havo/vwo
bovenbouw

Leren over vaccineren

Vaccinatie staat nu erg in de belangstelling vanwege de coronapandemie. Hopelijk doen de covid-vaccins goed hun werk en lopen de besmettingen snel terug. Door al die coronavaccins vergeten we bijna dat er nog een boel andere belangrijke vaccins zijn zoals het meningokokken-vaccin of de HPV-prik. Misschien heb jij die zelf ook wel gehad? In deze lessen kom je meer te weten over hoe een vaccin geproduceerd wordt en over bijwerkingen van vaccinaties. Ook ga je aan de slag met modelleren en welke maatregelen helpen bij *flatten the curve*. Na afloop van deze lessen ben je een echte vaccinatie-expert.

LEERDOELEN

1. Je weet hoe een vaccin gemaakt wordt en wat er in een vaccin zit.
2. Je weet het verschil tussen passieve en actieve immunisatie.
3. Je kunt uitleggen welke onderdelen horen bij de cellulaire en humorale afweer.
4. Je weet wat HPV is en hoe je je kunt beschermen tegen HPV.
5. Je weet welke bijwerkingen er mogelijk optreden bij vaccinaties.
6. Je beseft dat de ziektelast van infectieziekten kan helpen bij het vergelijken van ziekten en zodoende helpt bij het maken van beleid om de ziekte te bestrijden. Denk aan vaccinontwikkeling, wat veel tijd en geld kost.
7. Je kan met behulp van modellen uitspraken doen over het ziekteverloop in een populatie.
8. Je kan op basis van het reproductiegetal R0 aangeven hoe snel een infectieziekte verspreidt.
9. Je kunt aan onderbouwers uitleggen wat vaccinatie is en wat er gebeurt in je lichaam zodra je een vaccin krijgt ingespoten.

Naam: .....

Klas: .....

1 Film kijken

LEERDOELEN

1 Je weet wat HPV is en hoe je je kunt beschermen tegen HPV.
2 Je weet hoe een vaccin gemaakt wordt en wat er in een vaccin zit.
3 Je weet welke testfasen er zijn voordat een vaccin op de markt komt.

Film - deel 1

Kijk **hier** de film *Leren over vaccineren bovenbouw deel 1: HPV (Humaan papillomavirus)*

HPV (Humaan papillomavirus) veroorzaakt onder meer baarmoederhalskanker. Geneeskundestudent Erik Talens onderzoekt wat het HPV-virus is, hoe erg het is en hoe je HPV kunt voorkomen. Erik spreekt hierover met gynaecoloog-oncoloog Nienke van Trommel van het NKI-AvL. Ook vraagt Erik aan zijn huisgenoten of zij de HPV-prik hebben gehad.

Opdracht 1

Bekijk de film *Leren over vaccineren bovenbouw deel 1: HPV (Humaan papillomavirus)* en beantwoord onderstaande vragen.

1a Hoe loop je een HPV-infectie op?

b Hoeveel mensen lopen een HPV-infectie op tijdens hun leven? Is dat meer of minder dan driekwart van alle mensen?

c Leg uit dat niet iedereen die besmet raakt met HPV ook ziek wordt

d Hoe ontdekt een vrouw dat ze baarmoederkanker heeft?

e Kun je je beschermen tegen een HPV-infectie?

f Sommige jongeren laten zich niet inenten, omdat zij (of hun ouders) bang zijn voor bijwerkingen. Wat zegt deze arts over bijwerkingen van de HPV-vaccinatie?

g Waarom heeft De Gezondheidsraad geadviseerd om de HPV-vaccinaties vanaf 9 jaar aan te bieden en óók de jongens te vaccineren?

h Welke ziektes kunnen jongens krijgen van een HPV infectie?

i Tot welke leeftijd kun je het (inhaal)vaccin krijgen?

j Heeft het zin de HPV-prik te halen als je al seks hebt gehad?

k Wat denk jij? Moet je een vaccin uit het Rijksvaccinatieprogramma, zoals het HPV vaccin, zelf betalen?

Film - deel 2

Kijk **hier** de film *Leren over vaccineren bovenbouw deel 2: ontwikkeling van een vaccin*

Geneeskundestudent Erik Talens onderzoekt hoe een vaccin gemaakt wordt. Hiervoor spreekt hij met immunoloog en vaccin-expert Elly van Riet van Intravacc. Bij Intravacc ontwikkelen ze in opdracht van de overheid vaccins.

Opdracht 2

Bekijk de film *Leren over vaccineren bovenbouw deel 2: ontwikkeling van een vaccin* en beantwoord onderstaande vragen.

2a Het favoriete vaccin van Elly van Riet bestaat helaas nog niet. Beschrijf haar favoriete vaccin en leg uit waarom dit een ideaal vaccin zou zijn.

b Waar moet bij het ontwikkelen van een vaccin , naast dat het veilig is en goed werkt, ook op gelet worden?

c Hoe lang duurt het ontwikkelen van een vaccin?

d Waarop wordt een nieuw vaccin getest?

e Wat betekent de term: dubbelblind?

f Een vaccin heeft in vergelijking tot medicijnen minder bijwerkingen. Waarom is het extra belangrijk dat er bij vaccins weinig tot geen bijwerkingen zijn?

g Wanneer weet je of een vaccin ook effectief is tegen een infectieziekte?

h Wanneer besluit de overheid of een vaccin in het vaccinatieprogramma komt?

i Wie zorgt ervoor dat in Nederland het vaccinatieprogramma ook wordt uitgevoerd en dat bijvoorbeeld jongeren een oproep voor een vaccinatie krijgen?

Opdracht 3

Maak deze opdrachten na afloop van het bekijken van de films.

3a Als er op mensen getest gaat worden zijn er vier testfasen.

Fase	Aantal mensen	Onderzoeksvragen
1e fase	40-70: gezonde proef-personen vaak tussen de 18 en 35 jaar oud.	
2e fase	100-350: ook ouderen en minder gezonde mensen	

Fase	Aantal mensen	Onderzoeksvragen
3e fase	± 30.000: een deel van de mensen krijgt een placebo (controlegroep).	
4e fase	Iedereen die gevaccineerd is: vaccin is beschikbaar voor iedereen.	

b De onderstaande onderzoeksvragen horen bij de verschillende testfasen. Vul de volgende onderzoeksvragen bij de juiste fase in.

- Zijn er verschillen in effecten waar te nemen bij mensen met verschillende achtergronden, uit verschillende landen?
- Is het vaccin veilig? Zijn er bijwerkingen? Welke dosering werkt het beste?
- Zijn er effecten van het vaccin bij mensen met een bepaalde medische achtergrond of genetische aandoening?
- Hoe reageert het afweersysteem? Werkt het vaccin voldoende?

Opdracht 4

De Britse plattelandarts Edward Jenner ontdekte als eerste vaccin vaccin tegen pokken en publiceerde hierover in 1798. Hij had een nogal risicovolle manier om de werkzaamheid dit vaccin te testen.

4a Zoek op hoe de arts Jenner dat onderzoek uitvoerde en leg uit waarom onderzoekers dat nu niet meer op deze manier doen.

Figuur 1: Edward Jenner voert de eerste vaccinatie tegen de pokken uit, geschilderd door Gaston Melingue in 1879

b Sommige mensen bieden zich wel aan als proefpersoon om zich te laten te infecteren, zoals bij het ontwikkelen van het vaccin tegen Covid-19. Vind je dat onderzoekers dit aanbod moeten aannemen? Geef je eigen mening hierover. Gebruik hiervoor minstens één biologisch argument.

2 Je afweer geknipt en geplakt

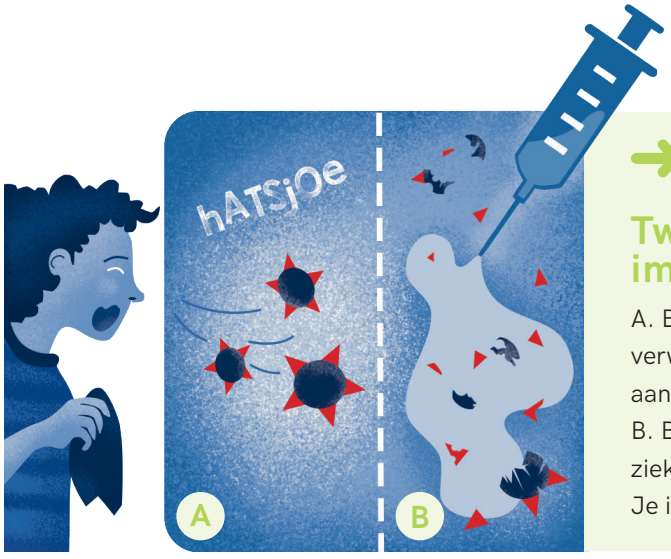
LEERDOELEN

1 Je kunt beschrijven hoe je immuunsysteem reageert op een ziekteverwekker.
2 Je kunt uitleggen welke onderdelen horen bij de cellulaire en humorale afweer.
3 Je weet het verschil tussen passieve en actieve immunisatie.

Passieve en actieve immunisatie

Veel baby's krijgen de eerste maanden van hun leven moedermelk. Naast belangrijke voedingsstoffen bevat deze melk ook antistoffen. Deze antistoffen helpen een baby om weerstand te bieden tegen de ziekteverwekkers waarmee hij in aanraking komt. Omdat het lichaam van de baby deze antistoffen niet zelf maakt, noemen we dit passieve immunisatie. Een serum tegen bijvoorbeeld slangengif is ook een vorm van passieve immunisatie. Passieve immunisatie werkt goed, maar het werkt ook maar tijdelijk. Als je geen antistoffen meer binnenkrijgt, verdwijnen ze uiteindelijk uit je lichaam en ben je weer kwetsbaar voor de bijbehorende ziektes of het gif.
Als je eigen afweersysteem antistoffen maakt, worden er ook geheugencellen aangemaakt. Dit zorgt ervoor dat je lichaam bij een volgende besmetting razendsnel kan reageren. Dit proces heet actieve immunisatie. De actieve immuniteit wordt geactiveerd wanneer je lichaam wordt blootgesteld aan een bacteriële of virale infectieziekte. Bijvoorbeeld als je besmet wordt met griep door een ziek familielid of een besmette klasgenoot, maar de reactie kan ook "kunstmatig" worden opgewekt via vaccinatie.

Het verschil tussen natuurlijke en kunstmatige immunisatie is de conditie van het virus of de bacterie. Een vaccin bevat (meestal) een verzwakt geïnactiveerd virus of stukjes buitenkant van een bacterie. Besmet worden door iemand die zelf ziek is waardoor je immuniteit opbouwt voor deze infectieziekte noem je actieve immunisatie. Wat er in je lijf gebeurt is hetzelfde, het enige verschil is dat je niet ziek wordt van een vaccin omdat de ziekteverwekker niet meer intact is. (afbeelding 1).



afbeelding 1

Twee bronnen voor actieve immunisatie

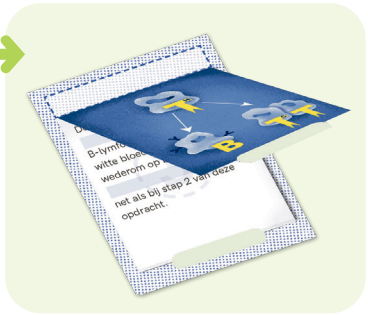
A. Bij natuurlijke blootstelling aan een ziekteverwekker door menselijk contact kom je in aanraking met een vitale ziekteverwekker.
B. Bij vaccinatie worden (delen van) verzwakte ziekteverwekkers in je lichaam gespoten.
Je immuunsysteem reageert hetzelfde.

Wat doet je lichaam bij actieve immunisatie?

Bij actieve immunisatie reageert je lichaam op lichaamsvreemde antigenen die via natuurlijke of kunstmatige bron in je lichaam terechtkomen. In de volgende opdracht ga je aan de hand van BINAS (5e druk tabel 84 L) of Science data tabel 32.9 de immuunreactie van je lichaam in stappen doorgronden.

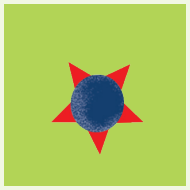
Opdracht

1. Pak een schaar en lijm of plakband.
2. Knip alle tekstjes en plaatjes los.
3. Bij elk tekstje hoort een plaatje. Zoek de juiste combinaties.
4. Plak nu eerst de tekstjes op het plakblad en vul de ontbrekende woorden in .
5. Plak hier overheen het bijbehorende plaatje zodat het naar boven kan openklappen en je de tekst nog kunt lezen (zie voorbeeld hiernaast).
6. Leg in eigen woorden uit wat het verschil is tussen cellulaire en humorale afweer.



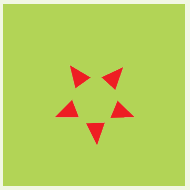
Legenda

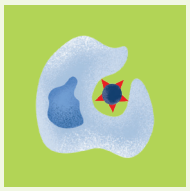
plasmacel


ziekteverwekker

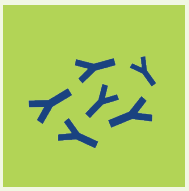
T-helpercel

cytotoxische T-cel

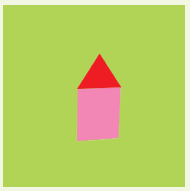

antigenen

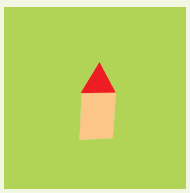

fagocytose

T-geheugencel


antistoffen

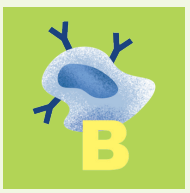
cytokinen


MHC-I

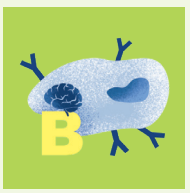

MHC-II

niet-geïnfecteerde cel

geïnfecteerde cel



B-cel



B-geheugencel

2 Knipblad - beeld

Geen plakband? Gebruik deze plakstrip om te lijmen!

2 Knipblad - tekst

De overige T-helpercellen
B-lymfocyten, een ander type witte bloedcel. Dit gebeurt wederom op basis van
, net als bij stap 2 van deze opdracht.

Ook de B-lymfocyten vermeerderen zichzelf en specialiseren zich. Er ontstaan hierdoor twee typen: en
. zorgen ervoor dat bij een volgende met de ziekteverwekker met deze antigenen, snel de goede antistoffen kunnen worden gemaakt.

Andere T-helpercellen activeren, met behulp van chemische stoffen,
die geïnfecteerde lichaamscellen .
Geïnfecteerde cellen worden herkend door antigenen die ze presenteren met behulp van het MHC-I eiwit.

Deze spin in het web stuurt zowel de cellen van de afweer en de afweer aan.

De geactiveerde T-helpercellen zichzelf heel vaak en differentiëren zich in specialisten met verschillende taken in de cellulaire afweer. slaan bijvoorbeeld de nu opgebouwde kennis over het antigeen van deze ziekteverwekker op.

Macrofagen of dendritische cellen nemen door middel van ziekteverwekkers in zich op. De van deze ziekteverwekkers worden met een MHC-II eiwit aan de buitenkant van de antigeenpresenterende cel (APC) gepresenteerd.

Het activeren van de juiste B- en T-cellen kost .
De ziekteverwekker deelt zich ondertussen waardoor de kans groot is dat je via natuurlijke ziek wordt. Bij krijg je een verzwakte ziekteverwekker ingespoten en wordt je meestal niet ziek.

Gepresenteerde antigenen aan het MHC-II eiwit van de macrofaag worden herkend door een specifiek type witte bloedcel:de .
Uit verschillende inactieve T-cellen wordt de juiste geactiveerd.

De plasmacellen produceren veel die passen op de antigenen van de ziekteverwekker. Deze verspreiden zich door het hele lichaam om zo de uit te schakelen.

2 Plak hier je tekst en beeld

Geen plakband? Gebruik deze plakstrip om te lijmen!

1

cellulair

2

cellulair

3

cellulair

4

cellulair

5

humoraal

6

humoraal

7

humoraal

8

humoraal

9

humoraal

3 Snap de bijsluiter

LEERDOELEN

1 Je weet welke informatie er in een bijsluiter staat.
2 Je kunt na de les beter inschatten wat de risico's zijn bij het gebruik van medicijnen.
3 Je weet welke bijwerkingen er mogelijk optreden bij vaccinaties.

Bijsluiters en bijwerkingen

Volgens de Geneesmiddelenwet moet een geneesmiddelenfabrikant bij een geneesmiddel een bijsluiter verpakken. In de bijsluiter geeft de geneesmiddelenfabrikant onder andere aan hoe je het geneesmiddel moet innemen en beschrijft wat eventuele bijwerkingen van het geneesmiddel kunnen zijn.

Paracetamol is een veel gebruikt geneesmiddel tegen hoofdpijn en andere pijnen dat je zonder recept bij de drogist of apotheek kunt kopen. Je hebt misschien zelf weleens paracetamol gebruikt. In deze opdracht vergelijk je de bijwerkingen van paracetamol met een HPV-vaccin Daarnaast vergelijk je het aantal gevaccineerden met het aantal meldingen van bijwerkingen voor de HPV-vaccinatie in 2019. Je beantwoordt de vragen op dit werkblad. Het laatste onderdeel van deze opdracht maak je samen met andere leerlingen.

Let op!
Er zijn verschillende fabrikanten van het geneesmiddel paracetamol. De formulering en inhoud van de tekst van de bijsluiters kunnen bij de verschillende fabrikanten verschillen.

Opdracht

1a Download de bijsluiters van paracetamol en Cervarix (pdf-bestanden) via deze link: **https://tinyurl.com/bijsluiteropdracht**

b Lees beide bijsluiters globaal door. Je komt dan zes rubrieken tegen die je ook terugvindt in de fragmenten van de bijsluiters in de afbeelding hieronder.

BIJSLUITER: INFORMATIE VOOR DE GEBRUIKER

Paracetamol 500 mg, tabletten, **paracetamol**
Lees goed de hele bijsluiter voordat u dit geneesmiddel gaat gebruiken, want er staat belangrijk informatie voor u in.
Gebruik dit geneesmiddel altijd precies zoals beschreven in deze bijsluiter of zoals uw arts of apotheker u dat heeft verteld.
Inhoud van deze bijsluiter
1. Wat is paracetamol 500 mg en waarvoor wordt dit middel gebruikt?
2. Wanneer mag u dit middel niet gebruiken of moet u er extra voorzichtig mee zijn?
3. Hoe gebruikt u dit middel?

BIJSLUITER: INFORMATIE VOOR DE GEBRUIKER

Cervarix suspensie voor injectie
Humaan papillomavirusvaccin [Typen 16/18]
(Recombinant, met adjuvans, geadsorbeerd)
Lees goed de hele bijsluiter voordat u dit geneesmiddel gaat gebruiken want er staat belangrijke informatie in voor u.

Inhoud van deze bijsluiter:
1. Wat is Cervarix en waarvoor wordt dit middel gebruikt?
2. Wanneer mag u dit middel niet gebruiken of moet u extra voorzichtig zijn?
3. Hoe gebruikt u dit middel?

4. Mogelijk bijwerkingen
5. Hoe bewaart u dit middel?
6. Inhoud van de verpakking en overige informatie

1. Wat is paracetamol 500 mg en waarvoor wordt dit middel gebruikt?

Paracetamol 500 mg behoort tot de groep van de zogenaamde pijnstillende en koortsverlagende geneesmiddelen.

4. Mogelijke bijwerkingen
5. Hoe bewaart u dit middel?
6. Inhoud van de verpakking en aanvullende informatie

1. Wat is Cervarix en waarvoor wordt dit middel gebruikt?

Cervarix is een vaccin dat zorgt voor de bescherming van meisjes vanaf 9 jaar en vrouwen tegen ziekten veroorzaakt door infectie met humaan papillomavirussen (HPV).
Deze ziekten kunnen zijn:
- baarmoederhalskanker (kanker van de baarmoederhals (cervix) d.w.z. het onderste gedeelte van de baarmoeder (uterus))
- voorstadia van kanker aan de vrouwelijke geslachtsorganen (veranderingen in de cellen van de baarmoederhals,

Links: fragment van bijsluiter van paracetamol.
Rechts: fragment bijsluiter van HPV-vaccin Cervarix.

c Lees rubriek 2 nu aandachtig. Wanneer mag je volgens de bijsluiters beide medicijnen niet gebruiken?

In beide bijsluiters staat bij rubriek 2 het onderdeel 'Wanneer mag u dit middel niet gebruiken of moet u er extra voorzichtig mee zijn?' een aantal aandoeningen waarbij je de geneesmiddelen niet moet gebruiken. Bij paracetamol staat bijvoorbeeld dat je extra voorzichtig moet zijn als je lever niet goed werkt en Cervarix mag je niet gebruik bij hoge koorts.

d Leg in je eigen woorden uit waarom je extra voorzichtig moet zijn met paracetamol als je lever niet goed werkt.

e Leg in je eigen woorden uit waarom je geen HPV-vaccin mag krijgen als je hoge koorts hebt.

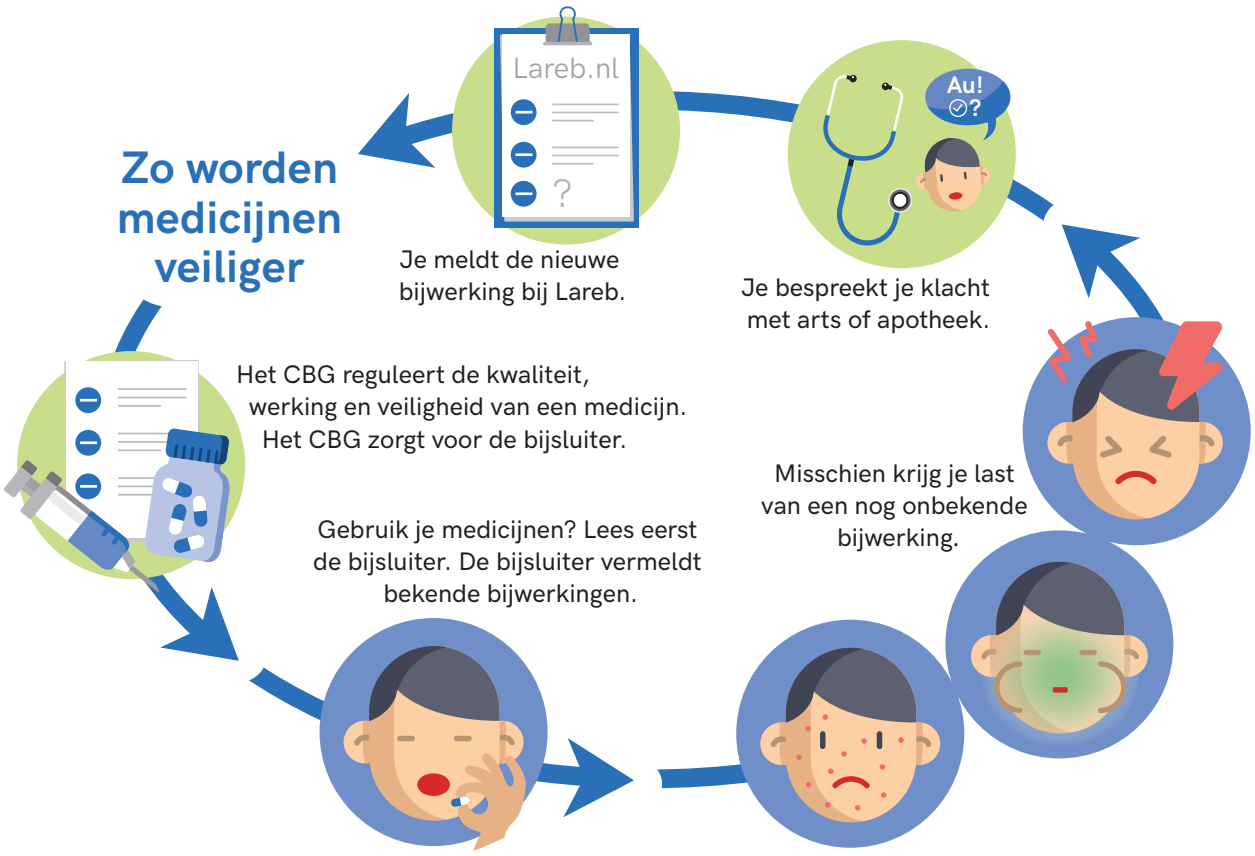
Opdracht

2a Bij rubriek 4 Mogelijke bijwerkingen van de bijsluiters, staan de mogelijke bijwerkingen van de geneesmiddelen. Noteer vier opvallende bijwerkingen van zowel paracetamol als Cervarix in onderstaande tabel. Vermeld ook hoe vaak de bijwerking voorkomt (bijvoorbeeld 1 op 1000 gebruikers).

	Paracetamol	Hoe vaak komt deze voor	Cervarix	Hoe vaak komt deze voor
Bijwerking 1				
Bijwerking 2				
Bijwerking 3				
Bijwerking 4				

b Welke bijwerking zou je het allerergst vinden om te krijgen? leg je antwoord uit.

c Zou je de geneesmiddelen zelf gebruiken na het lezen van de mogelijke bijwerkingen?
Beredeneer waarom je ze wel of niet zou willen gebruiken en leg je antwoord uit met twee argumenten.



In de afbeelding hierboven staan de stappen beschreven die ervoor zorgen dat bijwerkingen van een medicijn in de bijlsluiter vermeld worden.
Bij rubriek 4 staat ook de kop Het melden van bijwerkingen. Als je van één van de geneesmiddelen een bijwerking krijgt die niet in de bijsluiter staat kan jij of je arts dat melden.

d Waar staat CBG voor? En wat is hun slogan?

e Wat doet het Bijwerkingencentrum Lareb?

f Waarom is het belangrijk om nieuwe bijwerkingen te melden?

Opdracht

3a Zoek in de bijlsuiter op wat de werkzame stof is van het geneesmiddel Cervarix.

b Sommige mensen zijn bang dat ze juist ziek worden van het vaccin omdat ze een verzwakt virus binnenkrijgen. Leg uit waarom deze angst ongegrond is voor Cervarix.

c In hoofdstuk 1 en 2 heb je kennis gemaakt met de werking van het immuunsysteem en vaccins. Leg nu in eigen woorden uit hoe de werkzame stoffen in Cervarix ervoor zorgen dat je immuun wordt voor het humaan papillomavirus.

Opdracht

4a Als je een idee hebt van hoe vaak bijwerkingen bij een geneesmiddel optreden kun je afwegen of je een geneesmiddel wel of niet wil gebruiken. Je kunt dit voor de HPV-vaccinatie bij meisjes zichtbaar maken met een staafdiagram. Door de nogal uiteenlopende grootte van de gegevens levert dit geen mooie staafdiagram op.
Maak daarom een erg groot staafdiagram voor het aantal gevaccineerden in 2019 (+/- 600.000). Vraag jouw docent om de spullen die je nodig hebt om jouw staafdiagram duidelijk te kunnen weergeven. Een staafdiagram, hoe groot ook, heeft natuurlijk een titel en grootheden en eenheden bij de assen!

b Als de staafdiagram levensgroot hebt gemaakt kun je op een betere basis een uitspraak doen of de bijwerkingen opwegen tegen de nadelen va de HPV-vaccinatie. Beschrijf welke uitspraken je over de staafdiagram kunt doen.

c Na al deze vragen en het maken van de staafdiagram kun je van het geneesmiddel Cervarix een 'kosten baten' analyse maken. Het KWF kankerfonds, het RIVM en nog wat instanties zeggen dat er 200 doden per jaar voorkomen kunnen worden als de HPV-vaccinatiegraad hoog is de komende jaren. Deze instanties vinden de bijwerkingen die af en toe voorkomen zoals misselijkheid en braken niet in verhouding tot het krijgen van kanker of zelfs het overlijden aan kanker.
Wat vind jij? wegen de kosten op tegen de baten, kortom is het medicijn erger dan de kwaal of juist niet. Leg je antwoord in eigen woorden uit. Bespreek met je klas de antwoorden en ga een gesprek aan over je laatste antwoord.

4 Hoe erg is een infectieziekte?

LEERDOELEN

1 **Je weet dat de ziektelast kan worden uitgedrukt in de eenheid DALY en weet hoe deze eenheid tot stand komt.**
2 **Je beseft dat de ziektelast van infectieziekten kan helpen bij het vergelijken van ziekten en zodoende helpt bij het maken van beleid om de ziekte te bestrijden. Denk aan vaccinontwikkeling, wat veel tijd en geld kost.**

Niet alle infectieziekten zijn even ernstig om te krijgen. Dit speelt een rol in de keuze van de overheid om een vaccin te ontwikkelen en in de keuze van mensen om zich wel of niet te laten vaccineren.
In de volgende opdracht gaan we wat dieper in op de ernst van een aantal in ernstige infectieziekten.

Opdracht

1 In de tabel hieronder vind je de namen en beschrijvingen van tien ernstige infectieziekten. Zoek op RIVM de infectieziekte op en vul de ontbrekende gegevens in de tabel aan. Geef, zoals bij kinkhoest is gedaan ook aan of het vaccin in het Rijksvaccinatieprogramma zit (RVP). Zie **www.rijksvaccinatieprogramma.nl**

Infectieziekte	Omschrijving	Vaccin ja/nee	Virus of bacterie
Influenza	Influenza ofwel de griep is een virusinfectie die koorts, hoesten en snotterigheid veroorzaakt.	Ja	Virus
HIVinfectie	Het humaan immunodeficiëntievirus is een snel muterend retrovirus dat de ziekte Aids veroorzaakt. Het is een SOA die zicht verspreid via onbeschermde seks en bloed-bloed contact.	Ja	Virus
Kinkhoest		Ja (*RVP)	
Lyme borreliose			
Norovirusinfectie			Virus

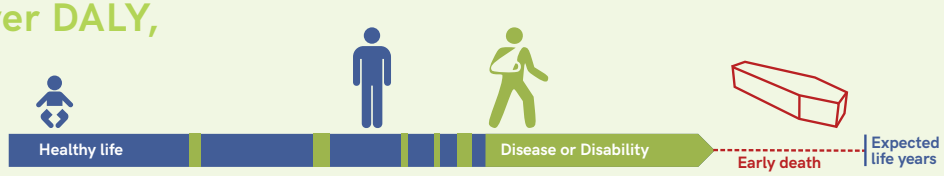
Infectieziekte	Omschrijving	Vaccin ja/nee	Virus of bacterie
Chlamydia			
Meningokokken-ziekte			
Q-koorts	Q-koorts is een infectieziekte die van dieren kan overgaan op mensen. In Nederland zijn besmette melkgeiten en melkschapen de bron van de ziekte bij mensen.		
Mazelen			
Tetanus	Tetanus wordt veroorzaakt door de bacterie *Clostridium tetani*. De tetanusbacterie komt in het lichaam via een wond waar vuil afkomstig van bijvoorbeeld de straat in is gekomen. De bacterie maakt gifstoffen aan die ernstige spierkrampen kunnen veroorzaken.	Ja (*RVP)	Bacterie

*Vaccinatie uit het Rijksvaccinatieprogramma

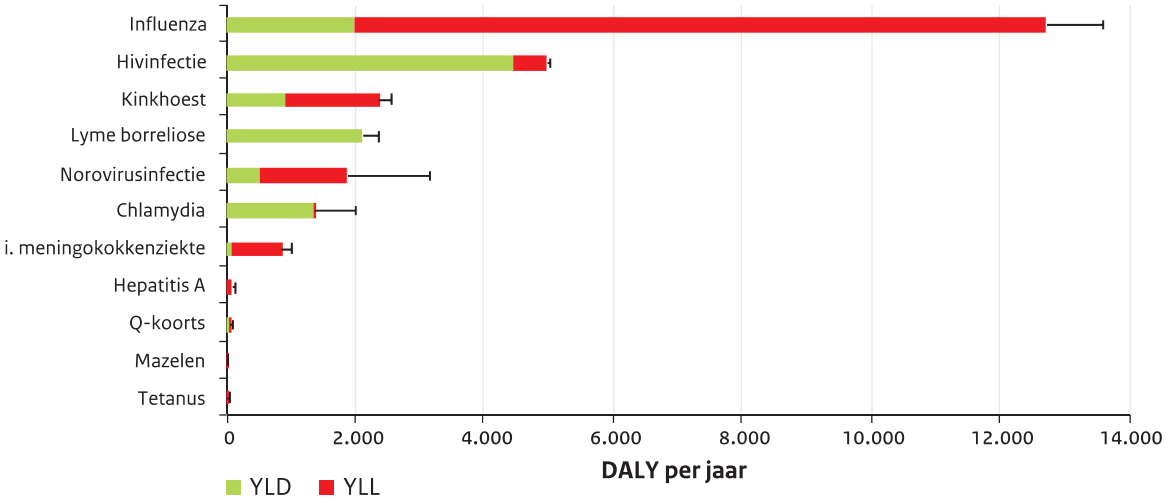
Hoeveel last je hebt van een ziekte is voor iedereen anders. Dat zorgt ervoor dat het voor de overheid lastig is om te kiezen voor welke ziekte een vaccin ontwikkeld moet worden. Om ziektes zo goed mogelijk te kunnen vergelijken wordt bij infectieziektes daarom een getal gegeven aan de last die je ervan hebt. Dit getal wordt ziektelast genoemd en heeft als eenheid DALY.

Ziektelast over DALY, YLD en YLL

DALY = YLD + YLL



De jaren dat iemand leeft met de ziekte wordt uitgedrukt in YLD's (*Years Lived with Disability*). De YLD wordt berekend door het aantal mensen dat de ziekte heeft op een bepaald moment te vermenigvuldigen met een wegingsfactor voor de ernst van de ziekte.
De verloren levensjaren wordt uitgedrukt in YLL (*Years of Live Lost*) en wordt berekend door het aantal ziektespecifieke sterfgevallen per jaar te vermenigvuldigen met de resterende levensverwachting op de betreffende leeftijd.
Door de YLD uit te drukken in een getal, is de uitkomst te combineren met de YLL. Als bijvoorbeeld een ziekte een YLD van 0,5 heeft, betekent dit dat een jaar leven gelijk staat aan een half jaar verloren door vroegtijdige sterfte.



Figuur 1 - Gemiddelde YLD en YLL van tien infectieziekten gemeten in Nederland, 2014 tot 2018.

2a Welke infectieziekte uit figuur 1 zorgt voor de meeste verloren jaren door vroegtijdige sterfte?

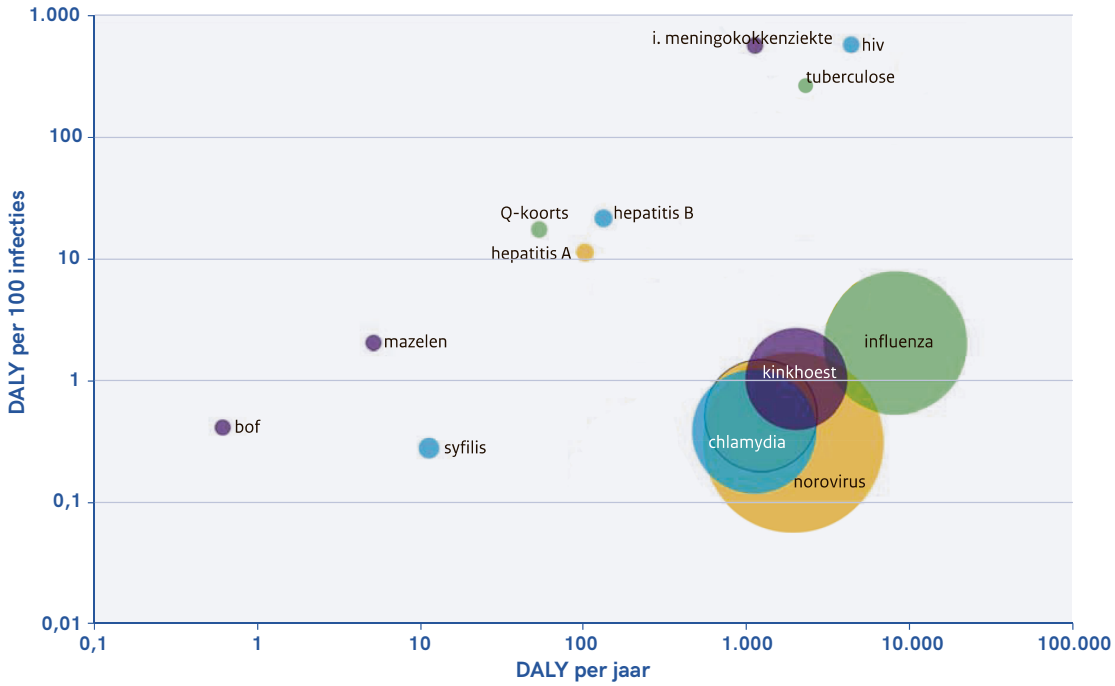
b Hoe wordt de ziekte uit vraag 1 ook wel genoemd?

c Vergelijk in figuur 1 de ziekte van Lyme met de ziekte Meningokokken. Wat is het grootste verschil tussen deze twee ziekten op basis van figuur 1?

d Wat betekent het verschil dat je bij vraag 3 heb benoemd voor de ernst van beide ziektes?

e Voor welk type ziekte zouden mensen eerder een vaccin willen?

f In de grafiek zie je ook bij elke ziekte een T-vormig zwart lijntje staan. Wat betekent deze lijn? En waarom is die bij de Norovirusinfectie groot terwijl hij bij meningokokkenziekte klein is? Leg je antwoord uit.



Figuur 2 - ziektelast van infectieziekten op populatieniveau (DALY per jaar) en patiënt niveau (DALY per 100 infecties) in 2018 In Nederland. De oppervlakte van de cirkel is in verhouding met het aantal infecties. Beide assen zijn op logaritmische schaal.

Opdracht

In figuur 2 zie je op de x-as de ziektelast per jaar voor de gehele bevolking van een aantal bekende infectie-ziekten. Op de y-as is van dezelfde ziekte uitgezet hoeveel ziektelast er is per 100 infecties, dit geeft dus meer inzicht in de last die een patiënt zelf ervaart.

3a Het Norovirus staat hoog op de x-as, maar lager op de y-as. Wat betekent dit?

b Meningokokken staat juist heel hoog op de y-as. Wat betekent dit voor een patiënt met Meningokokken als je het vergelijkt met een patiënt die besmet is met het Norovirus?

c Als je een lijn trekt van bof naar Hiv, zie je dat veel van de weergegeven ziektes op één lijn liggen. Wat betekent dat?

d Waarom vormen vier ziektes die nog relatief veel voorkomen (chlamydia, Norovirus, griep en kinkhoest) hier een uitzondering op?

e In februari 2020 kreeg Nederland te maken met het Coronavirus. Waar verwacht je dit virus in deze grafiek?

f En waar zou je HPV moeten plaatsen? Beargumenteer je antwoord.

5 Modelwereld vol ziektes

LEERDOELEN

1 Je kan op basis van het reproductiegetal R_0 aangeven hoe snel een infectieziekte verspreidt.
2 Je kan met behulp van modellen en bepaalde parameters uitspraken doen over het ziekteverloop in een populatie.
3 Je kan met behulp van een model uitspraken doen over de minimale vaccinatiegraad die nodig is om een grote uitbraak te voorkomen.

Site
https://edu.nl/wvr4h

Figuur 1: Het infectieziektemodel van *De Volkskrant*

In 2020 brak het coronavirus uit in Nederland en hierdoor moest iedereen met ziekteverschijnselen thuisblijven. Stel je voor dat een scholier wel ziek naar school ging. Hoe snel zou de ziekte zich dan verspreiden op zijn school? En wat als er wel een vaccin was? Bij het voorspellen hoe een virusuitbraak verloopt heb je te maken met veel verschillende variabelen die van invloed zijn. Je gaat nu kennismaken met een model (**https://edu.nl/wvr4h**) dat de verspreiding van infectieziekten laat zien. De stipjes stellen leerlingen op een schoolplein voor.

Opdracht

1 Bekijk het model op: **https://edu.nl/wvr4h** of zie de QR-code hierboven. Welke kleuren stippen zijn er? Waar staan de verschillende kleuren voor? Voor het volgen van het verhaal is het noodzakelijk om een legenda te maken en bij de hand te hebben, gebruik onderstaande opzet om de juiste kleur bij de juiste stadia van de ziekte te zetten. We hebben het eerste bolletje alvast voor je ingevuld.

Legenda

Vatbaar		

2a Bij het opzetten van de legenda heb je misschien al gezien welke mogelijk stadium van een ziekte voorkomt maar niet in het model zit. Welk stadium is dit?

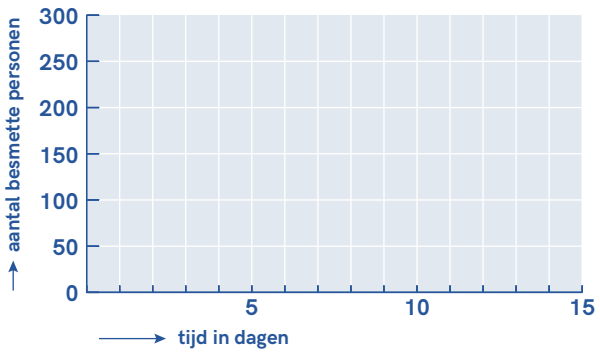
b In het model bestaat de categorie 'vatbaar'. In de omschrijving staat dat dit gaat om niet gevaccineerde schoolkinderen. Als we dit opschalen naar Nederland bestaat deze groep naast mensen die bewust niet gevaccineerd willen worden uit nog een andere groep. Welke groep is dit?

3 In het model kan je kiezen uit verschillende ziektes van snelle verspreiders tot langzame verspreiders (links bovenin). Rechts onderin kan je in de grafiek zien hoeveel zieke en besmette mensen er zijn (y-as). Op de x-as vind je het aantal dagen, je mag aannemen dat 1 streepje 1 dag weer geeft. In deze opdracht gaan we kijken wat het verschil is tussen snelle en langzame verspreiders op het verloop van het aantal zieken.

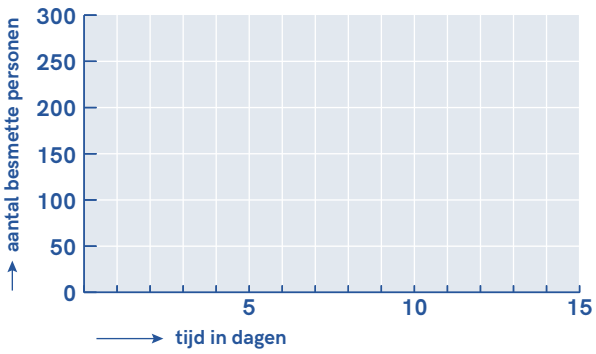
a Zet de vaccinatiegraad op 0 en kies voor de mazelen. Laat het model lopen. Neem hieronder de grafiek over. Let op! De y-as verandert tijdens de simulatie.

b Laat de vaccinatiegraad op 0 staan en kies voor difterie. Neem hieronder grafiek over, gebruik hierbij dezelfde schaalverdeling als bij vraag 3a.

3a



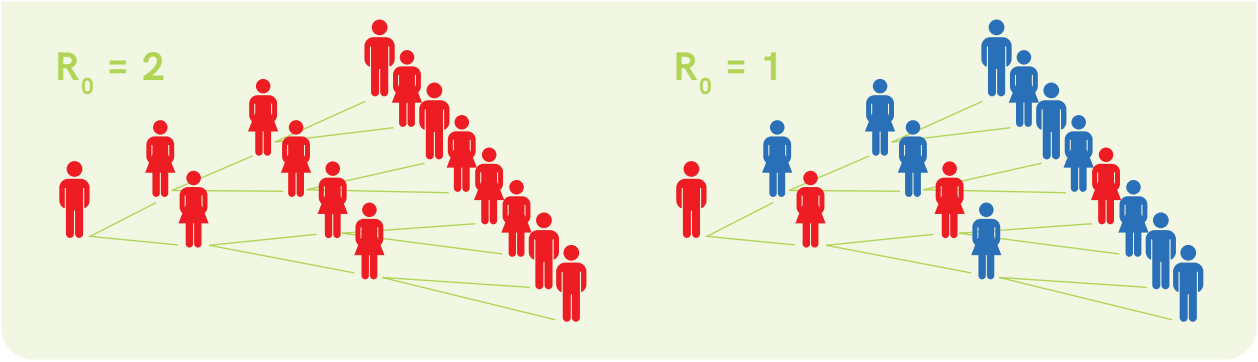
3b



c Vergelijk de twee grafieken, en beschrijf twee verschillen tussen de grafieken die worden veroorzaakt door het verschil in snelheid van verspreiding.

Reproductiegetal R_0

Epidemiologen noemen de mate waarin een ziekte succesvol is in het verspreiden het basaal reproductiegetal. In het dagelijks leven wordt dit getal meestal R_0 (spreek uit R-nul) of besmettingsgetal genoemd. De R_0-waarde geeft aan hoeveel andere mensen een ziek persoon 'succesvol' gemiddeld besmet. Een R_0-waarde van drie betekent dus dat als jij ziek bent je gemiddeld 3 andere mensen besmet.



4a Bekijk de video over de R_0-waarde. Welke infectieziekte uit het model verwacht je dat de hoogste R_0-waarde heeft?

R_0-waarde

Bekijk de **video**.

b Zoek de R_0-waarden van de infectieziekten uit het model op en noteer ze in de tabel.

Infectieziekte	R_0-waarde

c Het reproductiegetal (R_0) kan in sommige gevallen worden verlaagd (maar dus niet verdwijnen) door bijvoorbeeld je handen regelmatig te wassen. Geef in de grafiek van de mazelen uit vraag 3b aan wat je verwacht als de leerlingen op het schoolplein allemaal braaf regelmatig hun handen gaan wassen.

d Met behulp van handen wassen kan de R-waarde van sommige infectieziekten worden beïnvloed. Geef ten minste twee redenen waarom handen wassen verspreiding van infectieziekten niet volledig kan voorkomen.

Formule reproductiegetal R_0

$$R_0 = \frac{\beta N}{\sigma} = \beta N D$$

- β de besmettingskans per contact
- N het gemiddeld aantal contacten per tijdseenheid
- σ de genezingssnelheid
- D de infectieduur (σ = 1/D)
- R_0 een dimensieloos getal

e Ten gevolge van de coronacrisis ontstond de 'anderhalvemetersamenleving', een maatregel om de R_0-waarde van het Sars-Cov-2 virus in te perken. Welke variabele(n) in de formule om R_0 te bepalen verwacht je dat verandert door *social distancing*? Worden de variabele(n) hoger of lager?

f Een ziekte verdwijnt als de R_0-waarde onder de 1 zakt. Leg dit uit.

Vraag 5: SIR model

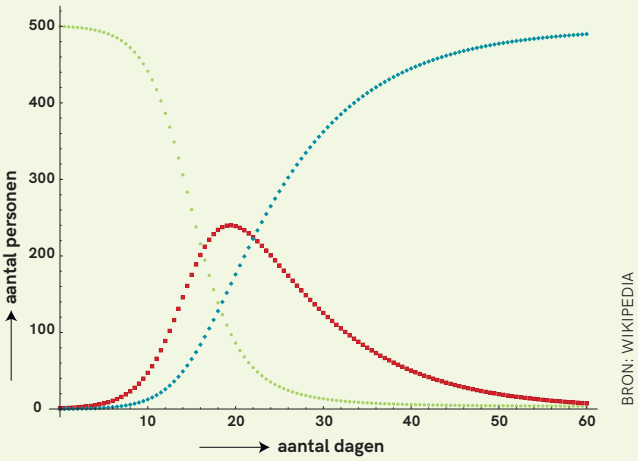
Naast het werken met De R_0-waarden probeert men epidemieën te voorspellen met een zogeheten ziekte-compartimentmodel zoals het SIR model. Bij dit SIR model worden drie compartimenten (groepen) onderscheiden. **S** staat voor alle *susceptible* mensen oftewel de mensen die vatbaar zijn voor de ziekte. **I** staat voor *infectious*, dit zijn het de mensen die ziek én besmettelijk zijn. **R** staat voor *recovered*, deze personen zijn weer beter en niet meer besmettelijk. In het SIR model gaat men ervan uit dat immuniteit optreed. De mensen uit compartiment R zijn dus immuun en kunnen de ziekte niet meer krijgen. De snelheid waarmee mensen in het model van het ene compartiment (S of I)naar het andere compartiment (I of R) verplaatsen kan samengevat worden in de volgende formule:

$$S \overset{\lambda}{-} I \overset{\sigma}{-} R$$

λ geeft hierin de infectiekracht weer,
σ heeft te maken met de infectieduur.

Hiernaast zie je een weergave van een epidemie volgens het SIR model:

- S vatbaar
- I besmettelijk
- R genezen



BRON: WIKIPEDIA

5a Op welk punt is de epidemie op zijn hoogtepunt in de grafiek bij het SIR model hierboven?

b Het aantal geïnfecteerden (I) op een bepaald tijdstip hangt af van het verband met het aantal mensen dat vatbaar is (S) en de infectiekracht. Hoe noemen we een dergelijk verband?

c Terug naar het model en je legenda van vraag 1. Welke groep(en) uit het model horen bij compartiment S, welke bij I en welke bij R?

Legenda

●	Vatbaar	S
○		
○		
○		
○		

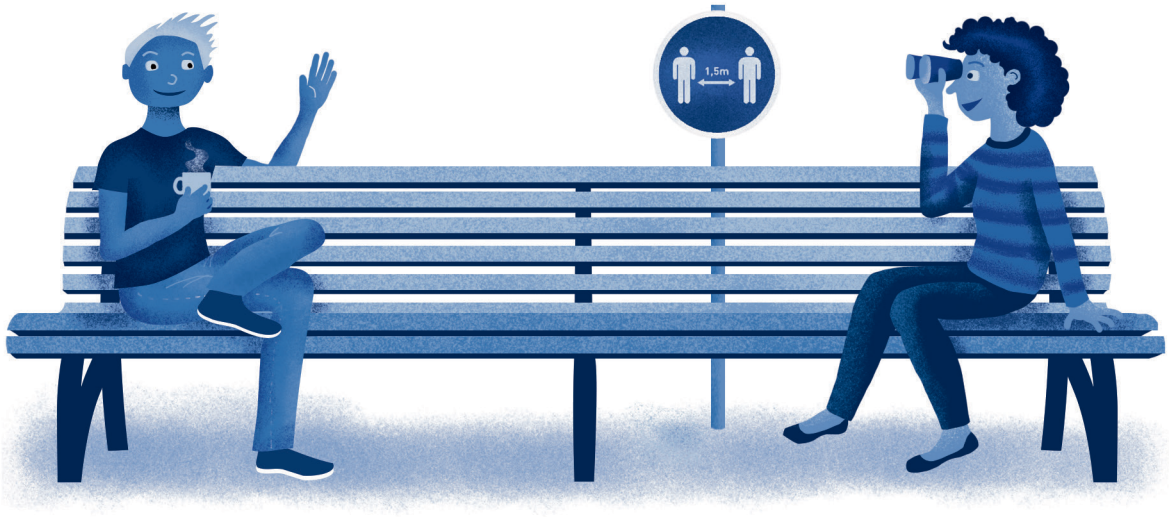
d Geef aan waarom een epidemie, als we het SIR model aanhouden vanzelf zal uitdoven?

e Bekijk de video over het belang van maatregelen nemen tijdens een epidemie. Leg uit waarom je bij het uitbreken van een epidemie, zelfs als immuniteit optreedt, maatregelen zou willen treffen.

Video

Bekijk de **video** over het belang van maatregelen nemen tijdens een epidemie.

f In het SIR model zijn er twee variabelen die bepalen hoe snel of wanneer mensen in het model van het ene compartiment naar het andere compartiment overgaan: de infectiekracht en de infectieduur. Leg van beide variabelen uit hoe ze invloed hebben op de R_0-waarde.

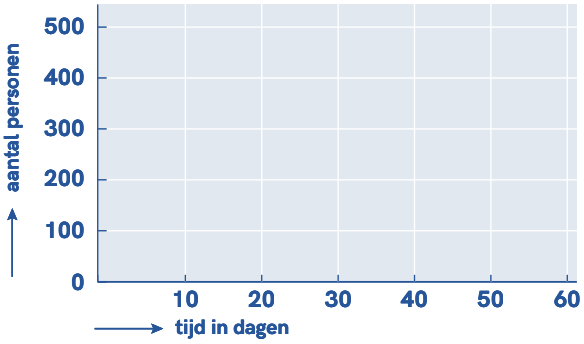


g *Social distancing* heeft effect op de infectiekrachtwaarde in het SIR model. Teken schematisch het verloop van de compartimenten S, I & R bij een lage en een hoge **infectiekracht**. Gebruik groen voor S, rood voor I en blauw voor R.

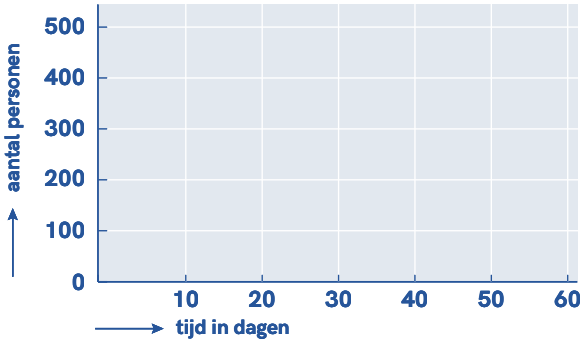
Tip

Gebruik je antwoorden uit vraag 3 en check je voorspelling op **deze site.**

lage infectiekracht

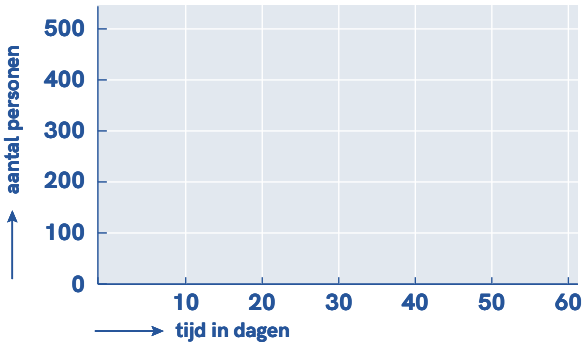


hoge infectiekracht

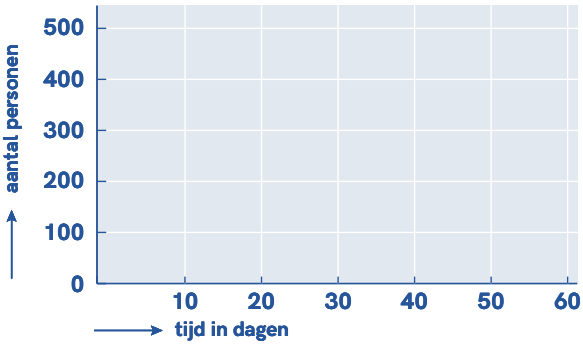


h Teken nu schematisch het verloop van de compartimenten S, I en R bij een lage en een hoge **infectieduur** van de ziekte.

lage infectieduur



hoge infectieduur

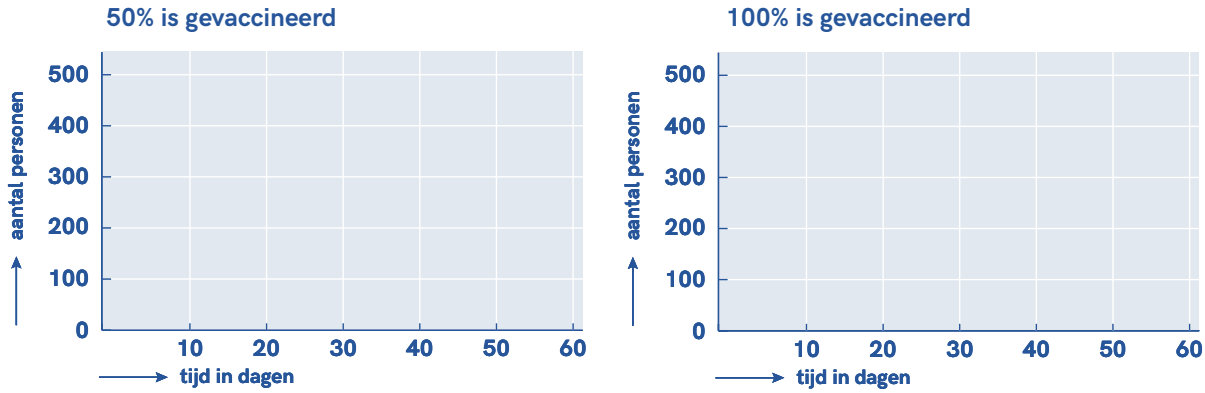


i In het SIR model hierboven zie je hoe een epidemie binnen een groep van 900 mensen verloopt. Stel je twee andere scenario's voor:

1 50% van de populatie is gevaccineerd.

2 100 % van de populatie is gevaccineerd.

Teken schematisch hoe je verwacht dat de ziekte nu zal verlopen.



Vaccinatiegraad

PDF

De vaccinatiegraad is het aandeel (percentage) zuigelingen, kleuters en schoolkinderen dat de vaccinaties uit het Rijksvaccinatieprogramma krijgt. Het percentage wordt berekend per geboortecohort.

6a Pak weer het infectieziektemodel erbij van vraag 1 t/m 4. Bekijk hoe de vaccinatiegraad het verloop van de ziekte beinvloedt.
Aan de linkerkant kan je de vaccinatiegraad veranderen. Test met behulp van het model wat de minimale vaccinatiegraad moet zijn voor het voorkomen van een uitbraak van (1) difterie en (2) de mazelen.

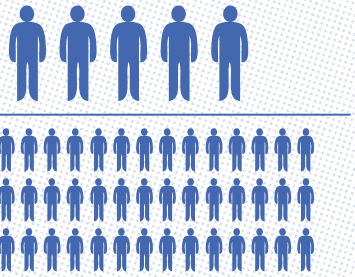
minimale vaccinatiegraad difterie:
minimale vaccinatiegraad mazelen:

b Gebruik de R_0-waardes van de mazelen en difterie uit vraag 4d. Welk verband zie je tussen de minimale vaccinatiegraad uit 6a en de R_0-waarde? Leg je antwoord uit met behulp van het concept groepsimmuniteit.

c Scroll naar beneden in het model tot je een kaart ziet van de vaccinatiegraad van verschillende gemeentes. Welke gemeentes hebben kans op een mazelen epidemie? Licht je antwoord toe.

d De griep heeft een hogere R_0-waarde dan bijvoorbeeld difterie. Waarom vaccineren we niet iedereen tegen griep, maar wel tegen difterie?

$$\text{CFR} = \frac{\text{aantal mensen dat sterft aan een infectieziekte}}{\text{aantal mensen die besmet zijn met die infectieziekte}} =$$



Video CFR
Bekijk de **video** over CFR.

e Bekijk de video over CFR (*case fatality rate*). Waarom is de CFR-rate belangrijk bij het bepalen om te gaan vaccineren of andere maatregelen te treffen om verspreiding van een infectieziekte te voorkomen?

f In alle modellen die hier besproken zijn is het compartiment *overleden* niet meegenomen. Leg uit hoe de grafiek er uit zou zien als je de *overledenen* wel mee zou nemen in het model. Check je antwoord eventueel met behulp van het model hiernaast.

Check
Check je antwoord **hier**.

g Naast de CFR waarden kunnen er nog meer redenen zijn om te bepalen of een vaccin noodzakelijk is. Noem er twee.

6 Vaccinatie in een kinderboek

LEERDOELEN

1 **Je kunt aan onderbouwers uitleggen wat vaccinatie is en wat er gebeurt in je lichaam zodra je een vaccin krijgt ingespoten.**
2 **Je snapt de volgende begrippen: witte bloedcel, antistof, antigeen, geheugencel en immuun zijn.**

De komende jaren krijgen eerste en tweedeklassers een oproep om zich te laten vaccineren tegen Meningokokken A,C,W en Y. Daarnaast krijgen jongeren vanaf 12/13 jaar een HPV-vaccinatie aangeboden. Misschien heb je zelf een broertje of zusje die één van deze oproepen heeft gekregen. Als het goed is weet je hoe een vaccin werkt en hoe een vaccin gemaakt wordt. Je mag jezelf een vaccinatie-expert noemen. Daarom ga je op een heldere manier aan de onderbouwers uitleg geven over vaccinatie.

Wat ga je doen?

Je maakt een voorlichtingsboekje in jip-en-janneketaal. In dit simpele boekje leg je op een eenvoudige manier uit hoe een vaccinatie werkt en wat er gebeurt in je lichaam. Gebruik simpele tekst en maak duidelijke tekeningen, net zoals bijvoorbeeld in een nijntje-boekje.

- Je werkt hiervoor in tweetallen.
- Je kiest het onderwerp van je verhaal: de HPV of de Meningokokken A,C,W en Y vaccinatie.
- Het boekje is een half A4'tje groot en bestaat uit minimaal negen plaatjes en tekstjes en maximaal dertien plaatjes en tekstjes.
- Er moet in het boekje minimaal een kinderfiguur voorkomen.
- De volgende termen moeten in je verhaal voorkomen en op een eenvoudige maar begrijpelijke manier worden uitgelegd:
  - Virus of bacterie
  - Antistof
  - Antigeen
  - Geheugencellen
  - Witte bloedcellen
  - Immuun
- Op iedere pagina staat een aantrekkelijke illustratieve afbeelding bij de uitleg.
- Iedere tekst bestaat uit maximaal drie korte zinnen. Gebruik simpele taal geschikt voor kinderen (jip-en-janneketaal). Voorbeelden hiervan kun je op internet vinden.
- Zorg voor een mooie voorkant met titel. Schrijf op de achterkant in twee zinnen een samenvatting van het verhaal.
- En vergeet niet jullie namen op het boekje te zetten.
- Bonus: Als je alle tekst op rijm maakt ontvang je een bonuspunt.

Beoordeling

Jullie 'vaccinatie kinderboekje' wordt beoordeeld door de doelgroep van dit boekje, de eerste of tweedeklassers. Zij zullen met behulp van het beoordelingsformulier dat je aan het einde van deze opdracht ziet staan jullie beoordelen. Tegelijkertijd zullen zij (hopelijk) veel plezier beleven aan het lezen van jullie boekje en snappen ze nu beter hoe vaccins werken.

	0 punten	1 punt	2 punten	Totaal
1. Kaft	○ Ik heb een boekje zonder kaft gekregen	○ Ik heb een boekje met kaft gekregen		
	○ De voorkant van het boekje miste een titel en afbeelding	○ Titel en afbeelding stonden erop maar vond het niet zo'n goede titel	○ Op de voorkant van het boekje stond een leuke afbeelding die paste bij het verhaal, een titel en de namen van de makers	
	○ Ik heb geen samenvatting gezien op de achterkant van het boekje	○ Ik heb een samenvatting op de achterkant van het boekje gelezen	○ Ik vond de samenvatting op achterkant een goedlopende passende samenvatting van het verhaal	
2. Uiterlijk	○ Ik vond het boekje er niet mooi uit zien	○ Ik vond het boekje er redelijk mooi uit zien	○ Het boekje ziet er mooi uit en is aantrekkelijk om te gaan lezen.	
	○ Het boekje ziet er onverzorgd uit (het is bijvoorbeeld verkreukeld)	○ Het boekje ziet er redelijk verzorgd uit	○ Het boekje ziet er goed verzorgd uit	
3. Uitleg	○ Ik vind dat ze het niet goed uitleggen	○ Sommige dingen leggen ze goed uit, maar sommige dingen vind ik minder goed uitgelegd	○ Het is zo goed uitgelegd dat ik het nu iemand anders zou kunnen uitleggen en minstens een 8 zou halen voor een toets hierover	
	○ Het is onduidelijk over welke vaccinatie het verhaal gaat	○ Het wordt me ergens in het verhaal duidelijk over welke vaccinatie dit verhaal gaat	○ Het is mij vanaf het begin van het verhaal duidelijk waarover dit verhaal gaat	
4. Termen	In het boekje is deze term niet genoemd: ○ Virus of bacterie ○ Antistof ○ Antigeen ○ Geheugencellen ○ Witte bloedcellen ○ Immuun	In het boekje heb ik de uitleg van deze term gezien: ○ Virus of bacterie ○ Antistof ○ Antigeen ○ Geheugencellen ○ Witte bloedcellen ○ Immuun	Op basis van de uitleg in het boekje zou ik correct kunnen uitleggen wat de volgende termen betekenen (Ik zou op een toets alle punten krijgen voor deze uitleg) ○ Virus of bacterie ○ Antistof ○ Antigeen ○ Geheugencellen ○ Witte bloedcellen ○ Immuun	

	0 punten	1 punt	2 punten	Totaal
5. Verhaal	○ Ik vond het verhaal erg van de hak op de tak en niet soepel lopen	○ Ik kon het verhaal redelijk volgen, de teksten volgen elkaar op in logische volgorde	○ Ik vond het verhaal soepel lopen, iedere pagina vertelt een tekst die goed aansluit op de vorige pagina	
6. Lengte van het verhaal	○ Het verhaal bestaat uit minder dan negen tekstjes en plaatjes of meer dan dertien tekstjes en plaatjes	○ Het verhaal bevat negen tot dertien tekstjes, maar minder dan negen of meer dan dertien plaatjes **OF:** ○ Het verhaal bevat minder dan negen of meer dan dertien tekstjes maar wel het juiste aantal plaatjes	○ Het verhaal bestaat uit juisten aantal tekstjes en plaatjes, namelijk tussen de negen en dertien tekstjes en plaatjes	
7. Lengte verhaal per pagina	○ Op iedere pagina is het verhaal minder dan drie zinnen of meer dan vier zinnen.	○ Op iedere pagina is het stuk tekst gemiddeld drie tot vier zinnen. De zinnen zijn erg lang.	○ Op iedere pagina is het stuk tekst drie heldere zinnen	
8. Originaliteit	○ Het verhaal is een opsomming van feiten en niet leuk om te lezen	○ Het verhaal is leuk bedacht en is niet alleen een opsomming van feiten	○ Het verhaal is erg leuk en brengt op een goede manier kennis over vaccinatie over	

7 Stop-motionfilm immunisatie

LEERDOELEN

1 **Je kunt andere leerlingen uitleggen hoe immunisatie werkt.**
2 **Je leert hoe een vaccin gemaakt wordt en welke typen vaccins er zijn.**

De afgelopen tijd heb je veel geleerd over vaccinatie en immuniteit. In deze opdracht gebruik je deze opgedane kennis om andere leerlingen uit te leggen hoe immunisatie werkt. Dit ga je namelijk uitleggen in een stop-motionfilmpje.

Doel opdracht

Je maakt in groepjes van 3 á 4 leerlingen een stop-motionfilm over immuniteit. Hierin leggen jullie de verschillen uit tussen verschillende vormen van immunisatie.

Stop-motionfilm

Een stop-motionfilm bestaat uit foto's die snel achter elkaar worden getoond waardoor er een film ontstaat. Meestal gebruik je hierbij objecten (zoals poppetjes) in plaats van mensen. Deze objecten kun je laten spreken met geschreven teksten of je kunt een tekst inspreken.

Onderwerp kiezen

Nadat je groepje gevormd is, kiezen jullie een onderwerp voor jullie film (het kan ook zijn dat jullie docent zelf de indeling van de onderwerpen maakt).
Je kunt kiezen uit:

- *Vormen van immunisatie*
  Hierbij leggen jullie de verschillen uit tussen: actieve natuurlijke immunisatie, actieve kunstmatige immunisatie, passieve natuurlijke immunisatie en passieve kunstmatige immunisatie.
- *Soort ziekteverwekker*
  Hierbij leggen jullie de verschillen uit tussen de reactie van het immuunsysteem op een virus en op een bacteriële ziekteverwekker.
- *Verschillende vaccinaties*
  Hierbij leggen jullie de werking en de verschillen uit tussen de DKTP-prik, HPV-vaccinatie, SARS-Cov-2-vaccinatie en reizigersvaccinaties.
- *Type vaccins*
  Hierbij leggen jullie de verschillen uit tussen de verschillende manieren waarop een vaccin ontwikkeld wordt. Jullie kunnen kiezen uit het bespreken van de volgende vaccins: RNA-vaccin, Vector vaccin, Verzwakt "dood" virus-vaccin, Levend verzwakt virus-vaccin, Gif van een bacterie, Stukjes bacterie gekoppeld aan eiwit, Splitvaccin, Eiwitvaccin. Zie de tabel op pagina 42 en 43.

Aan de slag

Jullie gaan een stop-motionfilm maken met je mobiel of tablet. Hiervoor is het belangrijk om stapsgewijs te werken.

1 Installeer een stop-motion App op je telefoon of tablet.De meeste stop-motion Apps zijn gratis, een voorbeeld

van een app die je kunt installeren is "stop motion studio".

2 Schrijf in steekwoorden op welk verhaal je wilt vertellen.

3 Bepaal hoeveel beelden je verhaal ongeveer bevat. Maak de stappen niet te groot voor een soepel lopende film.

4 Verzamel de materialen die je nodig hebt.

5 Maak een opstelling waarbij je de telefoon telkens op hetzelfde punt kunt vastzetten. Dit zorgt ervoor dat de film vloeiend loopt, een kleine verschuiving van je camera zorgt namelijk straks voor een grote verschuiving van je beeld. Gebruik het liefst een statief.

6 Maak een testfilm.

7 Kijk hier kritisch naar, wat moet er anders in de echte film?

8 Maak de echte film.

9 Exporteer je film naar Photo Library of Galerij van je telefoon. Op die manier kun je de film doorsturen naar je docent of op YouTube plaatsen.

Tip

Maak eerst een storyboard en laat deze door je docent controleren voor je begint met filmen.

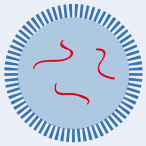
Aan welke eisen moet het stop-motionfilmpje voldoen?

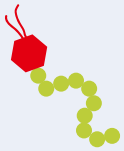
De uitleg in de film is:

- Volledig en correct
- Op het niveau van bovenbouw havo of vwo
- Duurt maximaal 5 minuten
- Geen presentatie (gesproken of geschreven tekst ondersteund de beelden)

Daarnaast:

- Film wordt ondersteund met passend geluid
- In de aftiteling staat de rolverdeling van alle groepsleden

Type vaccin	Bestaat uit	Hoe werkt het?	Voorbeelden
RNA-vaccin 	mRNA verpakt in lipideblaasje	Dit vaccin heeft een stukje mRNA dat codeert voor viruseiwitten. Het mRNA zit in een envelopje van vet, vergelijkbaar met een celmembraan.	Covid-19 vaccin van Pfizer/BioNtech of Moderna
Vector vaccin	Onschuldig virus dat genetisch is aangepast	Een onschuldig virus, bijvoorbeeld adenovirus, krijgt gen ingebouwd dat codeert voor een antigeen. Dit werkt als een paard van Troje, je afweer gaat aan de slag maar je wordt niet ziek.	Covid-19 vaccin van Oxford/AstraZeneca en Janssen
Verzwakt "dood" virus	Onklaar gemaakt virus	Het virus wordt gedood door het te verhitten, met UV of met formaldehyde waardoor het niet meer kan delen in ons lijf.	Poliovaccin

Type vaccin	Bestaat uit	Hoe werkt het?	Voorbeelden
Levend verzwakt virus	Levend verzwakt virus	Het virus wordt gekweekt op andere cellen die niet lijken op de onze, of zo genetisch aangepast dat ze niet meer goed kunnen delen in ons lichaam, maar wel een afweerreactie op gang brengen.	BMR-vaccin tegen bof, mazelen en rode hond
Gif van een bacterie	Onklaar gemaakt gif afkomstig van bacterie	Tetanus en Difterie worden niet door de bacterie zelf maar door het gif van de bacterie veroorzaakt. Het vaccin bevat onklaar gemaakt gif, een zogeheten toxoïde.	Vaccins tegen Tetanus en Difterie
Stukjes bacterie gekoppeld aan eiwit 	Polysaccharide gekoppeld aan toxoïde	De buitenkant van de meningkokkenbacterie bevat polysacchariden, deze worden voor een betere immuun respons gekoppeld aan een tetanus-eiwit (toxoïde).	Meningokokken-vaccin
Splitvaccin	In stukken geknipt virus	Alle stukjes van het virus zijn wel aanwezig, maar kunnen toch geen ziekte veroorzaken.	Influenzavaccin
Eiwitvaccin	Antigenen van virus	De antigenen in dit vaccin zijn kapseleiwitten die op de buitenkant van het virus zitten. Een iets complexere vorm is het VLP-vaccin waarbij het eiwit een lege huls is dat lijkt op een virus zonder genetische code.	Hepatitis-B vaccin, HPV-vaccin is een VLP-versie van dit vaccin

Bron: KU Leuven / RIVM