voor *Vershil* van het type **gelijk** (=constant). Dit is de **verandering** van *Vershil*.
8. **Lees** Kader 9.

Kader 9. Hulpfunctie

Als het uitroepteken  verschijnt dan is er iets niet in orde tijdens de simulatie. Klik op het vraagteken  voor een hint. Klik vervolgens op een nummer, bijvoorbeeld  om te zien waar de fout in je simulatie zit.

9. **Start** de simulatie . **Lees** de simulatie-uitkomst af en **beantwoord** onderstaande vraag (streep foute antwoorden door):

Als het verschil (met de norm) positief (=de waarde) en constant (=de verandering) is dan zal de hoeveelheid calcitonine *afnemen/gelijk blijven/toenemen* en de hoeveelheid PTH *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

10. De hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed kan ook minder zijn dan de norm. Het verschil is dan negatief. **Maak** een negatieve waarde (-) bij het waardenbereik van de grootte *Vershil*. Deze waarde plaats je dus onder het nulpunt ($\emptyset$).
11. **Stel in** als beginwaarden (zie  → ):
 - a. *Vershil* is negatief. **Zet** dus een  bij de **waarde** (-).
 - b. De exogene invloed op *Vershil* blijft constant.
12. **Start** de simulatie. **Lees** de simulatie-uitkomst af. Wat gebeurt er met *Calcitonine* en *PTH* als het *Vershil* (met de norm) **negatief** en **constant** is?

Als het verschil (met de norm) negatief (=de waarde) en constant (=de verandering) is dan zal de hoeveelheid calcitonine *afnemen/gelijk blijven/toenemen* en de hoeveelheid PTH *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

6. Feedback op verschil

Een **verandering van de hoeveelheid** Ca^{2+} in het bloed heeft een **effect op het verschil** t.o.v. de norm. Als er een positief verschil is met de norm dan zal er meer Ca^{2+} in de botten worden opgenomen waardoor er minder Ca^{2+} in het bloed is. Het verschil t.o.v. de norm zal dan afnemen. Er is dus sprake van **negatieve feedback** (zie Figuur 1).

1. **Maak** het verband tussen Ca^{2+} van de entiteit *Bloed* en *Vershil*.
2. **Stel in** als beginwaarden:
 - a. *Vershil* is positief (+). **Zet** dus een  bij de **waarde** (+).
 - b. **Verwijder** de exogene invloed op *Vershil*.
3. **Start** de simulatie . **Lees** de simulatie-uitkomst af en beantwoord onderstaande vraag (streep foute antwoorden door):

Toestand 1: Het verschil (met de norm) is positief. De hoeveelheid calcitonine zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. De hoeveelheid Ca^{2+} in de botten zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Het verschil (met de norm) zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

Toestand 2: Het verschil (met de norm) is negatief/nul/positief. De hoeveelheid calcitonine zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. De hoeveelheid Ca^{2+} in de botten zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Het verschil (met de norm) zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

7. De norm

Je gaat nu de norm in het model opnemen. Het verschil kan dan **berekend worden** door de afwijking van Ca^{2+} in het bloed t.o.v. de norm.

1. **Maak** de grootheid *Norm* van de entiteit *Schildklier*.
2. **Maak** een waardenbereik voor de grootheid *Norm* met een interval genaamd *Norm*. Het ziet er dan als volgt uit:



3. **Maak** een waardenbereik voor de grootheid Ca^{2+} van het *Bloed* met een interval (+).
4. **Lees** Kader 10.

Kader 10. Een calculus

Soms is een grootheid de **som** van of het **verschil** tussen twee andere grootheden. Dat kun je ook in je model weergeven. Bijvoorbeeld: inkomsten - uitgaven = winst. Met de minsom (-) of plussom (+) kan je aangeven hoe de twee grootheden tot een uitkomst leiden van een derde grootheid, dit doe je door daarna het gelijktteken (=) te gebruiken.

5. **Maak** de calculus (zie  → ):
 Ca^{2+} van het *Bloed* - *Norm* = *Verschil*

6. **Lees** Kader 11.

Kader 11. Een (on)gelijkheid

Met een ongelijkheid (<, ≤, ≥, >) kan je aangeven welke waarde van twee grootheden aanvankelijk het grootste is (bijvoorbeeld $A < B$). Je kan 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.

7. **Stel in** als beginwaarden:
 - a. **Verwijder** de beginwaarde *Verschil* (verwijder  bij +)
 - b. **Maak** een (on)gelijkheid (zie  → ): Ca^{2+} van het *Bloed* < *Norm*.
 - c. **Maak** een exogene invloed die **constant** is voor *Norm*.
 - d. **Zet** een  bij de **waarde** (+) van Ca^{2+} van het *Bloed*.
 - e. **Zet** een  bij de **waarde** *Norm* van de grootheid *Norm*.

8. **Start** de simulatie . **Lees** de simulatie-uitkomst af en **beantwoord** onderstaande vraag (streep foute antwoorden door):

Toestand 1: Het verschil (met de norm) is negatief. De hoeveelheid calcitonine zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. De hoeveelheid Ca^{2+} in de botten zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Het verschil (met de norm) zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

Toestand 2: Het verschil (met de norm) is *negatief/nul/positief*. De hoeveelheid calcitonine zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. De hoeveelheid Ca^{2+} in de botten zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Het verschil (met de norm) zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

8. Resorptie van Ca^{2+} door de nieren

Het model wordt nu uitgebreid met het verband tussen calcitonine en PTH en de resorptie van Ca^{2+} door de nieren (zie Figuur 1).

1. **Maak** de entiteit *Nieren*.
2. **Maak** de grootheid *Resorptie Ca^{2+}* van de entiteit *Nieren*.
3. Er zijn **twee** grootheden die een effect hebben op de *Resorptie Ca^{2+}* . **Maak** deze twee verbanden.
4. De grootheid *Resorptie Ca^{2+}* heeft een effect op de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed. **Maak** dit verband.
5. **Stel in** als beginwaarden:
 - a. Laat staan zoals bij de vorige simulatie.
 - b. Let op! Het gelijkheidsteken moet aangeven: Ca^{2+} van het *Bloed* $<$ *Norm*.
6. **Start** de simulatie. **Lees** de simulatie-uitkomst af en beantwoord onderstaande vraag (streep foute antwoorden door):

Toestand 1: De hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de norm. De hoeveelheid calcitonine neemt af en de hoeveelheid PTH neemt toe. Hierdoor zal de resorptie van Ca^{2+} door de nieren *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

Toestand 2: De hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed is *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de norm. Hierdoor zal de resorptie van Ca^{2+} door de nieren *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

9. Opname van Ca^{2+} door de darmen

Het model wordt nu uitgebreid met het verband tussen calcitonine en PTH en de opname van Ca^{2+} door de darmen (zie Figuur 1).

1. **Maak** de entiteit *Darmen*.
2. **Maak** de grootheid *Opname Ca^{2+}* van de entiteit *Darmen*.
3. Er zijn **twee** grootheden die een effect hebben op de *Opname Ca^{2+}* . **Maak** deze twee verbanden.
4. De grootheid *Opname Ca^{2+}* heeft een effect op de hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed. **Maak** dit verband.
5. **Stel in** als beginwaarden:
 - a. Laat staan zoals bij de vorige simulatie.
6. **Start** de simulatie. **Lees** de simulatie-uitkomst af en **beantwoord** onderstaande vraag (streep foute antwoorden door):

Toestand 1: De hoeveelheid calcitonine neemt af en de hoeveelheid PTH neemt toe. Hierdoor zal de opname van Ca^{2+} door de darmen *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

Toestand 2: De hoeveelheid calcitonine en PTH is constant. Hierdoor zal de opname van Ca^{2+} door de darmen *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

10. Zonlicht, Vitamine D en opname van Ca^{2+} door de darmen

Rachitis of Engelse ziekte is een botaandoening die ontstaat door een tekort aan vitamine D en calcium. De ziekte komt speciaal voor bij kinderen in de prille jeugd. Voldoende blootstelling aan zonlicht voorkomt rachitis door de aanmaak van voldoende vitamine D. Vroeger werd soms een hoogtezon gebruikt als behandeling tegen de ziekte. In landen waar vitamine D aan margarine of melk wordt toegevoegd komt rachitis vrijwel niet voor.

1. **Maak** de entiteit *Huid*.
2. **Maak** de grootheid *Zonlicht* van de entiteit *Huid*.
3. **Maak** de grootheid *Vitamine D* van de entiteit *Huid*.
4. De grootheid *Zonlicht* heeft een effect op de hoeveelheid *Vitamine D*.
Maak dit verband.
5. De grootheid *Vitamine D* heeft een effect op *Opname Ca^{2+}* door de darmen. **Maak** dit verband.
6. **Stel in** als beginwaarden:
 - a. **Verander** de (on)gelijkheid naar: *Ca^{2+} van het Bloed = Norm* (klik op de ongelijkheid om deze aan te passen).
 - b. **Maak** een exogene invloed die **afneemt** voor *Zonlicht*.
7. **Start** de simulatie. **Lees** de simulatie-uitkomst af.:



Toestand 1 en 2: De hoeveelheid zonlicht op de huid neemt af. Hierdoor zal de hoeveelheid Vitamine D die door de huid gemaakt wordt *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. Hierdoor zal de opname van Ca^{2+} door de darmen *afnemen/gelijk blijven/toenemen*. De hoeveelheid Ca^{2+} in het bloed zal afnemen en wordt daardoor *kleiner dan/gelijk aan/groter dan* de norm. De hoeveelheid Ca^{2+} in de botten zal *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.