Docentenhandleiding DNA-dokter

Inhoud

[Doelgroep 3](#_Toc378081944)

[Omvang 3](#_Toc378081945)

[Korte beschrijving 3](#_Toc378081946)

[Inhoud en inzetbaarheid 3](#_Toc378081947)

[Werkvormen 3](#_Toc378081948)

[Voorkennis leerlingen 3](#_Toc378081949)

[Materiaal 4](#_Toc378081950)

[Opzet en werkwijze van de E-klas 4](#_Toc378081951)

[Beoordeling van de E-klas 4](#_Toc378081952)

[Overzicht lessen 5](#_Toc378081953)

[Uitwerking per les 7](#_Toc378081954)

[Antwoorden werkdocument e-klas ‘DNA dokter’ 12](#_Toc378081972)

[Bijlage 1: Syllabus 25](#_Toc378081973)

[Bijlage 2 Rubric transcriptiefilm 31](#_Toc378081974)

[Bijlage 3: Rubric fotoboek 32](#_Toc378081975)

[Bijlage 4 Menstruatie-regulatie-simulatie. 33](#_Toc378081976)

# http://www.org.uva.nl/e-klassenpreview/BIO-BOUW/H3brief1.jpgDoelgroep Havo 4

# Omvang

40 slu, 20 lesuren à 50 minuten.

# Korte beschrijving

De e-klas DNA-dokter is opgebouwd rond de kinderwens van een jong stel en de uiteindelijke geboorte van hun kind. De leerlingen kijken vanuit het perspectief van de behandelend arts. Ze verzamelen informatie om de vragen van het koppel te beantwoorden. In deze context maken de leerlingen zich de leerstof over DNA, translatie en transcriptie, genexpressie, celdeling, voortplanting en medische voortplantingstechnieken eigen.

# Inhoud en inzetbaarheid

Deze e-klas dekt dezelfde leerstof als die uit *Biologie voor jou*, deel 4 havo (2005), hoofdstuk 2 (§ 1-3, 5, 6, 8, 9) en hoofdstuk 4 (§ 1, 2, 4, 6, 7) en die uit *Nectar* bovenbouw havo hoofdstuk 3 (§3.3-3.5: kanker niet), hoofdstuk 6 (§6.5: de Pil), hoofdstuk 7 (§7.1-7.5: ongeslachtelijke voortplanting en embryonale ontwikkeling niet) en hoofdstuk 13 (§13.1-13.3).  
De dekking van de eindtermen uit zowel het huidige als het toekomstige examenprogramma worden in bijlage 1 beschreven.

# Werkvormen

Er zijn veel (inter)actieve componenten in de module opgenomen. De leerlingen maken bijvoorbeeld een eigen animatiefilm van de transcriptie en een soundbyte, rap, gedicht of ander medium over de genetische oorzaak van lactose-intolerantie. Ze maken veel gebruik van informatie in de vorm van teksten, animaties en filmpjes, maar ook practica en een menstruatie-simulatiespel maken deel uit van de module.

# Voorkennis leerlingen

De leerlingen kunnen zonder specifieke voorkennis aan deze module deelnemen. Enige voorkennis van celorganellen is een voordeel, maar geen vereiste.

# Materiaal

Controleer voordat je begint of de volgende materialen en programma’s aanwezig zijn op school:

* Minimaal 15 computers per 30 leerlingen;
* Op de computers is WORD, Paint (of ander tekenprogramma) en Windows Movie Maker (of andere filmbewerkingsprogramma) geïnstalleerd;
* Beamer;
* Koptelefoons;
* 8 tot 10 camera’s voor het maken van de transcriptiefilm.

# Opzet en werkwijze van de E-klas

De e-klas is opgebouwd uit zes hoofdstukken. Ieder hoofdstuk sluit af met een evaluatieopdracht, waarin kennis over (een gedeelte van) de geleerde stof wordt getoetst. Leerlingen ronden de e-klas af met een eindopdracht. Daarnaast zijn links toegevoegd naar D-toetsen zodat leerlingen zich kunnen voorbereiden op toetsvragen. U kunt er voor kiezen om in plaats van de eindopdracht de e-klas af te sluiten met een eigen toets.  
De e-klas bevat veel verschillende werkvormen. De grootste opdracht, het maken van de transcriptiefilm in hoofdstuk 2, is een onderdeel dat eventueel overgeslagen kan worden. Het onderwerp transcriptie wordt ook eerder behandeld.  
Bij deze en andere werkvormen die moeten worden ingeleverd, kunt u gebruik maken van de inleverfunctionaliteit in de Sakai-omgeving (de website van de e-klas). Leerlingen zullen grote bestanden eerst moeten inpakken (zippen).   
Gedurende de hele e-klas schrijven leerlingen hun antwoorden in het werkdocument. Ook dit document kunnen ze op deze manier inleveren. Wij adviseren om de leerlingen het document op verschillende momenten te laten inleveren en het na te laten kijken door de PAL-student. Deze kan dan een terugkoppeling geven aan de leerlingen.

# Beoordeling van de E-klas

Voor het bepalen van de cijfers van de leerlingen kunnen de volgende onderdelen worden beoordeeld:

* Het werkdocument;
* De film over transcriptie (§ 2.4);
* Eindopdracht (‘geboorte-album’).

In deze docentenhandleiding zijn rubrics opgenomen voor het beoordelen van de film en de eindopdracht. Deze staan resp. in bijlage 2 en 3.

# Overzicht lessen

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Les** | **Onderwerp** | **Activiteiten Leerlingen** | **Activiteiten Docent** | **Activiteiten PAL** | **Opmerkingen** | **Begrippen** |
| 1 | Introductie e-klas en PAL  Eerste opdracht 1.1  Tweede opdracht 1.1 | Luisteren  Maken  Maken  HW: PowerPoint leren, 1.1 maken | Uitleg e-klas, afspraken maken met leerlingen over werkwijze en beoordeling | Beantwoorden (leer)vragen leerlingen | Beamer nodig | Hormonen, LH, FSH, oestrogeen, progesteron, voortplantingsstelsel man en vrouw |
| 2 | Practicum Menstruatie-regulatie-simulatie | Luisteren naar uitleg/theorie  Deelnemer aan simulatie  HW: 1.2 maken | Uitleg menstruatiecyclus  Uitvoeren practicum | - | Docentenhand-leiding bijlage 2; | Menstruatiecyclus, hormonen, regelsysteem |
| 3 | Bespreken opdrachten 1.1  Uitleg 1.3  Opdracht 1.3 | Luisteren en verbeteren  Maken. HW: afmaken 1.3 | Uitleg  - | Uitleg (i.p.v. docent)  Begeleiden |  | SOA’s |
| 4 | Uitleg 1.4 en 1.5  Opdrachten 1.4 en 1.5  Werkdocument | Luisteren  Maken  Afmaken en inleveren  HW: werkdocument inleveren | Uitleg 1.4 geven  - | Nakijken werkdocumenten |  | Analyse, berekenen |
| 5 | Uitleg 2.1 en 2.2  Eerste opdracht 2.1  Opdrachten 2.1  Uitleg 2.2/ biologiepagina | Luisteren  Maken, bespreken  Maken  HW: 2.1 en 2.2 maken | Uitleg  Leiden bespreking  -  Uitleg | Begeleiden  Begeleiden | Beamer nodig | Bouw DNA |
| 6 | Uitleg 2.3  Maken opdrachten 2.3  Uitleg film + eisen  Maken groepen + afspraken | Luisteren  Maken  Luisteren  Afspraken maken  Bouwmaterialen DNA meenemen | Uitleg  Uitleg | Begeleiden  Begeleiden | Beamer nodig | Eiwitsynthese, transcriptie, translatie |
| 7 | Bouwen DNA molecuul | Bouwen | Begeleiden | Begeleiden | Materialen DNA | Eiwitsynthese, transcriptie, translatie. Model bouwen |
| 8 | Filmen proces transcriptie | Filmen en bewerken in Movie Maker. Inleverdatum afspreken | Begeleiden | Begeleiden | Windows Movie Maker, camera’s | Eiwitsynthese, transcriptie, translatie. Film bewerken |
| 9 | Uitleg 3.1  Mind map maken  Tweede opdracht 3.1 | Luisteren  Maken in Paint, Powerpoint lezen  HW: 3.1 maken, leren PowerPoint | Uitleg  begeleiden | Werkdocumenten nagekeken + bespreken met leerlingen |  | Replicatie, geslachtscellen, haploïd, diploïd |
| 10 | Uitleg 3.2  Eerste opdracht 3.2  Tweede opdracht 3.2 | Luisteren  Maken  HW: maken 3.2 en leren meiose | Uitleg | Begeleiden  Begeleiden |  | Fasen meiose |
| 11 | Uitleg 3.3 en 3.4  Leerlingen werken zelfstandig aan de opdrachten | Luisteren  Maken | Uitleg | Begeleiden |  | Diversiteit |
| 12 | Uitleg 4.1  Film  Opdracht 4.1 | Luisteren  Maken. HW: maken 4.2 | Uitleg | -  -  Begeleiden | Beamer | Nieuwe voortplantingstechnieken |
| 13 | Uitleg 4.2 en 4.3  Eerste opdracht 4.2 en 4.3  Positiekwadrant | Luisteren  Maken  Klassikaal uitvoeren | Uitleg | -  Begeleiden  Begeleiden |  | PIGD, Genetische modificatie, recombinant-DNA-techniek, prenatale diagnostiek |
| 14 | Uitleg 5.1  Eerste opdracht  Tweede opdracht | Luisteren  Schetsen maken en bespreken  Tekeningen mitose in Paint maken  HW: 5.1 maken en leren mitose | Uitleg  Bespreken | -  Begeleiden  Begeleiden | Koptelefoontjes | Fasen mitose |
| 15 | Uitleg 5.2 + 5.3 (maken van blokschema)  Opdrachten 5.2 + 5.3 | Luisteren  Maken  HW: opdracht verschil mitose en meiose maken | Uitleg | -  Begeleiden |  |  |
| 16 | Uitleg 6.1  Eerste opdracht  Tweede opdracht  Derde opdracht | Luisteren  Vouwen  Radio item maken. HW: 6.1 |  |  |  |  |
| 17 | Uitleg 6.2 + 6.3, film, gesprek  Opdrachten 6.2 + 6.3 | Luisteren bij film, deelname aan gesprek; opdrachten maken Werkdocument afmaken en inleveren | Uitleg | Begeleiden |  |  |
| 18-19 | Eindopdracht uitleggen  Inleverdatum | Leerlingen maken eindopdracht + leveren in |  |  |  |  |
| 20 | D-toets voortplanting en DNA | Maken |  |  |  |  |

# Uitwerking per les

# Les 1 (introductie en §1.1)

Geef een inleiding van de e-klas. Het is raadzaam om in de eerste les de e-klas te projecteren met een beamer en globaal door te nemen wat deze e-klas inhoudt en hoe leerlingen worden beoordeeld. Bespreek in ieder geval het volgende:

* Leerlingen werken in tweetallen
* De studiewijzer; leerlingen werken zoveel mogelijk volgens de studiewijzer tenzij anders opgegeven
* De beoordeling
* Het werkdocument en de afspraken hierover
* Korte uitleg over de casus; eventueel kunt u hierbij de brief projecteren

Hierna gaan ze aan de slag met §1.1. Leerlingen kunnen hier zelfstandig aan werken. Het is de bedoeling dat de opdrachten tijdens de les worden afgemaakt.

# Les 2 (§1.2 practicum menstruatie-regulatie-simulatie)

In deze les gaan leerlingen een menstruatiecyclus simuleren. Meer informatie is te vinden in bijlage 4 van deze docentenhandleiding. Het originele document is ook te downloaden op [www.praktijk.nu](http://www.praktijk.nu). Deze les vergt wat voorbereiding van de docent. De volgende materialen dienen aanwezig te zijn voor aanvang van het practicum:

* Kopieën van de opdrachten van alle rollen (zie bijlage 4)
* A4-tjes met de namen van de organen/hormonen om op te hangen bij de groepen (zie bijlage 4)
* Witte of roze ballonnen (voor de follikel)
* Erwten of witte bonen (als eicel in de witte of roze ballonnen)
* Een prepareernaald (voor de ovulatie)
* Gele ballonnen (voor het gele lichaam)
* Rode kleurstof (eosine o.i.d.), flarden tissue en suiker (als baarmoederslijmvlies)
* Een groot bekerglas of ander doorzichtig vat (als ‘baarmoeder’ waarin het slijmvlies groeit)
* Een zeef voor in de gootsteen

Maak leerlingen er op attent dat ze na het practicum nog tijd hebben om de opdrachten van §1.1 te verbeteren (voor de aankomende les).

# Les 3 (§1.3)

In deze les is er tijd om de gedane opdrachten en theorie te bespreken. Neem hier maximaal 15 minuten de tijd voor. Daarna gaan leerlingen aan de slag met de opdrachten van §1.3.

# Les 4 (§1.4 en 1.5)

Leerlingen kunnen deze les, §1.4, zelfstandig maken. De PAL-student en/of de docent heeft een begeleidende rol. §1.5 is een evaluatieopdracht met ja/nee vragen over het gehele hoofdstuk.

# Les 5 (§2.1 en 2.2; DNA)

Leerlingen werken aan de opdrachten van §2.1 en §2.2. De casus wordt losgelaten en de nadruk ligt op DNA. Een onderwerp wat ze later in de casus goed moeten begrijpen. De PAL-student en/of docent heeft weer een begeleidende functie.

# Les 6 t/m 8 (§2.3; film transcriptie)

In **les 6** maken leerlingen eerst de opdrachten uit §2.3. Laat ze hier maximaal 20 minuten aan werken. Zorg er voor dat ze in ieder geval de opdracht over transcriptie hebben gemaakt. De biologiepagina opdracht kan eventueel in hun eigen tijd. Daarna projecteert u de opdracht van de transcriptiefilm. U legt uit wat de bedoeling van de opdracht is en hoe ze worden beoordeeld. Laat ook het filmpje zien als voorbeeld van een mogelijk eindresultaat.  
Een beoordelingsschema is te vinden in bijlage 2 van deze docentenhandleiding. Verder zorgt u er voor:

* dat er groepjes van 3 à 4 leerlingen worden gevormd.
* dat leerlingen afspraken maken op papier over het meenemen van de materialen voor de volgende les. U kunt er ook voor kiezen om deze materialen zelf aan te leveren.
* dat leerlingen een scenario / werkplan schrijven.

In **les 7** maken leerlingen de opstelling voor de film. Dit houdt in: een DNA-molecuul op een achtergrond waarin de celkern met kernmembraan en –poriën te zien zijn. Laat de leerlingen, mochten er onvoldoende camera’s op school aanwezig zijn, hun eigen camera meenemen voor de volgende les.

In **les 8** maken leerlingen hun film. Zorg ervoor dat er voldoende camera’s aanwezig zijn. Nadat er is gefilmd, moet het resultaat op de computer worden gezet. Filmpjes zullen op de computer vaak nog in een bewerkbaar bestand moeten worden omgezet (bijvoorbeeld .*avi* of *.mp4*). Software om dit te doen is gratis te downloaden. Vraag er bij twijfel naar bij de ICT-beheerder op school. Leerlingen zijn hier trouwens vaak al zelf erg handig in. Het bewerken van de film kan met het standaard Windows programma *Windows Movie Maker*. Vraag eventueel aan leerlingen of ze zelf betere of andere programma’s op hun computer thuis hebben. Maak duidelijke afspraken met de leerlingen over hoe en wanneer het filmpje moet worden ingeleverd.

# Les 9 (§3.1)

In deze les (3.1) kun je er voor kiezen om eerst klassikaal uit te leggen hoe je een woordweb maakt en wat het doel er van is (verbanden zien, hoofd- en bijzaken scheiden). De website <http://www.op-expeditie.nl/minicursussen/Hoe-maak-je-een-woordweb-18> laat zien hoe leerlingen (online) een woordweb kunnen maken. Als leerlingen al ervaring hebben met het maken van een mind map kunnen zij zelfstandig werken. De tweede opdracht is geheel zelfstandig uit te voeren. De PAL-STUDENT gebruikt deze les om de voortgang van het werkdocument terug te koppelen naar de leerlingen.

# Les 10 (§3.2)

Deze les kunt u klassikaal beginnen. Gebruik dan één of meerdere van de onderstaande bronnen om leerlingen te laten ontdekken uit welke fasen de meiose bestaat en wat er in die fasen gebeurt:

* [http://youtu.be/AdmnzvcWCWEO](http://youtu.be/AdmnzvcWCWE)
* <http://www.youtube.com/watch?v=fLW5tXsCzog&feature=related>
* <http://www.bioplek.org/animaties/cel/meiose.html>

Bij de tweede opdracht gaan leerlingen de meiose uitbeelden in tekeningen. Dit kunnen ze doen op de computer. *Paint* is een standaardprogramma op de Windows computer die ze hiervoor kunnen gebruiken. Voor de Mac kunnen ze gratis *SketchBook express* downloaden vanuit de ITunes store. Indien gewenst kunnen leerlingen een ander animatieprogramma of een tekenprogramma gebruiken. (zie bijvoorbeeld <http://www.pepermunt.net/foto/gratis-tekenprogrammas.html>.)

# Les 11 (§3.3 en 3.4)

Leerlingen maken zelfstandig de opdrachten. De docent en/of de PAL-STUDENT geeft begeleiding.

# Les 12 (§4.1)

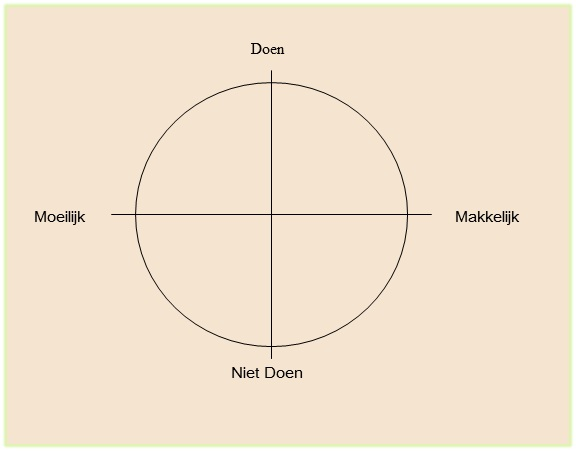
In deze les gaan leerlingen op zoek naar methoden om het stel te helpen bij hun kinderwens.

# Les 13 (§4.2 en 4.3)

Leerlingen bekijken eerst de volgende video’s:

* + <http://www.youtube.com/watch?v=LjL2XoNIO54&feature=youtu.be>
  + <https://www.youtube.com/watch?v=jbMz6rmAn1c>

Hierna werken ze aan de eerste opdracht. Leerlingen moeten eerst een beeld krijgen van PiGD en de eventuele risico’s voordat de opdracht met het positiekwadrant kan worden uitgevoerd. Positiekwadrant is een methode om leerlingen aan te laten geven hoe ze denken over een stelling. De werkwijze hierbij is als volgt:

* Zorg voor een veilige sfeer in de klas en leg ze uit wat de opdracht inhoudt.
* Leerlingen geven hun mening door op een bepaalde plek in de klas te gaan staan volgens het positiekwadrant. Zijn ze het met de stelling eens dan lopen ze naar voren in de klas en zijn ze het oneens dan lopen ze naar achteren. Vinden ze het een makkelijke beslissing gaan ze naar rechts en vinden ze het moeilijk dan gaan ze naar links.
* Draag de stellingen aan in de volgorde van makkelijk naar moeilijk. Eventueel kunnen de leerlingen zelf stellingen aanvoeren.
* Vraag na iedere stelling aan een aantal leerlingen om hun keuze toe te lichten.

Hierna maken ze voor de volgende les §4.2 en §4.3 af.

# Les 14 (§5.1)

Voor deze les moeten er voldoende vellen A4 papier aanwezig zijn.  
De leerlingen luisteren naar het audio fragment en proberen zich de mitose voor te stellen. Ze maken schetsen van de verschillende fasen. De docent kan er voor kiezen om enkele schetsen te bespreken. Hierna bekijken de leerlingen het beeldmateriaal van de mitose. Net als in les 10 maken ze in Paint (of vergelijkbaar programma) een overzicht van alle fasen van de mitose. Vervolgens maken ze de twee afsluitende opdrachten thuis.

# Les 15 (§5.2 en 5.3)

Deze les gaat over de geboorte. In een blokkenschema beelden de leerlingen de fasen van de geboorte uit. U kunt naar eigen inzicht een voorbeeld van een blokkenschema geven. Bijvoorbeeld een blokkenschema van de hormonale regeling bij de vrouw. Uit het voorbeeld moet blijken dat je oorzaken/gevolgen en aaneensluitende fasen met een blokkenschema overzichtelijk kunt weergeven. De tweede opdracht voeren ze zelfstandig uit. In §5.3 moeten ze informatie uit les 10 (meiose) en les 15 (mitose) met elkaar gaan vergelijken.

# Les 16 (§6.1)

Voor deze les moet er het volgende aanwezig zijn: A4 papier (minimaal 1 per leerling), scharen en een stopwatch.  
Laat de leerlingen met behulp van de handleiding proberen in ca. 10 minuten een kikker te vouwen. Ze zullen misschien merken dat het best lastig is om dit goed uit te voeren. Onder tijdsdruk kunnen ze al snel een vouw verkeerd maken, wat resulteert in een heel ander object dan de beoogde kikker. In de nabespreking kunt u uitleggen dat tijdens de replicatie ook fouten worden gemaakt die kunnen leiden tot een ander fenotype.  
Bij de tweede opdracht kunt u eerst ingaan op het maken van een radio item op de computer (zie: [*http://digischool.kennisnet.nl/attachments/1052539/beeld\_en\_geluidPO.pdf*](http://digischool.kennisnet.nl/attachments/1052539/beeld_en_geluidPO.pdf)). Vervolgens kiezen ze een voorbeeld van een aandoening die door een mutatie wordt veroorzaakt en maken hierover een radio item van 1-2 minuten.

# Les 17 (§6.2 en 6.3)

Klassikaal kijken de leerlingen eerst een film over lactose-intolerantie. Bespreek hierna wat leerlingen al weten over dit onderwerp en of ze mensen kennen die lactose-intolerant zijn. U kunt hierbij de volgende zaken bespreken:

* + Zijn er leerlingen die lactose-intolerant zijn?
  + Zijn er leerlingen die mensen kennen die lactose-intolerant zijn?
  + Wanneer is lactose-intolerantie bij je/bij kennis ontdekt?
  + In hoeverre verandert je leefstijl?
  + Etc.

Daarna gaan ze zelfstandig aan de slag. In de laatste opdracht van §6.2 maken leerlingen een duidelijk medium waarin ze uitleggen hoe lactose-intolerantie ontstaat en hoe je er mee om moet gaan. De vorm van het medium kan zijn: soundbyte, lied, rap, geluidscompilatie of gedicht (andere vormen met de docent bespreken). Leerlingen leveren na deze les hun werkdocument in.

# Les 18 en 19 (eindopdracht)

Leerlingen maken een fotoalbum van de periode net voor, tijdens en net na de zwangerschap van het stel. Het fotoalbum bevat beeldmateriaal en bij elk plaatje dat een stap in het proces uitbeeldt een korte beschrijving. Het wordt een chronologisch boek over het ontstaan van het kind. Als laatste zetten ze er een babyfoto van zichzelf in en leggen ze uit hoe het kind uiteindelijk met de lactose-intolerantie om zal moeten gaan. In bijlage 3 staat een rubric waarmee de opdracht beoordeeld kan worden.

# Les 20 (D-toets)

Leerlingen maken in deze les de D-toetsen.

# Antwoorden werkdocument e-klas ‘DNA dokter’

**1.1 Voortplanting stelsels**

* Antwoorden op de vragen

1. *Vrouw: " Ik heb jarenlang de pil geslikt. Heeft de anticonceptiepil invloed op mijn vruchtbaarheid? En zo ja, op welke manier? " (zie* [*bron 1*](http://www.rutgerswpf.nl/sites/default/files/Brochure-Anticonceptiemiddelen.pdf)*)*

Nee (zie pagina 9 van bron). Nadat je gestopt bent met de pil komt je eigen cyclus vanzelf weer op gang.

1. *Vrouw: "Wanneer is mijn vruchtbare periode? En hoe lang is die periode?"*

Je stelt vast wanneer je eisprong was door elke ochtend je lichaamstemperatuur op te nemen. Na de eisprong stijgt je lichaamstemperatuur met 0,2 à 0,3 graden tot de volgende menstruatie (zie bron). De eisprong vindt 14 dagen na het begin van de menstruatie plaats (dag 14). De vruchtbare periode is van drie dagen vóór de eisprong (de tijd dat zaadcel leeft) tot 24 à 48 uur erna (de tijd dat eicel leeft). Het duurt dus ongeveer 4 of 5 dagen (zie powerpoint).

1. *Vrouw: "Kunt u mij uitleggen hoe een zwangerschapstest werkt? Op basis van welk hormoon of welke hormonen werkt de zwangerschapstest?"*

Je plast op een teststaafje. De teststof bevat hCG-antistoffen. Indien hCG in je urine zit (afgegeven door het embryo) kleurt het teststaafje en ben je zwanger.

1. *Man: " Ook ik heb jarenlang gerookt en ben gestopt, is het slecht voor mijn sperma?*

Ja, dat kan slecht zijn.

1. *Man: " Ik heb veel op een mountainbike gereden, is dat slecht voor mijn sperma geweest?"*Ja, dat kan slecht zijn.
2. *Man: " Bij mijn werk als buschauffeur zit ik veel, is dat slecht voor mijn sperma?"*Ja, dat kan slecht zijn.

* *Zet hieronder je schema neer over hormonale regeling van de voortplanting.*

|  |
| --- |
| zie volgende pagina.  -Niet zwangere vrouw: gele lichaam sterft af 🡪 minder productie progesteron 🡪 baarmoederslijmvlies laat los.  -Zwangere vrouw: embryo produceert HCG 🡪 gele lichaam blijft in stand 🡪 productie progesteron 🡪 baarmoederslijmvlies blijft dik. |

* 1. **Hormoonsimulatie**
* Heb je nog verbeteringen voor §1.1?
* Schema (zie boven)
  1. **Onderzoek bij de vrouw**
* *Beschrijf welke fysieke problemen kunnen leiden tot onvruchtbaarheid bij de vrouw en hoe die problemen kunnen ontstaan.*

Een vrouw kan onvruchtbaar zijn door een impermeabel celmembraan bij de eicel of omdat er helemaal geen eicellen geproduceerd worden. De eierstokken kunnen ook helemaal ontbreken.

* *Bij een fertiliteitsprobleem kunnen de volgende vrouwelijke factoren een rol spelen:*

- Verminderde eicelvoorraad (ovariële reserve) of eicelkwaliteit. Vanaf 35 jaar begint de vruchtbaarheid bij de vrouw sterk af te nemen. De eierstokken verouderen, en het aantal en de kwaliteit van de eicellen loopt terug. Veelal is onbegrepen onvruchtbaarheid terug te voeren op een verminderde kwaliteit van de eicellen. De kwaliteit van de eicellen kan tot op zekere hoogte worden vastgesteld door het uitvoeren van een poollichaamonderzoek.

- Afwijkingen in de eileiders (tubapathologie). De eileiders kunnen afgesloten zijn door sterilisatie, door verklevingen of door vergroeiing.

- Woekeringen van het baarmoederslijmvlies (endometriose).

- Afwijkingen aan de baarmoeder zoals vleesbomen (myomen) of verklevingen (intra-uteriene synechie). Er vindt geen menstruatie meer plaats (amenorroe) en innesteling van een bevruchte eicel is vrijwel niet meer mogelijk. Vrouwen die een curettage hebben ondergaan, bij een miskraam, een abortus of een bevalling, kunnen daar in zeldzame gevallen het syndroom van Asherman aan overgehouden hebben.

- Problemen met het baarmoederhalsslijm (cervixfactor). Soms kunnen zaadcellen niet door het baarmoederhalsslijm bewegen, waardoor ze de eicel niet bereiken. Dit probleem kan worden veroorzaakt door vijandig baarmoederhalsslijm (cervical hostility). Hierdoor is het baarmoederhalsslijm niet of slecht doordringbaar, bijvoorbeeld doordat er te weinig baarmoederhalsslijm is, of doordat de zuurgraad (pH) ervan te laag is.

- DES-dochters: tijdens de zwangerschap ontstonden soms afwijkingen bij de foetus, waardoor de vruchtbaarheid van deze zogeheten DES-dochters in zeldzame gevallen verminderd is. Omdat DES na 1977 niet meer is voorgeschreven is dit probleem langzaam aan het verdwijnen.

- Herhaalde miskramen (habituele abortus). Meestal speelt een chromosoomafwijking die bij de bevruchting ontstaat hierbij een rol. Het embryo in aanleg is niet goed, groeit niet verder en wordt afgestoten. Een miskraam kan ook veroorzaakt worden door een probleem met de bloedstolling, waardoor de bloedtoevoer naar de (innestelende) foetus wordt belemmerd en de foetus afsterft. Een andere oorzaak hiervoor kan een auto-immuunafwijking zijn; hierdoor worden stoffen, die voor de zwangerschap noodzakelijk zijn, of de foetus zelf door het immuunsysteem van de vrouw aangevallen en afgebroken.

- Seksuele problemen.

- Onbegrepen onvruchtbaarheid (idiopatische subfertiliteit).

* *Beschrijf welke hormonale afwijkingen kunnen leiden tot onvruchtbaarheid en hoe die afwijkingen kunnen ontstaan.*

- Stoornissen in de menstruele cyclus, dan wel anovulatie. Deze worden meestal veroorzaakt door een probleem in de hormoonhuishouding, bijvoorbeeld een te hoog prolactinegehalte (borstvoedingshormoon), een te hoge FSH-spiegel (zie ook bij vervroegde overgang), of een schildklierafwijking.

- PCO-syndroom. Hierdoor is de rijping van eiblaasjes verstoord. Ook blijft de eisprong vaak uit waardoor er nauwelijks of geen menstruatie optreedt.

- Vervroegde overgang, ook wel aangeduid als premature menopauze of prematuur ovarieel falen (POF).

* *Beschrijf welke SOA's er zijn, wat de kenmerken er van zijn en welke SOA's in het bijzonder onvruchtbaarheid kunnen veroorzaken.*

De bekendste SOA’s zijn;

- Chlamydia: bacteriële infectie- afscheiding, ontsteking urinebuis en eileiders

- Gonorroe: bacteriële infectie- ontsteking urinebuis, vagina en eileiders

- HIV (Aids): viraal - verminderde afweer, infecties en de dood

- Herpes: viraal - blaasjes met virussen

- HPV: viraal – wratten, baarmoederhalskanker

- Syfilis: bacteriële infectie – ontstekingen, hersenaandoeningen, misvormingen

- Platjes: insecten – schaamluizen, jeuk en rode vlekken

Chlamydia, Syfilis en HPV hebben de grootste kans je onvruchtbaar te maken.

* *Fysieke oorzaken:*

- Beschadiging of verstopping eileiders: vaak veroorzaakt door een ontsteking (Chlamydia).

- Ovulatie aandoeningen: probleem in de hypofyse of hypothalamus, hierdoor lage niveaus van LH en FSH. Vaak veroorzaakt door tumoren, buitensporig sporten en uithongering.

- Vleesbomen in de wand van de baarmoeder.

- Verklevingen van organen met littekenweefsel in de buikholte.

- Kanker of behandeling van kanker in de voortplantingsorganen.

* *Hormonale oorzaken:*

- Verhoogde prolacticine-afgifte buiten de zwangerschap. Hierdoor meer melkafgifte en het kan leiden tot een verstoring van de ovulatie. Soms kan een hypofysetumor de oorzaak zijn.

- Polycysteus ovarium syndroom (PCOS). Bij PCOS produceert je lichaam teveel androgeen (mannelijk) hormoon, dat gevolgen heeft voor de ovulatie. PCOS wordt geassocieerd met insulineresistentie en overgewicht.

- Menopauze voor de leeftijd van 35. Kenmerken zijn het uitblijven van de menstruatie en uitputting van de follikels. Oorzaken zijn nog niet bekend.

- Schildklierprobleem: te veel of te weinig schildklierhormoon.

* 1. **Onderzoek bij de man**
* *Gemiddeld aantal zaadcellen:*

(5+8+5+8+13+8+3+6+3)\*106/9= 6,6\*106 zaadcellen per mL. Dit is te weinig. Normaal zitten er minstens 20 miljoen zaadcellen per mL.

* *Wat is de oorzaak van de verminderde kwaliteit van het zaad van de man?*

De man produceert net voldoende sperma (2mL), het totaal aantal zaadcellen is te laag (13 miljoen), de vorm van de zaadcellen is goed (50%) en de hoeveelheid vocht relatief veel (98%). Probleem zit dus bij de vorming van de zaadcellen.

Een verstoorde hormoonhuishouding van FSH kan een reden zijn (na vergelijken met de website en de enquête is dit de enige optie die leerlingen kunnen geven).

**2.2 Bouw van het DNA**

* *Noteer hieronder je antwoorden op de vragen.*

1. Een nucleotide bestaat uit drie hoofdcomponenten:

- Fosfaat

- Suiker (desoxyribose)

- Stikstofbasen: cytosine, adenine, guanine, thymine

Nucleotiden vormen de bouwstenen voor het DNA en RNA

2. Cytosine, adenine, guanine, thymine en uracil in RNA.

3. C met G en T met A De binding is met waterstofbruggen.

4. Eigen uitleg kopie DNA.

5. Watson en Crick en Rosalind Franklin.

**2.4 Film**

*Houd een logboek bij gedurende de periode dat je bezig bent met het maken van de transcriptiefilm.*

Hieronder staat een (niet ingevuld) logboekvoorbeeld.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Wat | Wanneer | Wie | Afvinken gedaan. |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**3.1 Replicatie**

* *Mind map meiose:* ter beoordeling docent.
* *Schrijf hieronder je conclusies over de overeenkomsten en verschillen van replicatie en transcriptie.*
  + Overeenkomsten: de DNA-streng wordt gekopieerd. Vóór het kopiëren despiraliseert het DNA en na het kopiëren spiraliseert het weer.
  + Beiden: de chromosomen worden opengevouwen d.m.v. enzymen, de DNA-streng wordt afgelezen, er wordt een afdruk gemaakt van de DNA-streng
  + Verschillen: bij replicatie worden beide DNA-strengen in hun geheel gekopieerd en bij transcriptie slechts één DNA-streng gedeeltelijk. Bij replicatie zijn er de volgende basenparen: C-G en A-T. Bij transcriptie: C-G en U-A.  
    Na replicatie condenseren de chromosomen. Er is een volledig kopie van het DNA en er vindt celdeling plaats.

**3.2 Hoe worden geslachtscellen gevormd?**

* *Welke fasen komen voor in de meiose? En wat gebeurt er in die fasen?*

|  |  |
| --- | --- |
| fase | Wat? |
| Profase 1 | DNA condenseert. De kernmembraan verdwijnt. Chromosomen spiraliseren. Een spoelfiguur wordt gevormd. |
| Metafase 1 | DNA replicatie. De chromosomenparen (homologe chromosomen) liggen in het middenvlak (door spoelfiguur). |
| Anafase 1 | DNA gaat uiteen o.i.v. trekdraden: de chromosomen van de chromosoomparen worden uit elkaar getrokken (door spoelfiguur). |
| Telofase 1 | DNA bevindt zich bij de polen. Er is insnoering en verdeling van het cytoplasma. |
| Cytokinese | Er zijn twee cellen met 2n chromosomen en een gesloten kernmembraan. Twee haploïde cellen met ieder 23 chromosomen (bestaand uit ieder twee chromatiden) |
| Profase 2 | De kernmembraan lost op bij de twee cellen. |
| Metafase 2 | Het DNA wordt verdeeld over twee zijden in beide cellen. Spoelfiguur brengt chromosomen naar het middenvlak |
| Anafase 2 | Er is insnoering en een verdeling van het cytoplasma. De kernmembraan sluit bij beide cellen. Chromatiden worden door spoelfiguur uit elkaar getrokken. |
| Telofase 2 | De chromosomen liggen bij de polen. |
| Cytokinese | Er zijn vier haploïde cellen met 23 chromosomen. De chromosomen despiraliseren en een kernmembraan wordt gevormd. Bij de vrouw wordt één van de vier een eicel en bij mannen alle vier een zaadcel. |

* *Meioseschema:* ter beoordeling door docent.

**3.3 Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting**

* Vragen en antwoorden *Diversiteit:* ter beoordeling docent.
* *Ongeslachtelijke voortplanting*:

**1.** binaire deling, maagdelijke voorplanting, vegetatieve vermeerdering, zoals knopvorming, klonen, stekken, enten, oculeren

**2.** binaire deling - bacteriën

maagdelijke voorplanting - bladluizen

vegetatieve vermeerdering - planten en sommige dieren, zoals zeeanemonen

**3.** Bijvoorbeeld:geen partner nodig en voortplanting gaat heel snel.

**4.** Bijvoorbeeld: weinig tot geen genetische variatie, weinig morfologische flexibiliteit, eenzijdige weerstand tegen ziekteverwekkers

**5.** ter beoordeling door docent.

**6.** ter beoordeling door docent.

**3.4 Evaluatie**

* *Geslachtscelproductie. Het antwoord bevat de volgende elementen:*

- Het vindt plaats in de eierstok/zaadballen.

- Een zaadcelmoeder/eicelmoedercel kan zich delen (via mitose). Deze cellen zijn diploïd en bevatten 46 chromosomen.

- Hierna vindt de meiose plaats. De moedercellen delen zich in twee fasen. In de eerste fase ontstaan twee cellen met 23 chromosomen (reductiedeling), na de tweede fase zijn er 4 zaadcellen/1 eicel met 23 chromosomen (haploïd).

**4.1 Een beetje hulp**

* *Beschrijf kort wat onderstaande technieken inhouden*
* *Kunstmatige inseminatie (KI)*

Sperma wordt met een spuit of rietje in de baarmoeder gebracht.

* *KID*

Sperma van een donor wordt met een rietje of spuit ingebracht in de baarmoeder.

* *In-vitrofertilisatie (IVF)*

Met behulp van hormoonstimulatie worden bij de vrouw meer eicellen tegelijkertijd tot rijping gebracht. Deze worden met een holle naald, onder echoscopie, uit de follikels gezogen (de zogenaamde punctie), waarna ze in het laboratorium met sperma worden samengebracht. Vervolgens is het wachten op een bevruchting. Als die inderdaad plaatsvindt, worden een paar dagen na de follikelpunctie een of twee pre-embryo’s (een voorstadium van een embryo) met een slangetje in de baarmoeder teruggeplaatst.

* *In-vitrofertilisatie met ICSI*

Hetzelfde als IVF, maar bij ICSI wordt één zaadcel in een eicel geïnjecteerd Het is nodig als de man te weinig zaadcellen produceert.

* *TESE*

Dit is een methode die geschikt is als een man wel zaad aanmaakt, maar bij wie dit door het ontbreken of afsluiten van zaadleiders (bijvoorbeeld door een sterilisatie) niet naar buiten kan komen. Uit een biopt van zaadbalweefsel worden zaadcellen gehaald. Dit gebeurt vaak onder narcose. Tegelijkertijd ondergaat de vrouw een follikelpunctie. Beide kunnen worden gebruikt voor een ICSI behandeling.

* *Hormoontherapie*

Door middel van het toedienen van FSH en LH wordt de zaadproductie gestimuleerd.  
Als bij een vrouw een hormoonafwijking is geconstateerd, kan ze worden behandeld met hormonen om de cyclus te reguleren en een eisprong op te wekken. Een hormoonbehandeling kan worden voorgesteld om meer eitjes tegelijk te laten rijpen, zodat de kans op bevruchting toeneemt. Dat gebeurt ook bij IUI en IVF. Mannen worden zelden met hormonen behandeld. Bij mannen staat namelijk niet vast of de behandeling resultaat heeft. Hormonen kunnen worden toegediend in tabletvorm, via injecties of met een hormoonpompje.

* *Schrijf hieronder je advies aan het koppel.*

Hormoonbehandeling: lijkt tot nu toe niet tot resultaat te leiden

TESE: niet nodig aangezien de man niet is gesteriliseerd.

KI: kan, dat hangt af van hoe slecht het zaad is. Aangezien het probleem is dat de man te weinig zaadcellen produceert zou de vorm waarbij de zaadcellen in de baarmoeder worden geïnsemineerd (IUI) een optie zijn.

IVF of ICSI zou beiden kunnen, vooral als de kwaliteit van het zaad van de man slecht is. Alleen is het voor de vrouw meer (fysiek en emotioneel) belastend dan KI.

KID: voor dit stel geen optie aangezien ze een kind willen hebben dat ze “zelf” gemaakt hebben.

Er moet in het advies voorkomen dat vanwege het matige zaad van de man er voor ivf moet worden gekozen en mogelijk zelfs ICSI.

**4.2 PIGD**

* *Gesprek over PiGD*

Pre-implantatie genetische diagnostiek (PiGD) is een techniek om genetische afwijkingen op te sporen in eicellen of embryo's voorafgaand aan of aansluitend op in-vitrofertilisatie (IVF) of intracytoplasmatische sperma-injectie (ICSI). Voordat er sprake is van zwangerschap worden één of twee cellen afgenomen van het (pre-implantatie) embryo dat dan bestaat uit 6-10 cellen. Deze cellen worden gediagnosticeerd op geslacht en geslachtsgebonden overerving, monogene aandoeningen (door mutaties aan één gen), structurele chromosoomafwijkingen (vorm) en aneuploïdiescreening (juiste aantal chromosomen).

In het stuk moet voorkomen dat er bij PiGD een kleine kans bestaat dat het 8-cellige embryo wordt beschadigd. Verder is er geen onderzoek gedaan naar PiGD kinderen en de eventuele gevolgen op langere termijn. Bron: [www.pgdnederland.nl/watispgd/risico’s](http://www.pgdnederland.nl/watispgd/risico's)

* *Zou je PiGD toepassen? Belicht de ethische kant. Waar ligt de grens?*

Voorkomen kan, er ligt op de loer dat mensen alleen nog gezonde kinderen willen, acceptatie van een kind met een handicap wordt minder want “het had voorkomen kunnen worden toch?” Ouders die religieus zijn komen misschien in gewetensnood. Waar ligt de grens, wat wil en mag je allemaal weten over een embryo voordat je beslist of het geboren mag worden?

* *Welke vormen van prenatale diagnostiek zijn er en wat houden deze in? Leg uit waarom het voor hen lastig is om hiervoor in aanmerking te komen.*

- Vlokkentest: na 10 weken. Hierbij neemt men cellen van de placenta af via de baarmoederhals of buikwand en controleert deze op aandoeningen middels echografie.

- Vruchtwaterpunctie: na twaalf weken. Hierbij wordt wat vruchtwater van de vrouw afgenomen. De hierin aanwezige foetale cellen worden onderzocht.

- Het is lastig om in aanmerking te komen omdat de vrouw jonger is dan 36 en niet eerder een kind met aangeboren afwijking heeft gehad. Verder is bij nog niet gecontroleerd of ze een verhoogde kans op kind met syndroom van Down hebben. Dat moet dan eerst worden bepaald. Er moet ook bekend zijn of in hun familie sprake is van erfelijke afwijkingen.

**4.3 Evaluatie**

* *Beschrijf stapsgewijs hoe jij als dokter hun vraag zou aanpakken. Gebruik in je plan in ieder geval de volgende woorden: PiGD, IVF, recombinant-DNA-techniek.*
* *Schrijf er ook bij of je denkt dat dit kan.*

Het antwoord dient de volgende elementen te bevatten:

- Een eicel wordt bevrucht door een zaadcel buiten het lichaam. Dit is IVF.

- De bevruchte eicel deelt zich meerdere keren (tot het achtcellig stadium).

- Van dit klompje cellen wordt het DNA onderzocht op mogelijke (erfelijke) afwijkingen. Dit wordt PiGD genoemd.

- Als alle cellen het lactose-intolerante gen bevat ga je dit vervangen door een lactose-tolerant gen van een ander persoon m.b.v. recombinant DNA techniek.

- Vervolgens wordt of worden één of meerdere bevruchte eicellen geplaatst in de baarmoeder van de draagmoeder.

Het is nu nog niet mogelijk om dit via recombinant-DNA-techniek uit te voeren bij menselijke cellen. U kunt naar eigen oordeel de argumenten over de haalbaarheid waarderen.

**5.1 Groei embryo**

* *Tekening mitose*

|  |
| --- |
| Let op: interfase hoeft niet getekend te worden. Bij de telofase zijn de chromosomen meer naar de polen toe getrokken. |

**5.2 De geboorte en daarna**

* *Blokkenschema van fasen van de geboorte*

Een voorbeeld:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Weeën** | **Vliezen breken** | **Ontsluiting** | **Weeën** | **Uitdrijving** | **Nageboorte.** |

**5.3 Evaluatie**

* *Overeenkomsten en verschillen tussen mitose en meiose.*
  + Overeenkomsten:

Kernmembraan lost op, DNA wordt gekopieerd, nieuwe celkern wordt gevormd, er ontstaan dochtercellen, er is crossing-over mogelijk.

* + Verschillen:

De mitose is klaar na het ontstaan van twee dochtercellen met 46 (2n) chromosomen. Bij meiose ontstaan dochtercellen met 23 (n) chromosomen. Uit een moedercel ontstaan 4 zaadcellen of 1 eicel (3 overige eicellen worden poollichaampjes en verdwijnen uiteindelijk). Bij de metafase liggen de chromosomen naast elkaar en bij de metafase 1 (meiose) liggen de chromosoomparen tegenover elkaar.

**6.1 Een precies werkje**

* *Origami-opdracht.* Per leerling is een vel A4 en een schaar aanwezig. Het doel van de opdracht is om leerlingen te laten ervaren dat één klein foutje al kan leiden tot een ander dier dan de kikker en dat een foutje in het DNA ook gevolgen kan hebben voor de vorming van eiwitten (fenotype). Laat de leerlingen hier niet langer dan 25 minuten aan werken. Dat is inclusief het voor- en nabespreken van de opdracht.
* *Radio item.* De leerlingen maken een radio item over een ziekte die ontstaat als gevolg van een mutatie. Ze kiezen uit een van de bronnen of in onderling overleg met de docent een andere bron. Op de website [*http://oud.digischool.nl/po/community12/Bijdragen%20community%201\_bestanden/beeld%20en%20geluid.pdf*](http://oud.digischool.nl/po/community12/Bijdragen%20community%201_bestanden/beeld%20en%20geluid.pdf) staat uitgelegd hoe ze een radio item kunnen maken. Hiervoor hoeven geen programma’s te worden gedownload.

Voorbeelden van uitgewerkte items:

* + Duchenne (spierdystrofie): door een fout op het X-chromosoom wordt een bepaald eiwit, dat nodig is voor de stevigheid van de spiercellen, niet gemaakt. De ziekte komt vooral voor bij jongens. Gevolg is dat de spieren langzaam afbreken en je wordt minder sterk (<http://www.duchenne.nl/43_de-ziekte.html>).
  + CF: Dit wordt veroorzaakt door een defect gen, wat in de luchtwegen leidt tot de vorming van dik, taai slijm. Dit slijm hoopt zich op en bemoeilijkt de ademhaling. Daarnaast bevordert dit slijm het ontstaan van chronische luchtweginfecties, die veel schade aan de longen veroorzaken en uiteindelijk tot de dood leiden (<http://www.ncfs.nl/?&FlashSupport=true&flashversion=11.102>).
  + Huntington: De ziekte van Huntington wordt veroorzaakt door een afwijkend gen op het 4e chromosoom. Indien één van de ouders het afwijkende (Huntington) gen heeft, dan heeft elke zoon of dochter 50% kans de ziekte te erven. De ziekte van Huntington is een erfelijke aandoening die bepaalde delen van de hersenen aantast (<http://www.huntington.nl/over-de-ziekte>).
  + Hemofilie: De erfelijke informatie die nodig is om stollingsfactor VIII in het bloed te maken, is vastgelegd op het X-chromosoom. Mutaties aan dit chromosoom leiden bij jongens eerder tot problemen dan bij meisjes. Bij hemofilie is er een gebrek aan een van de (13) stollingsfactoren. Gevolg is dat er te weinig is om fibrine te activeren en daarmee een bloedprop te verstevigen. Het stollingsproces is hiermee verstoord. (<http://nvhp.nl/hemofilie.aspx>).

**6.2 Lactose-intolerantie**

* *Beschrijving van veranderingen in het DNA bij mensen die lactosetolerant zijn geworden:*

Bij mensen die wel lactose kunnen verteren heeft een mutatie in het DNA er voor gezorgd dat ze na hun zuigelingentijd veel lactase zijn blijven aanmaken. Mensen met een intolerantie maken te weinig of geen lactase meer aan. De oorzaak van lactose-tolerantie is een verandering in het DNA. Als er een puntmutatie optreedt en een cytosine wordt vervangen door thymine kunnen mensen wel lactose verdragen.

* *Hoe kan een mutatie er voor zorgen dat lactase wordt geproduceerd?*

Door een mutatie in een gen verandert de basensamenstelling. Dit heeft tot gevolg dat het RNA dat hierlangs wordt gevormd ook een andere basensamenstelling heeft. Het RNA wordt vervolgens “vertaald” in een (ander) eiwit. Dit eiwit wordt (na enkele aanpassingen) lactase genoemd.

* *Antwoorden bij de reflectievragen:*

ter beoordeling docent.

**6.3 Evaluatie**

1. lactose-tolerant: In het DNA wordt cytosine vervangen door thymine. Aan thymine koppelt de base adenine.

2. Lactose-intolerant: Aan de base cytosine koppelt de base guanine.

# Bijlage 1: Syllabus

|  |
| --- |
| **Vak**: Biologie |
| **TITEL E-KLAS**: DNA |
| **Doelgroep**: Havo 4 |

|  |  |
| --- | --- |
| **HUIDIGE PROGRAMMA** | |
| ***EINDTERM*** | *SPECIFICATIES uit de syllabus havo 2012 of de Handreiking schoolexamen havo/vwo [2007]. LET OP: vaak betreft het een deel van de specificatie van een eindterm! De doorgehaalde gedeeltes van de specificaties komen in de module niet aan de orde.* |
| **(CE en SE) Subdomein A1.3: Informatievaardigheden** | |
| 3. De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren*.* | De kandidaat kan  A1.3.1 informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.  ~~A1.3.2 informanten kiezen en informanten bevragen~~.  A1.3.3 benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema’s,  diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT:  - onder andere het in tabellen opzoeken van grootheden, symbolen, eenheden en formules.  A1.3.4 gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema’s, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.  A1.3.5 hoofd- en bijzaken onderscheiden.  A1.3.6 feiten met bronnen verantwoorden.  A1.3.7 informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.  A1.3.8 de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp. |
| **(CE en SE) Subdomein A 1.4: Technisch-instrumentele vaardigheden** | |
| 4. De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen. | De kandidaat kan  (…)  A1.4.2 bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.  (…) |
| **(CE en SE) Subdomein A 1.5: Ontwerpvaardigheden** | |
| 5. De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren. | De kandidaat kan  (…)  A1.5.5 een ontwerp bouwen.  (…) |
| **(CE en SE) Subdomein A 1.6: Onderzoeksvaardigheden** | |
| 6. De kandidaat kan een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit een conclusie trekken. | De kandidaat kan  (…)  A1.6.8 conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.  (…) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **(SE) Subdomein B2: Cellen van planten en dieren** | | | |
| 13. De kandidaat kan cellen en delen van cellen herkennen en de functies benoemen, en  daarbij de relatie leggen met hogere organisatieniveaus. | De kandidaat kan  (…)  B2.2 de functies noemen van:  ~~- celmembraan (bescherming, regeling, transport);~~  - kern (regeling);  ~~- mitochondriën (vrijmaken van energie onder aërobe omstandigheden);~~  ~~- endoplasmatisch reticulum (transport);~~  - ribosomen (eiwitsynthese);  ~~- chloroplast (fotosynthese).~~  (…) | | |
| **(CE) Subdomein C1: Erfelijkheid** | | | |
| 14. De kandidaat kan erfelijkheid op organismeniveau verklaren door het beschrijven van erfelijkheidsprocessen op lagere organisatieniveaus en kan het ingrijpen van de mens in erfelijkheidsprocessen bediscussiëren. | | | De kandidaat kan  C1.1 de relatie leggen tussen DNA, ~~allel~~, gen, genproduct, chromosoom, genotype en fenotype.  (…) |
| **(SE) Subdomein C2: Voortplanting en ontwikkeling van de mens** | | | |
| 15. De kandidaat kent de feiten van de menselijke voortplanting en ontwikkeling, kent de anticonceptiemethoden, en kan een beargumenteerde mening geven over de betekenis van seksualiteit op biologisch, medisch, maatschappelijk en persoonlijk vlak. | De kandidaat kan  (…)  C2.2 de functies van de geslachtsorganen beschrijven  in het bijzonder:  - vorming en transport van eicellen;  - vorming, opslag en transport van zaadcellen.  C2.3 aangeven dat een eicel in een eileider bevrucht wordt en dat de innesteling in de baarmoeder plaatsvindt.  (…)  C2.6 de cyclische veranderingen beschrijven die tijdens de menstruatiecyclus plaatsvinden en daarbij aangeven welke hormonen en hormoonklieren bij deze veranderingen zijn betrokken.  C2.7 uitleggen wanneer in de menstruatiecyclus een vrouw vruchtbaar is.  (…)  C2.10 ~~een relatie leggen tussen seksueel gedrag~~ en seksueel overdraagbare ziekten.  C2.11 aangeven dat er voorwaarden zijn voor een goede vruchtbaarheid  in het bijzonder:  - voeding;  - algemene gezondheidstoestand;  - lichaamsafwijkingen;  - leeftijd;  - geschikte temperatuur in de testes;  - milieufactoren zoals de afwezigheid van toxische stoffen.  C2.12 methoden aangeven waarmee wordt geprobeerd ongewenste kinderloosheid op te heffen  in het bijzonder:  - kunstmatige inseminatie;  - in-vitrofertilisatie.  C2.13 kennis hebben van en een beargumenteerde mening geven over het gebruik van nieuwe voortplantingstechnieken bij de mens.  C2.14 de toepassing en het werkingsprincipe aangeven van de volgende  anticonceptiemethoden en de voor- en nadelen van deze methoden noemen:  - de 'pil’,  (…) | | |
| **(SE) Subdomein C3: Deling en ontwikkeling van cellen** | | | |
| 16. De kandidaat kent de levenscyclus van de cel en de invloed van het milieu daarop en kan daarbij een relatie leggen met andere organisatieniveaus. | | De kandidaat kan  C3.1 aangeven hoe deling, groei en ontwikkeling van cellen plaatsvinden en welke betekenis deze processen hebben voor het individu.  C3.2 het principe van mitose en meiose en de verschillen tussen beide delingsmechanismen kennen, in een afbeelding herkennen en uitleggen wanneer in de celcyclus verdubbeling en verdeling van het erfelijk materiaal (DNA) plaatsvindt en wanneer plasmagroei plaatsvindt.  C3.3 aangeven wat DNA is en wat een chromosoom is en aangeven dat de erfelijke informatie hierin is opgeslagen.  C3.4 de begrippen allel en gen in verband brengen met de begrippen DNA en chromosoom.  (…)  C3.6 het principe van de toepassing van recombinant-DNA-techniek in de biotechnologie aangeven.  (…) | |

|  |  |
| --- | --- |
| **NIEUWE PROGRAMMA (pilotscholen en alle scholen vanaf september 2013)** | |
| ***EINDTERM*** | *SPECIFICATIE uit de conceptsyllabus havo 2015 (dd. dec 2011) of de concepthandreiking bij het experimentele examenprogramma (sep 2009).*  *LET OP: vaak betreft het een deel van de specificatie van een eindterm!*  *De doorgehaalde gedeeltes van de uitwerkingen komen in de module niet aan de orde.* |
| **(CE en SE) Subdomein A1 . Informatievaardigheden gebruiken** | |
| 1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken. | A1 is niet nader gespecificeerd voor biologie |
| **(CE en SE) Subdomein A5. Onderzoeken** | |
| 5. De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden. | De kandidaat kan, gebruik makend van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en  wiskundige vaardigheden  1. een natuurwetenschappelijk probleem herkennen;  (…)  8. op grond van verzamelde gegevens van een uitgevoerd onderzoek conclusies trekken die aansluiten bij de onderzoeksvra(a)g(en) van het onderzoek;  (…) |
| **(CE en SE) Subdomein A6. Ontwerpen** | |
| 6. De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren. | ~~De kandidaat kan gebruik makend van relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen~~  (…)  8. voorstellen doen voor verbetering van een ontwerp;  9. een ontwerpproces en -product presenteren. |
| **(CE en SE) Subdomein A9. Waarderen en oordelen** | |
| 9. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen | De kandidaat kan  (…)  3. feiten met bronnen verantwoorden;  4. de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor de beantwoording van het betreffende vraagstuk. |
| **(SE) Subdomein B1. Eiwitsynthese** | |
| 16. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA en eiwitsynthese ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze bouwstoffen van de cel worden gevormd. | *(tekst is uit ‘oude’ handreiking, toen B1.1)*  De kandidaat kan in een context:  1. de moleculestructuur van DNA en van RNA herkennen en verschillen in moleculestructuur tussen DNA en RNA benoemen;  2. de moleculestructuur van een eiwit en de aminozuren waaruit het opgebouwd is herkennen en in verband brengen met de nucleotidenvolgorde in een gen;  3. uitleggen dat eiwitten deel uitmaken van de bouw van biologische eenheden en dat processen in biologische eenheden worden gestuurd door eiwitten. |
| **(CE ) Subdomein B4:** | |
| 19. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid, sport en voeding verklaren op welke wijze eukaryoten zichzelf reguleren. | (…)  B4.2 HORMONALE REGULATIE  De kandidaat kan in een context:  1. de principes van een regelkring in het hormoonstelsel toelichten  2. de werking van hormoonklieren en hun specifieke hormonen beschrijven en de reacties van de doelorganen daarop afleiden  3. het verband beschrijven tussen hormonale regulatie en het functioneren van een organisme  *Deelconcepten*  hormoonklieren, hypofyse~~, schildklier, bijnier~~, eierstok, teelbal, ~~eilandjes van Langerhans, exocrien, endocrien, doelwitorganen, receptor, hormoonspiegel~~  (…) |
| **(CE) Subdomein C1: Zelforganisatie van cellen** | |
| 23. De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt | C1.1 GENEXPRESSIE  De kandidaat kan in een context:  1. uitleggen dat er een relatie is tussen DNA en eiwit  2. uitleggen dat in verschillende typen cellen verschillende eiwitten gemaakt worden  3. toelichten dat eiwitten verschillende functies hebben  4. uitleggen dat door eiwitten het fenotype bepaald wordt  *Deelconcepten*  chromosoom, gen, DNA, RNA, eiwit, fenotype, genetische code  (…) |
| **(SE) Subdomein E1: DNA­replicatie** |  |
| 31. De kandidaat kan met behulp van het concept DNA-replicatie ten minste in contexten op het gebied van veiligheid, energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze erfelijk materiaal wordt gereproduceerd. | *(tekst is uit ‘oude’ handreiking, toen B4.1)*  De kandidaat kan in een context:  1. het proces van DNA-replicatie beschrijven  2. beschrijven wat er fout kan gaan bij DNA replicatie en de gevolgen daarvan beschrijven  3. beschrijven hoe vreemd DNA (van dezelfde soort of andere soorten) ingebouwd kan worden in eigen DNA van een organisme |
| **(SE) Subdomein E2: Levenscyclus van de cel** | |
| 32. De kandidaat kan met behulp van het concept celcyclus ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze reproductie van cellen verloopt. | *(tekst is uit ‘oude’ handreiking, toen B4.2)*  De kandidaat kan in een context:  1. beschrijven hoe deling, groei en ontwikkeling van somatische cellen en gameten plaatsvinden en daarbij de termen mitose en meiose toepassen  (…)  3. de fasen van mitose en meiose beschrijven  4. beschrijven hoe meiose resulteert in halvering van het chromosomenaantal en leidt tot hergroepering van chromosomen  5. beschrijven hoe de fasen van de celcyclus gereguleerd worden, wat daarbij fout kan gaan, en wat daarvan de gevolgen kunnen zijn, bijvoorbeeld het ontstaan van tumoren |
| **(CE) Subdomein E3: Reproductie van het organisme** | |
| 33. De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid, energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van cellen verloopt. | E3.1 VOORTPLANTING  De kandidaat kan in een context:  1. verschillen beschrijven tussen geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting en de relatie beschrijven met genetische variatie bij ~~prokaryoten~~ en eukaryoten  2. bouw, vorming, ontwikkeling en functie beschrijven van geslachtscellen en de zygote  3. bouw en werking van de voortplantingsorganen van de mens beschrijven en de rol van hormonen daarbij toelichten  4. ethische en biologische argumenten onderscheiden met betrekking tot het ingrijpen in het voortplantingsproces van organismen  *Deelconcepten*  ~~levenscyclus~~, geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting, voortplantingsorganen van  eukaryoten, geslachtscellen, ~~spore~~, mitose, meiose, haploïd, diploïd, bevruchting, eicel, zaadcel,  follikel, gele lichaam, zygote, klievingsdeling, embryo, placenta, geslachtshormonen, FSH, LH,  oestrogeen, progesteron, testosteron, menstruatiecyclus, anticonceptie, kunstmatige inseminatie, in vitro fertilisatie, embryonale ontwikkeling, ~~klonen~~  (…) |
| **(CE) Subdomein F1: Selectie** | |
| 34. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, recombinatie en variatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt. | F1.1 DNA  De kandidaat kan in een context:  1. benoemen dat DNA functioneert als universele drager van genetische informatie  2. uitleggen dat dezelfde genetische informatie in verschillende organismen voor kan komen  3. uitleggen dat door DNA-analyse de graad van verwantschap van soorten kan worden vastgesteld  *Deelconcepten*  DNA, genetische code, genotype, fenotype  F1.2 MUTATIE  De kandidaat kan in een context:  1. beschrijven welke typen mutatie er zijn  2. uitleggen waardoor mutatie veroorzaakt kan worden  3. uitleggen hoe mutatie het fenotype kan beïnvloeden  4. uitleggen dat mutatie plaatsvindt onafhankelijk van het mogelijke effect ervan op overlevingskans of voortplanting van de cel of het organisme  *Deelconcepten*  chromosoom, ~~mutagene stof, mutagene straling~~ puntmutatie, ~~genoommutatie~~, gen, ~~allel~~, genetische  modificatie  F1.3 RECOMBINATIE  De kandidaat kan in een context:  1. beschrijven dat bij geslachtelijke voortplanting voortplantingscellen met een unieke combinatie van genen ontstaan door recombinatie van chromosomen  *Deelconcepten*  meiose, homologe chromosomen, autosomen, geslachtschromosomen, ~~karyotype~~, genoom, ~~gekoppelde genen~~  F1.4 VARIATIE  De kandidaat kan in een context:  ~~1. uitleggen dat genetische variatie in een populatie vergroot wordt door mutatie en recombinatie~~.  2. uitleggen hoe door de mens gewenste genencombinaties verkregen worden door genetische modificatie.  *Deelconcepten*  mutatie, recombinatie, fenotype, genotype, ~~genenpool~~, genetische modificatie |

# Bijlage 2 Rubric transcriptiefilm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Marge** | **Logboek, inzet, verzorging** | **Kwaliteit modellen** | **Kwaliteit informatie** |
| 1 - 2 | Voldoet aan (bijna) geen van de gestelde opdrachteisen. | Voldoet aan (bijna) geen van de gestelde opdrachteisen. | Voldoet aan (bijna) geen van de gestelde opdrachteisen. |
| 3 - 4 | Logboek niet of onvolledig, film niet af, bijv. alleen transcriptie gedaan / weinig samenwerking.  Filmpje onduidelijk / slordig: oogt zeer amateuristisch, geluid matig. | Modellen onduidelijk te onderscheiden, onderdelen als, bijv. kernmembraan, fosfaatgroepen en ribose vergeten. | Er wordt bijv. alleen een deel van de transcriptie beschreven / getoond. Rol mRNA niet duidelijk. Uitleg in beeld of geluid niet kloppend met de theorie.  Leerlingen tonen aan het geleerde slechts ten dele te beheersen. |
| 5 - 6 | Logboek aanwezig maar onvolledig, inzet alle leden onduidelijk. Filmpje wel duidelijk maar slordig gefilmd matige montage. Oogt amateuristisch. Geluid redelijk. | Modellen niet altijd even duidelijk, wel alle onderdelen aanwezig, materiaalkeuze wat onhandig om het onderscheid duidelijker te laten zijn. | Transcriptie en het vertalen van mRNA beschreven / getoond, uitleg in beeld of geluid niet geheel kloppend met de theorie.  Leerlingen tonen aan het geleerde redelijk te beheersen. |
| 7- 8 | Logboek aanwezig en compleet. Inzet alleen niet evenredig verdeeld. Filmpje duidelijk en netjes gefilmd en redelijk goed gemonteerd. Oogt niet meer amateuristisch. Geluid goed. | Modellen duidelijk, alle onderdelen aanwezig, materiaalkeuze is duidelijk gekozen om het onderscheid tussen de onderdelen duidelijk te laten zijn. | Transcriptie en het vertalen van mRNA goed beschreven / getoond, uitleg in beeld of geluid bijna geheel kloppend met de theorie.  Leerlingen tonen aan het geleerde goed te beheersen. |
| 9 - 10 | Logboek aanwezig en compleet, taken eerlijk en evenredig verdeeld. Filmpje duidelijk en netjes gefilmd en gemonteerd. Ziet er professioneel uit. Geluid utstekend. | Modellen zeer duidelijk en onderscheidend, alle onderdelen aanwezig, bij materiaalkeuze is duidelijk gekozen om het onderscheid tussen de onderdelen duidelijk te laten zijn. Er zijn niet zo voor de hand liggende, maar originele materialen gekozen. | Transcriptie en het vertalen van mRNA uitvoerig beschreven / getoond, uitleg in beeld of geluid geheel volgens de theorie.  Leerlingen tonen aan het geleerde volledig te beheersen. |

Leerlingen behalen max. 30 punten. Delen door 3 = cijfer.

# Bijlage 3: Rubric fotoboek

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Waardering** | **Creativiteit** | **Inhoudelijk** | **Verzorging** |
| 1 tot 3 | Leerling heeft een weinig origineel idee slecht uitgevoerd. Het werk is zoals men wel zegt 13 in een dozijn. Er is weinig aandacht aan besteed. De beelden die gebruikt worden zijn van matige kwaliteit, tekeningen/beelden zijn onaantrekkelijk en zonder gevoel voor verhoudingen | De leerling heeft veel processen/stappen gemist in zijn fotoalbum. De chronologie is niet altijd helemaal zuiver. Er worden te weinig biologische termen gebruikt Het geheel is niet te gebruiken als goede samenvatting om voor de toets te leren. De teksten zijn niet levendig, geven te weinig informatie en vullen het beeldmateriaal nauwelijks aan. | Het werk is onoverzichtelijk en niet af. Er is soms sprake van knip en plakwerk. Geen evenwichtige opbouw in het fotoboek. Maakt een rommelige indruk. |
| 4 tot 6 | Leerling heeft een redelijk origineel idee/concept matig tot naar behoren uitgevoerd. Er is een eigen hand te ontdekken en het blijkt dat er redelijk veel aandacht aan is besteed. De beelden die gebruikt worden zijn van redelijke kwaliteit en er is gevoel voor verhoudingen | Leerling heeft een aantal processen/stappen gemist in zijn fotoalbum. De chronologie is redelijk. Er worden regelmatig de juiste biologische termen gebruikt Het geheel is matig tot redelijk te gebruiken als goede samenvatting om voor de toets te leren. De teksten sluiten redelijk aan bij de beelden en geven redelijk wat informatie. | Het werk is redelijk overzichtelijk en af. Er is geen sprake van knip en plakwerk. Er is een redelijk evenwichtige opbouw in het fotoboek. Maakt een redelijk overzichtelijke indruk. |
| 7 tot 10 | Leerling heeft een origineel idee goed tot uitmuntend uitgevoerd. Er is duidelijk veel aandacht aan besteed en alles ziet er goed tot zeer goed verzorgd uit. Leerling gebruikt nieuwe originele technieken om het verhaal te vertellen en heeft alles in perspectief en in de juiste verhoudingen. | Leerling heeft weinig tot geen processen/stappen gemist in zijn fotoalbum. De chronologie is duidelijk. Er worden juiste biologische termen gebruikt Het geheel is redelijk tot goed te gebruiken als goede samenvatting om voor de toets te leren. De teksten sluiten goed aan bij de beelden en geven genoeg informatie. Je leest dit met plezier en de inhoud komt goed over. | Leerling heeft het werk goed tot uitmuntend verzorgd en er is duidelijk aandacht besteed aan opbouw en de vormgeving. Deze is, voor uitmuntend, consequent doorgevoerd en geeft zo een rustige uitstraling aan het beeldverhaal. |

Inhoud telt twee keer mee, creativiteit en verzorging ieder een keer. Het cijfer is het aantal punten gedeeld door 4.

# Bijlage 4.

Menstruatie-regulatie-simulatie

Bron: [www.praktijk.nu](http://www.praktijk.nu)

Deze les is ontwikkeld voor het vak biologie in de bovenbouw havo en vwo. In deze ‘dramatische’ simulatie speelt elke leerling in de klas mee om de regulatie van de menstruatiecyclus te simuleren. De docent is de regisseur. De les kan zowel ter illustratie als ter voorbereiding op de theorie gedaan worden.

**Doel**

* Leerlingen ervaren aan den lijve de complexiteit van een hormonaal regulatiesysteem

(maar tegelijkertijd ook de eenvoud per schakel).

* Leerlingen leren hoe de menstruatiecyclus gereguleerd wordt en welke hormonen daar bij betrokken zijn.

**Nodig**

* Kopieën van de opdrachten van alle rollen (zie volgende pagina’s)
* A4-tjes met de namen van de organen/hormonen om op te hangen bij de groepen
* Witte of roze ballonnen (voor de follikel)
* Erwten of witte bonen (als eicel in de witte of roze ballonnen)
* Een prepareernaald (voor de ovulatie)
* Gele ballonnen (voor het gele lichaam)
* Rode kleurstof (eosine o.i.d.), flarden tissue en suiker (als baarmoederslijmvlies)
* Een groot bekerglas of ander doorzichtig vat (als ‘baarmoeder’ waarin het slijmvlies groeit)
* Een zeef voor in de gootsteen

**De verschillende rollen**

De organen   
In de klas staan drie groepjes leerlingen op tafels. Zij zijn de betrokken organen: de hypofyse, een eierstok en de baarmoeder. Iedere leerling vervult één bepaalde functie van het orgaan (bijvoorbeeld het reageren op, of aansturen van, een hormoon, of het laten rijpen van de follikel). Leg van tevoren uit wat ieder groepje voorstelt en welke leerling waar op moet letten.

De hormonen   
De resterende leerlingen staan in vier ongeveer even grote groepen in de klas. Zij zijn de spreekkoren en vertegenwoordigen elk een hormoon: FSH, LH, oestrogeen of progesteron. De wisselende concentratie van de hormonen in de bloedsomloop wordt ‘hoorbaar’ gemaakt doordat het betreffende spreekkoor harder en zachter de naam van hun hormoon scandeert. Bij een lage concentratie FSH horen we een fluisterend ‘FSH… FSH… FSH…’ en bij een hoge concentratie klinkt uit volle borst ‘FSH! FSH! FSH!’ (ongeveer zoals bij voetbalsupporters).

**Voorbereiding**

* Leg de menstruatiecyclus uit, of laat leerlingen BINAS bestuderen. Zorg er in ieder geval voor dat de belangrijkste termen enigszins bekend zijn.
* Zet alle benodigdheden klaar.
* Leg in grote lijnen uit hoe de simulatie zal gaan, en welke rollen daar bij horen.
* Verdeel de rollen voor de organen (het liefst via vrijwilligers).
* Maak drie groepen tafels in de klas. Laat de leerlingen die organen spelen daarop staan: twee leerlingen als hypofyse, vier leerlingen als eierstok en drie leerlingen als baarmoeder.
* Verdeel de rest van de leerlingen over de vier spreekkoren (FSH, LH, oestrogeen en

progesteron). Zet de spreekkoren bijvoorbeeld in de hoeken van het lokaal.

* Loop – als iedereen geïnstalleerd is – eerst alles stap voor stap door. Doe de belangrijke handelingen even voor (follikel opblazen, gele lichaam leeg laten lopen, slijmvlies laten groeien, volume van spreekkoor dat de concentratie aangeeft).

**Uitvoering**

* De hypofyse begint met het aansporen van het FSH spreekkoor (gewoon door middel van handgebaren aangeven dat het volume toeneemt).
* Als iedere leerling zijn eigen specifieke taak goed uitvoert, loopt de simulatie in principe

vanzelf. Zorg er als docent voor dat je de timing van de verschillende processen in de gaten houdt en zonodig bijstuurt. Met name in de eierstok is het ingewikkeld, omdat daar vier processen spelen: follikelrijping door FSH, productie van oestrogeen, en (later)

progesteronproductie en ovulatie door LH.

* De simulatie eindigt met een luide kreet van de hele klas (‘Menstruatie!’) waarbij het rode

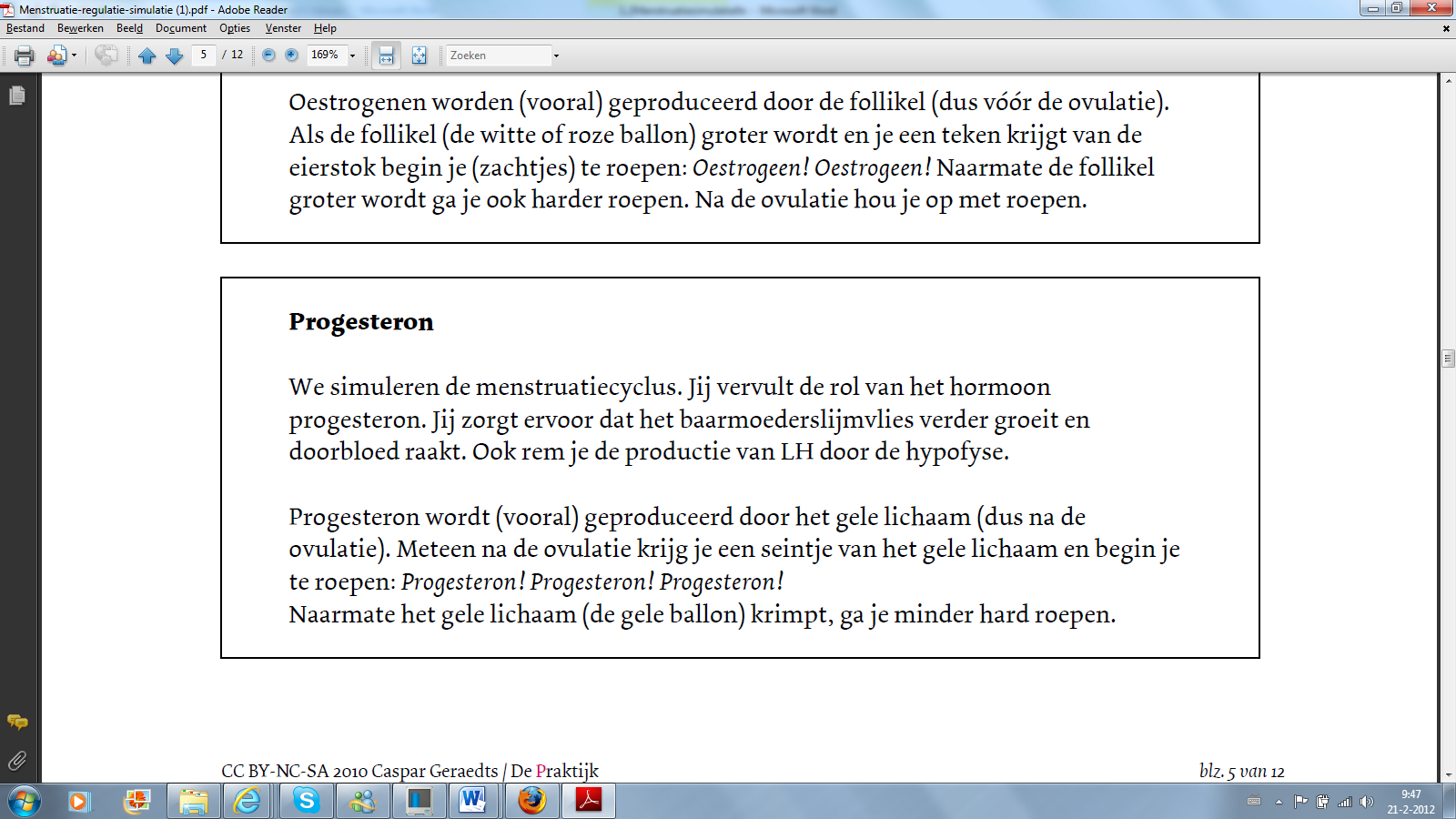
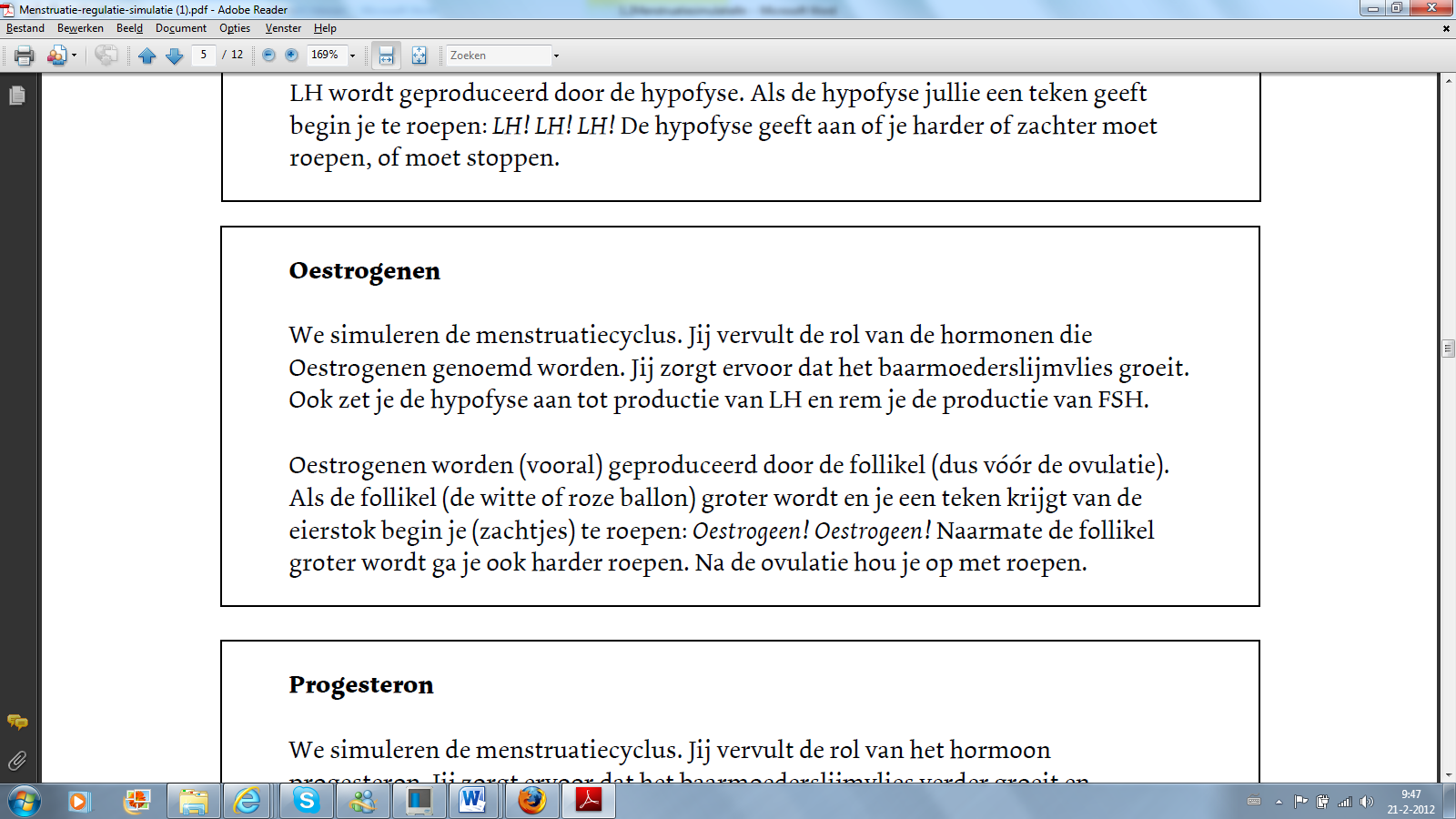
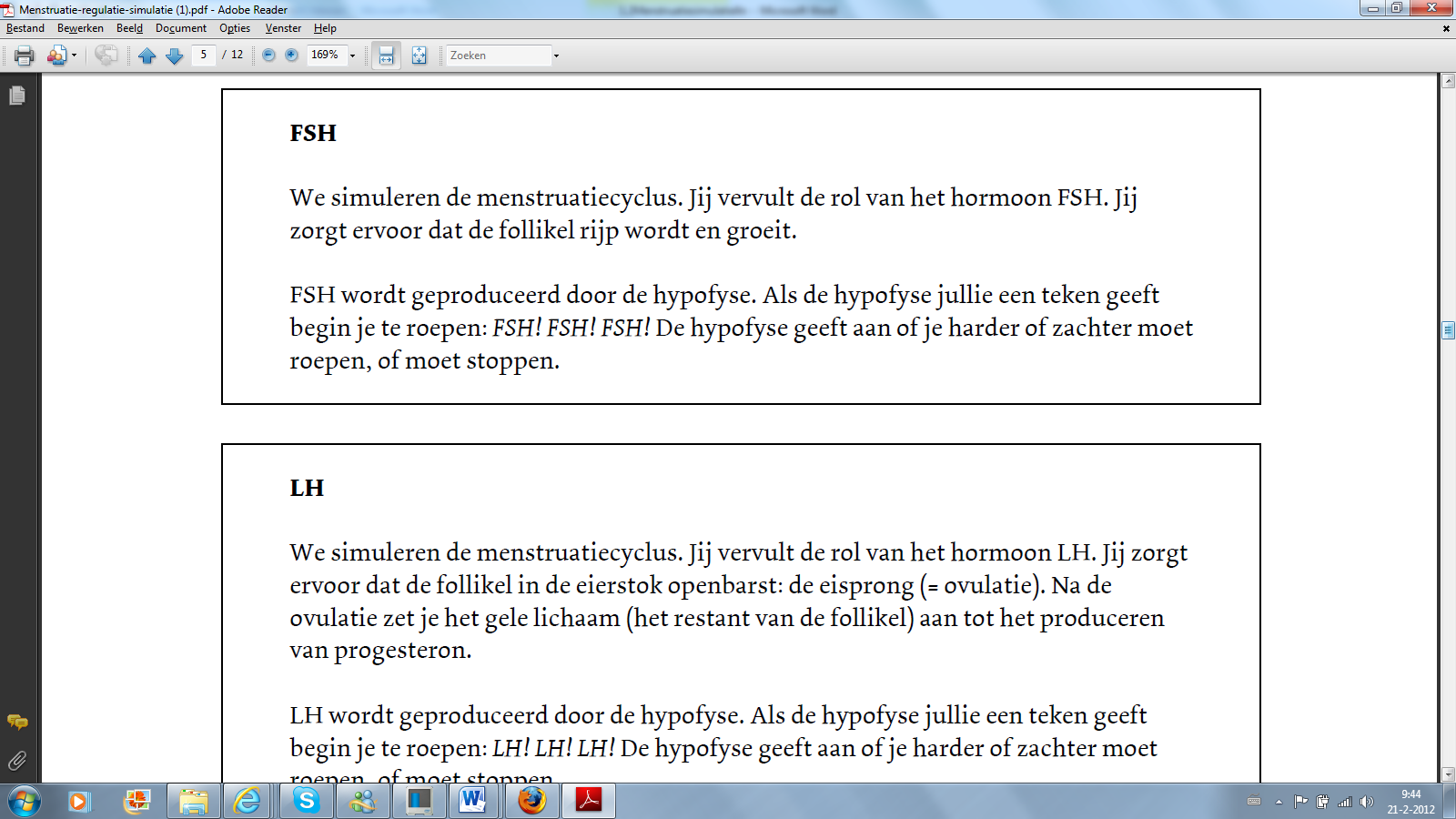
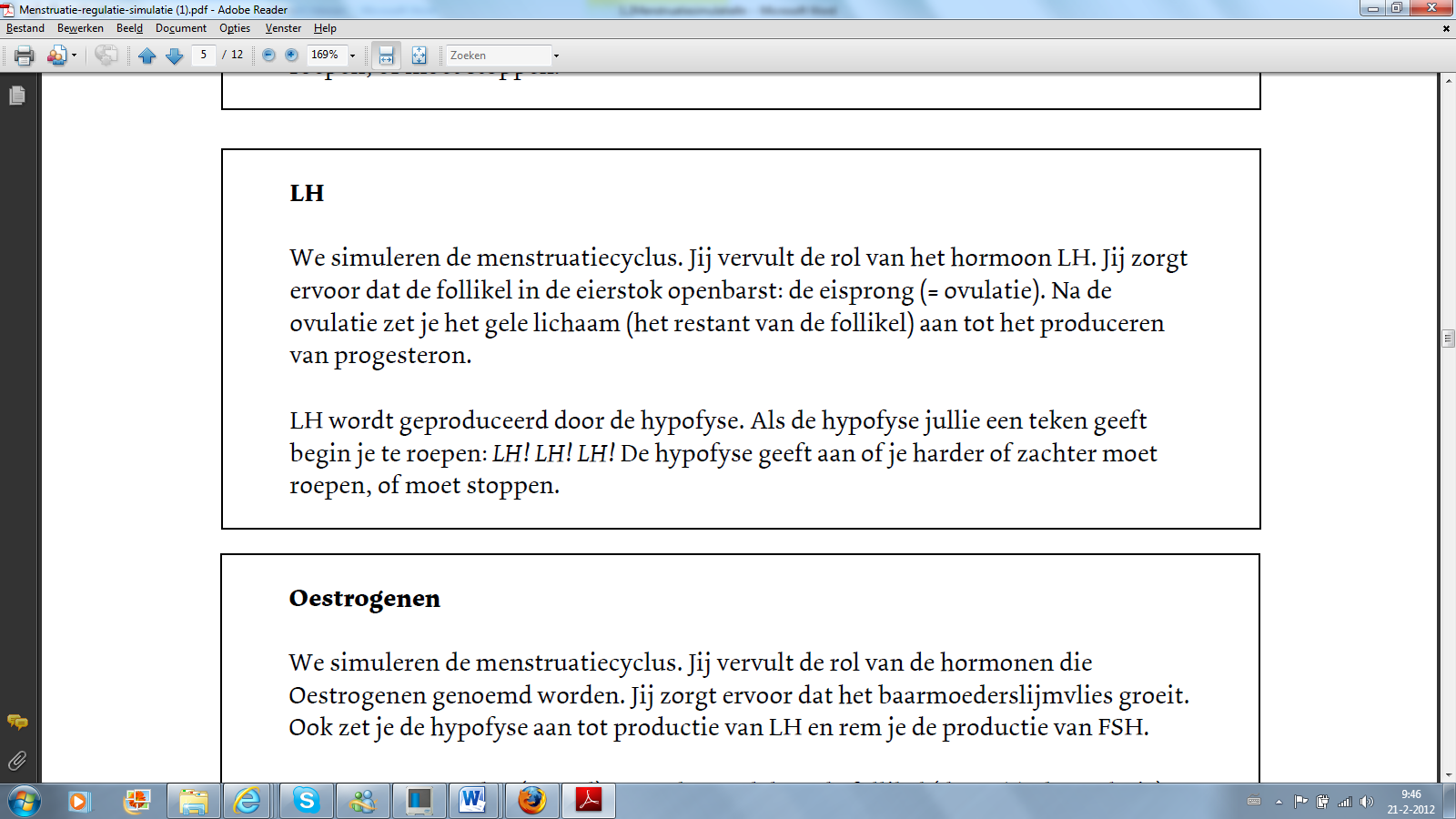
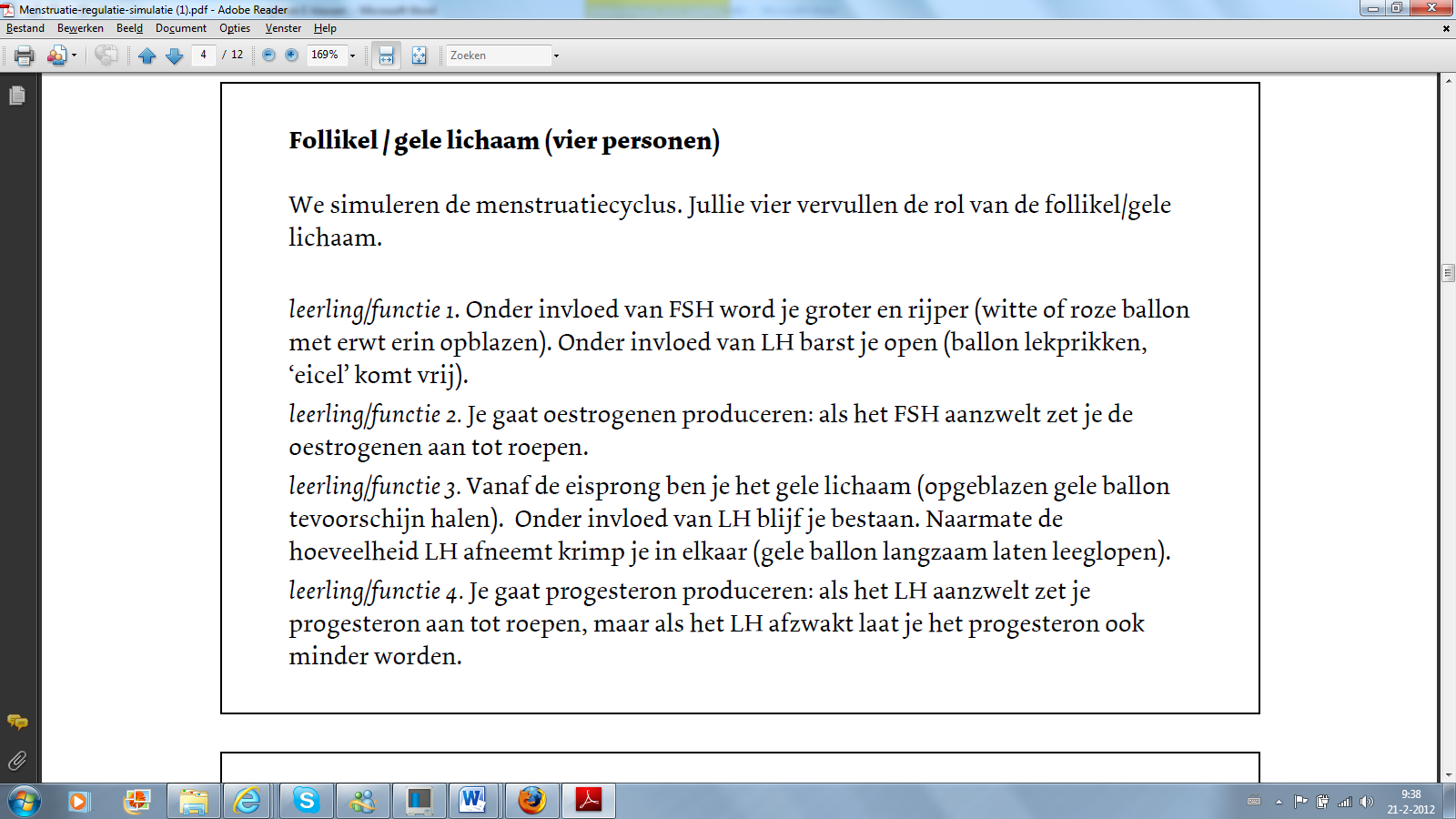
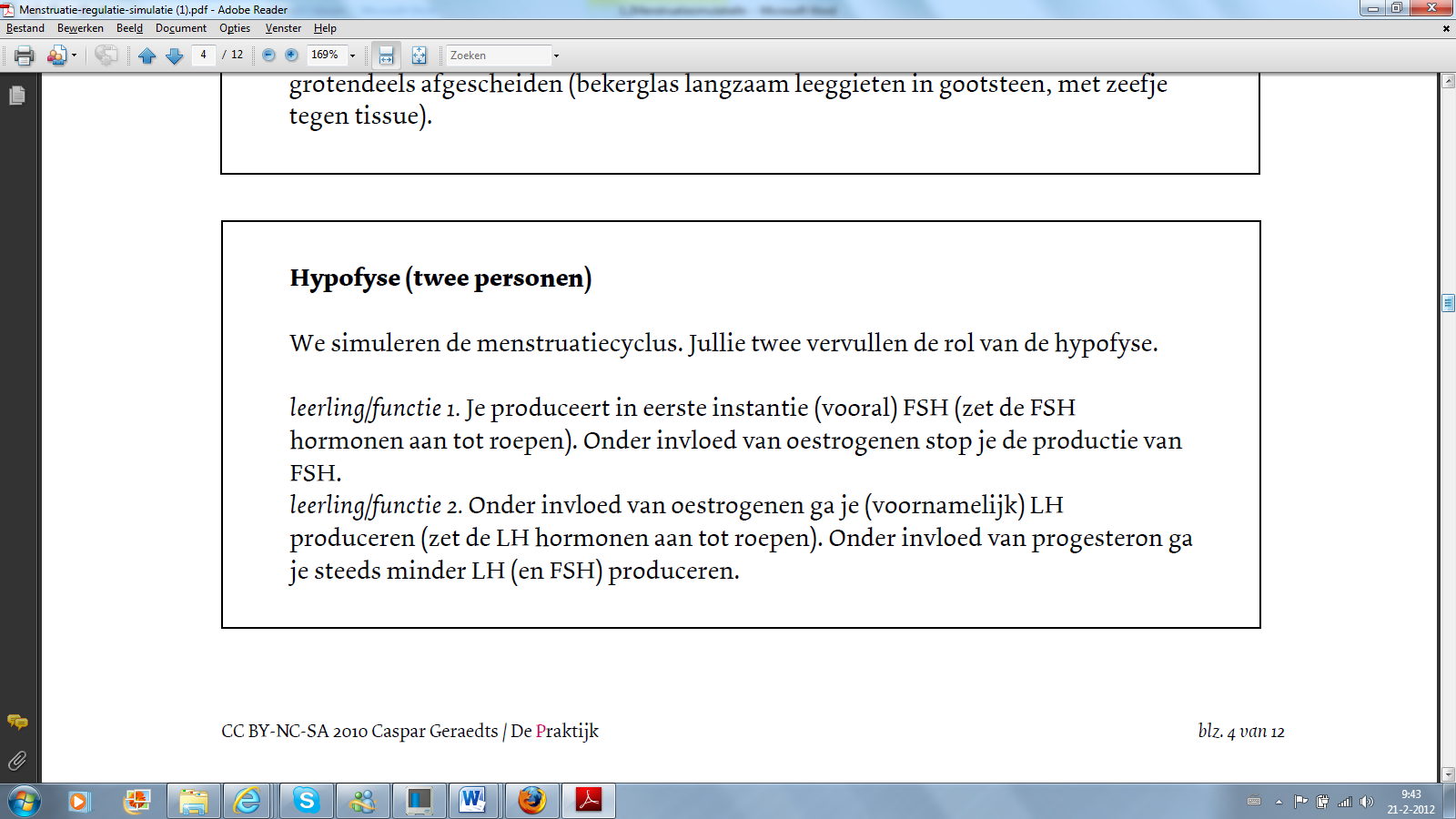
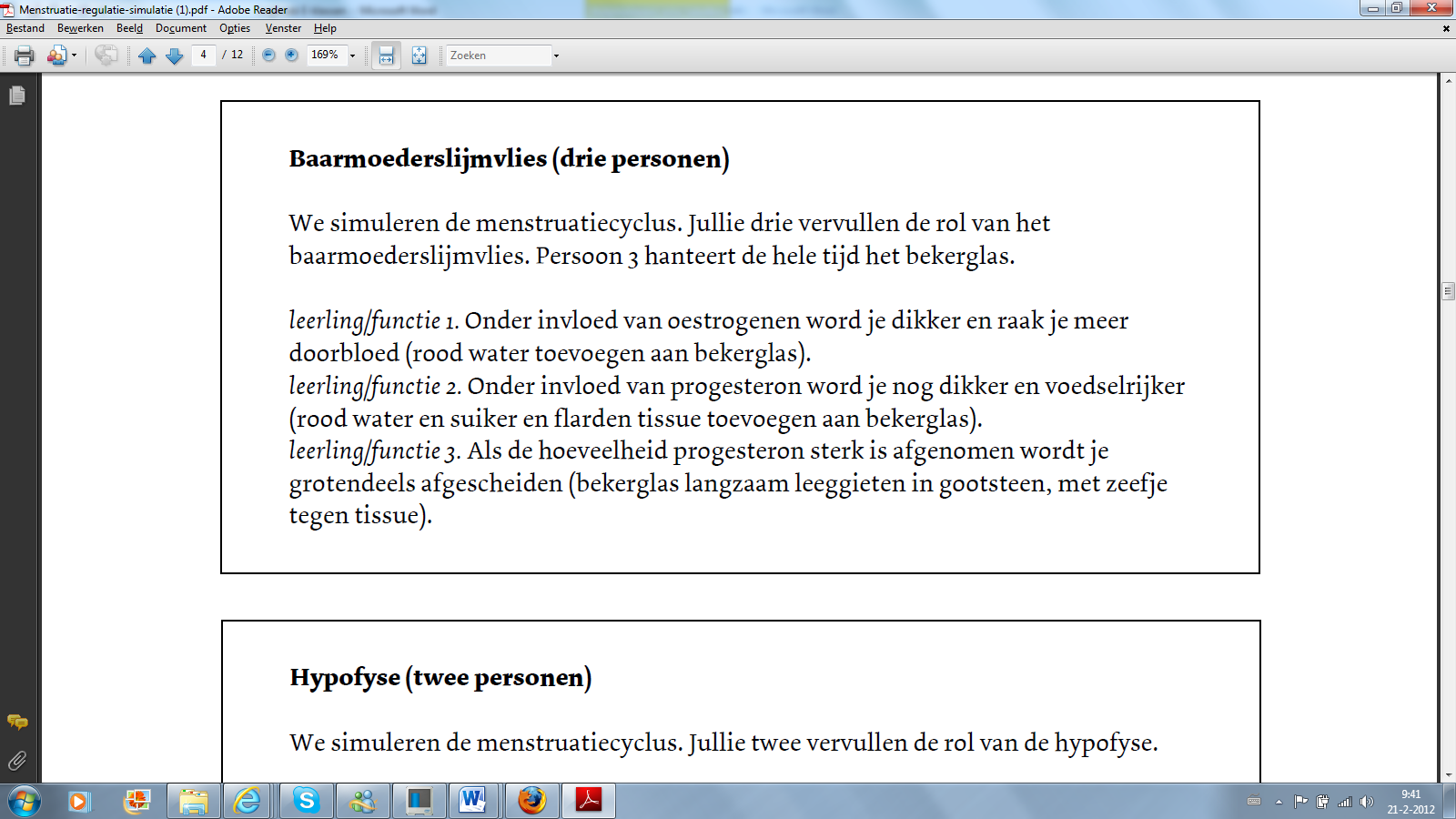
mengsel in de gootsteen wordt gedeponeerd.

**Achteraf**

* Het is goed mogelijk dat de simulatie de eerste keer niet helemaal lekker loopt. Dat is een

mooi reflectiemoment. Doe de simulatie dan nog een keer (eventueel in slowmotion).

* In de nabespreking is het goed te benadrukken hoe complex het geheel is, en hoe buitengewoon simpel de taak per element is: je hoeft maar op één signaal te letten en verder doe je ‘je ding’ als dat signaal komt.
* Als uitbreiding op de ‘normale’ situatie kan de simulatie herhaald worden, maar met toevoeging van de pil of een zwangerschap.



Hypofyse

Eierstok

Baarmoeder-slijmvlies

FSH

LH

Oestrogeen

Progesteron