natuurkunde 1,2

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **04**

Tijdvak 2
Woensdag 23 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 83 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 1, 5, 17 en 24 is een uitwerkbijlage toegevoegd.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

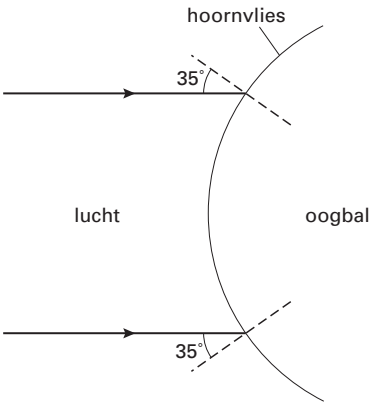
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Nachtlenzen

De lenswerking van het oog wordt niet alleen veroorzaakt door de ooglens. Ook het hoornvlies draagt door zijn bolle vorm in belangrijke mate bij aan die lenswerking.
In figuur 1 is een deel van het oog schematisch getekend. Om alleen de werking van het hoornvlies te bekijken, is de ooglens weggelaten.
Op het hoornvlies aan de voorkant van het oog valt een evenwijdige lichtbundel waarvan twee lichtstralen zijn getekend.
De brekingsindex van het hoornvlies en het overige materiaal van de oogbal is 1,34.
Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 1



3p **1** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de gebroken lichtstralen tot in hun snijpunt.
Bereken daarvoor eerst de brekingshoek van de lichtstralen.

Door de ooglens (waarvan de brekingsindex groter is dan 1,34) verschuift het snijpunt van de gebroken lichtstralen iets.

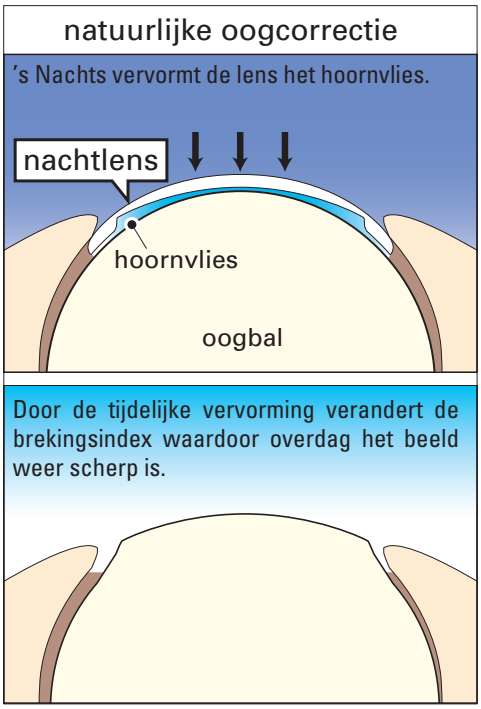
2p **2** ☐ Leg uit of dit punt daardoor naar het hoornvlies toe of er vanaf verschuift.

Mensen die bijziend zijn, kunnen in de verte niet scherp zien.
Bij deze mensen ligt het beeld dat het oog vormt van ver weg gelegen voorwerpen niet op het netvlies maar ervóór.
Hieronder staat een deel van een artikel. Lees dit eerst.

artikel

Er is nu een harde contactlens ontwikkeld die bijzienden alleen 's nachts hoeven te dragen. De contactlens is in het midden vlakker dan het hoornvlies, waardoor er in het midden extra druk ontstaat. Daardoor raakt het hoornvlies iets afgevlakt waardoor binnenkomend licht iets anders wordt gebroken. Zie de figuren hiernaast.

naar: De Volkskrant, 19-10-2002



In de onderste figuur van het artikel staat een korte uitleg.

2p **3** ☐ Wat is er fout aan deze uitleg? Licht je antwoord toe.

natuurkundeuitgelegd.nl

Voor de sterkte van de ‘hoornvlieslens’ geldt de volgende formule:

$$S = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{r}$$

Daarin is:
- S de sterkte (in dioptrie),
- n de brekingsindex (= 1,34 voor het hoornvlies),
- r de (kromte)straal van het hoornvlies (in meter).

Bij een bepaalde bijziende is de straal van het hoornvlies in normale toestand 6,7 mm.
Na het dragen van de nachtlens is de straal van het hoornvlies 7,0 mm geworden.

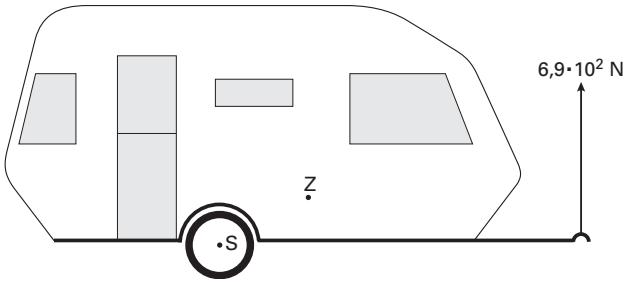
4p **4** ☐ Bereken het verschil in sterkte van de hoornvlieslens in deze twee situaties.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Caravan

Meneer Bouwsma heeft een caravan. Als deze aan zijn auto is gekoppeld, moet de caravan volgens de veiligheidsvoorschriften een kracht van $6{,}9 \cdot 10^2$ N naar beneden op de trekhaak van de auto uitoefenen.
Voordat hij de caravan vastmaakt, controleert hij de grootte van die kracht door met een sterke veerunster de lege caravan in evenwicht te houden. De veerunster geeft inderdaad een kracht van $6{,}9 \cdot 10^2$ N aan. Zie figuur 2. In deze figuur zijn ook het draaipunt S en het zwaartepunt Z van de caravan aangegeven. De caravan is op schaal getekend.

figuur 2



Figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

5p **5** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de massa van de lege caravan. Teken daartoe eerst de armen van de twee krachten die hierbij van belang zijn.

Als er bagage in de caravan is geladen, moet de kracht op de trekhaak nog steeds $6{,}9 \cdot 10^2$ N zijn.
Meneer Bouwsma denkt dat het zwaartepunt van de beladen caravan op dezelfde afstand van S moet liggen als het zwaartepunt van de lege caravan.
Zijn buurman zegt dat het zwaartepunt van de beladen caravan dichter bij S moet liggen dan het zwaartepunt van de lege caravan.

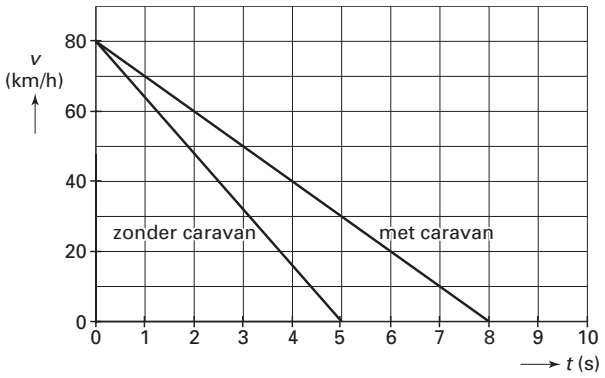
3p **6** ☐ Wie van de twee heeft gelijk? Licht je antwoord toe.

Meneer Bouwsma koppelt de caravan aan de auto. De massa van de beladen caravan is $8{,}0 \cdot 10^2$ kg.
Vanuit stilstand trekt de auto op met een versnelling van 0,62 m/s^2. De caravan ondervindt een wrijvingskracht van $1{,}2 \cdot 10^2$ N.

3p **7** ☐ Bereken de kracht die de auto bij het optrekken in horizontale richting op de caravan uitoefent.

Een auto met caravan heeft een langere remweg dan een auto zonder caravan.
In figuur 3 is het (v,t)-diagram gegeven van een auto die met en zonder caravan afremt van 80 km/h tot stilstand.

figuur 3



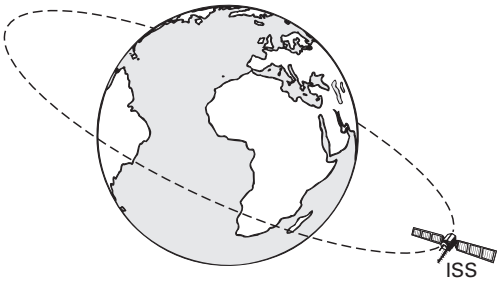
4p **8** ☐ Bepaal het verschil in remweg bij deze twee situaties.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 ISS

Het International Space Station (ISS) is een ruimtestation dat 400 km boven de evenaar om de aarde cirkelt. In figuur 4 zijn de aarde, het ruimtestation en de cirkelbaan (niet op schaal) getekend.

figuur 4



De snelheid waarmee ISS de cirkelbaan doorloopt, is $7{,}67 \cdot 10^3$ m/s.
Het middelpunt van de aarde valt samen met het middelpunt van de cirkelbaan.

4p **9** ☐ Bereken de tijd die het ISS over één omloop doet. Gebruik tabel 31 van Binas.

Het ruimtestation heeft zonnepanelen voor de energievoorziening.
Het rendement van de zonnepanelen is 25%.
Op 400 km hoogte heeft de zonnestraling een intensiteit van 1,4 kW/m^2.
De apparatuur in het ruimtestation heeft een elektrisch vermogen nodig van 110 kW.

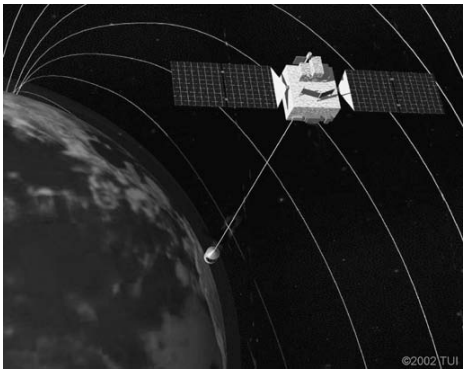
3p **10** ☐ Bereken de (minimale) grootte van het oppervlak van de zonnepanelen.

Op 400 km hoogte is de dichtheid van de atmosfeer heel klein. Daarom ondervindt het ISS een kleine wrijvingskracht. Door een kleine voortstuwingskracht op het ISS uit te oefenen, zorgt men er voor dat de baansnelheid van het ISS constant blijft.

2p **11** ☐ Moet de voortstuwingskracht groter of kleiner zijn dan de wrijvingskracht of even groot zijn? Licht je antwoord toe.

Een Amerikaans bedrijf heeft een plan bedacht waarbij de lorentzkracht als voortstuwingskracht dient.
In dit plan zorgen een lange stroomkabel die aan het ISS hangt en het magneetveld van de aarde voor de lorentzkracht. Zie figuur 5.
Om de juiste stroomsterkte in de kabel te krijgen, moet deze een weerstand hebben van 45 Ω. De afmetingen en het materiaal van de kabel zijn daarom op elkaar afgestemd.
De afmetingen zijn: lengte 10 km, oppervlakte van de doorsnede 6,0 mm^2.

figuur 5



4p **12** ☐ Laat met een berekening zien van welk materiaal de kabel gemaakt wordt.

Om de snelheid van de satelliet constant te houden, moet de lorentzkracht op de kabel 0,50 N bedragen. Het magneetveld van de aarde staat loodrecht op de kabel en heeft op deze hoogte een (gemiddelde) sterkte van 8,5 μT.

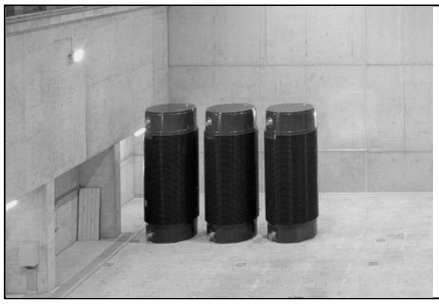
3p **13** ☐ Bereken de stroomsterkte die door de kabel moet lopen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Radioactief afval

Radioactief afval van kerncentrales wordt bewaard in zogenaamde Castorvaten.
Lees eerst het artikel.

artikel



Castorvaten worden gevuld met radioactief afval en naar een opslagplaats vervoerd. Dergelijke opslagplaatsen bevinden zich onder andere in de Duitse plaatsen Ahaus en Gorleben.
Op de foto staan drie Castorvaten van het type V52 afgebeeld.
Dat is een rond stalen vat met een dikke wand.
De V52 is 5,45 m hoog en heeft een buitendiameter van 2,44 m.
De wanddikte is 48 cm; de bodem en het deksel zijn elk ook 48 cm dik. Een leeg vat weegt 104 ton.

naar: www.gns.de

Men wil Castorvaten van het type V52 gebruiken om 500 m^3 radioactief afval te bewaren.

4p **14** ☐ Bereken het aantal vaten dat hiervoor minimaal nodig is. Gebruik tabel 94 van Binas.

Het vervoer van de Castorvaten van een kerncentrale naar de opslagplaats gebeurt per trein.
De vaten mogen bij een eventuele botsing niet kapot gaan. Om de stevigheid van de vaten te controleren, heeft men een leeg Castorvat vanaf grote hoogte naar beneden laten vallen.
Het vat botste tegen de grond met een snelheid van 450 km/h (en doorstond de klap).

4p **15** ☐ Bereken op welke hoogte het vat is losgelaten. Verwaarloos daarbij de luchtweerstand.

De 48 cm dikke stalen wand van het Castorvat houdt meer dan 99,99% van de γ-straling tegen.
In tabel 99D van Binas staat informatie over de halveringsdikte voor γ-straling.
De halveringsdikte van staal is gelijk aan die van ijzer. Neem aan dat de γ-straling in het vat een gemiddelde energie heeft van 2,0 MeV.

4p **16** ☐ Ga met een berekening na dat de wand inderdaad meer dan 99,99% van de γ-straling tegenhoudt.

Behalve γ-straling komen ook neutronen door de wand heen. De neutronen ontstaan bij de spontane splijting van een van de afvalproducten in het vat: curium-244.
Spontane splijting betekent dat de kern uit zichzelf, zonder invangen van een neutron, in twee delen uiteenvalt.
Bij een van de mogelijke splijtingsreacties komen vier neutronen vrij.
Deze reactie is hieronder gedeeltelijk weergegeven:
$^{244}_{96}\mathrm{Cm} \rightarrow {}^{147}_{58}\mathrm{Ce} + {}^{\cdots}_{\cdots}\cdots + 4\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$ (De isotopen in deze reactie staan niet in Binas.)
Bovenstaande reactie staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **17** ☐ Vul op de uitwerkbijlage het symbool, het atoomnummer en het massagetal van de ontbrekende isotoop in.

De energie die per seconde in een vat bij de splijting en het radioactief verval vrijkomt, bedraagt 24 kJ. Hierdoor neemt de massa van het afval in het vat af.

3p **18** ☐ Bereken de massavermindering na één jaar.

De stralingsdosis die werknemers ontvangen, wordt gemeten met badges (dosimeters).
Een bepaalde werknemer heeft in een jaar door γ-straling een dosis ontvangen van $5{,}3\cdot10^{-3}$ Gy en door neutronenstraling $0{,}19\cdot10^{-3}$ Gy.
Voor het dosisequivalent H geldt:

$$H = QD$$

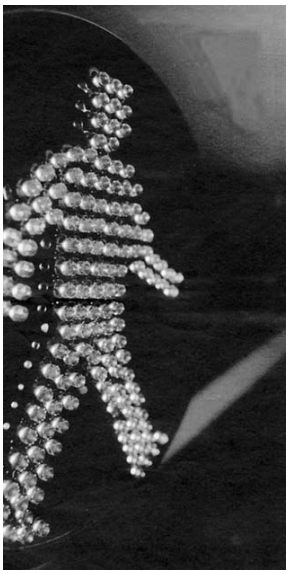
Hierin is:
- H het dosisequivalent (effectieve totale lichaamsdosis in Sv);
- Q de zogenoemde (stralings)weegfactor (kwaliteitsfactor); neem voor γ-straling $Q = 1$ en voor neutronen $Q = 20$;
- D de ontvangen stralingsdosis (in Gy).

4p **19** ☐ Ga na of voor deze werknemer de stralingsbeschermingsnorm is overschreden. Gebruik tabel 99E van Binas.

natuurkundeuitgelegd.nl

In verkeerslichten worden tegenwoordig vaak LED's gebruikt. Zie figuur 6. LED is de afkorting van Light Emitting Diode.
Eén zo'n LED werkt op een spanning van 2,4 V. Er loopt dan een stroom van 60 mA door de LED.
Om in een verkeerslicht een gloeilamp van 100 W te vervangen door LED's met een even grote lichtopbrengst, moeten de LED's samen een vermogen hebben van 12 W.

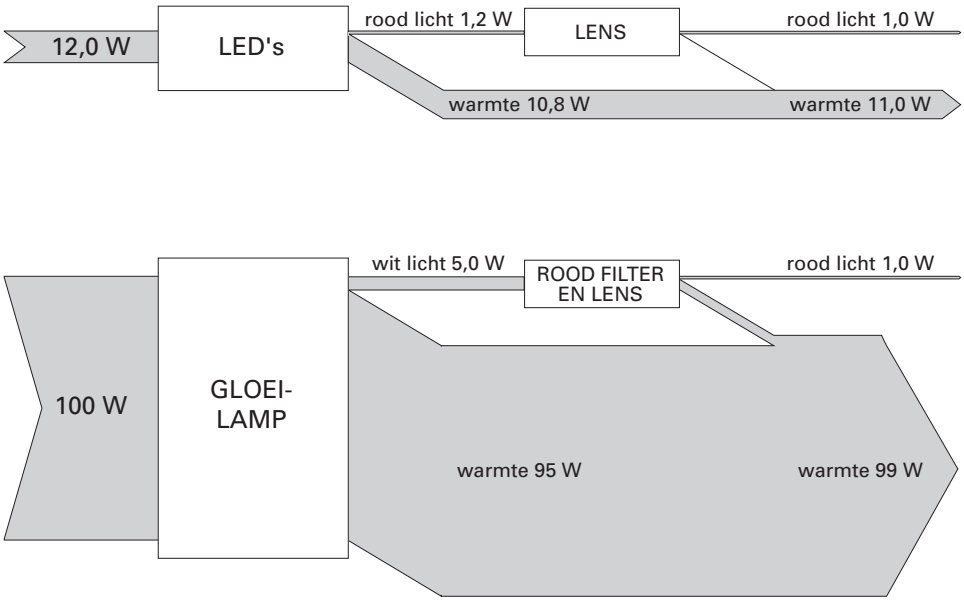
figuur 6



3p **20** ☐ Bereken het aantal LED's dat hiervoor nodig is.

In figuur 7 zijn de energiestromen weergegeven van een rood verkeerslicht met LED's en een rood verkeerslicht met een gloeilamp.
De LED's zetten elektrische energie om in rood licht en warmte. De bolle voorkant van een LED werkt als een lens zodat een groot deel van het licht naar voren wordt uitgestraald.
De gloeilamp zet elektrische energie om in wit licht en warmte. Een rood filter en een lens zorgen ervoor dat rood licht naar voren wordt uitgestraald.

figuur 7



3p **21** ☐ Bereken het rendement waarmee een LED elektrische energie omzet in naar voren uitgestraald rood licht.

Het verkeerslicht met LED's gebruikt voor eenzelfde lichtopbrengst veel minder elektrische energie per seconde (12 W) dan het verkeerslicht met een gloeilamp (100 W). Met behulp van figuur 7 zijn daarvoor twee oorzaken aan te geven.

4p **22** ☐ Noem deze twee oorzaken. Licht elke oorzaak toe met behulp van getallen uit de figuur.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

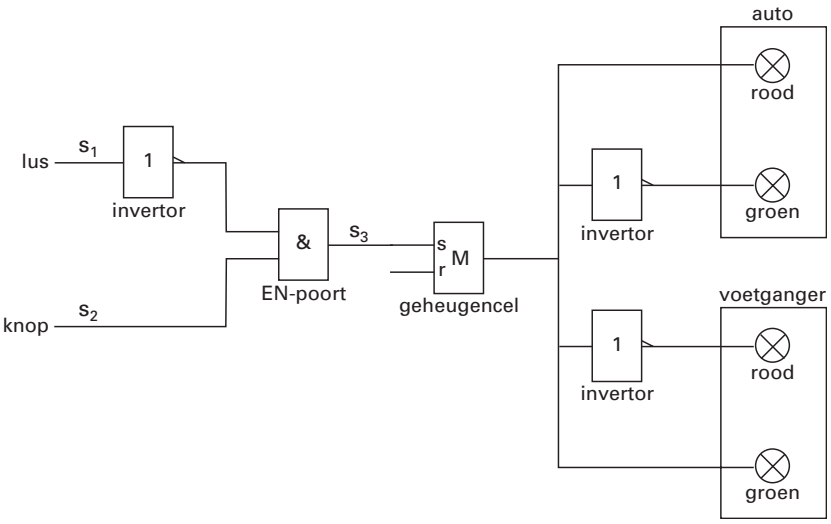
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Verkeerslichten

Margriet wil een automatische schakeling ontwerpen voor de verkeerslichten bij een oversteekplaats voor voetgangers. Om de schakeling zo eenvoudig mogelijk te houden, laat ze het oranje verkeerslicht voor auto's weg.

Als er geen voetganger is, staat het verkeerslicht voor voetgangers op rood en dat voor auto's op groen. Als een voetganger wil oversteken, moet hij op een knop drukken. Als er op dat moment geen auto's in de buurt zijn, springt zijn licht op groen en dat voor de auto's tegelijkertijd op rood.
In figuur 8 is een eerste opzet getekend van de schakeling waarmee Margriet deze situatie op systeemborden nabootst. Het signaal S_1 komt van een lange lus in het wegdek. De lus is zo aangelegd dat S_1 hoog is als een of meer auto's de oversteekplaats naderen; als er geen auto nadert, is S_1 laag.
Het signaal S_2 komt van de drukknop voor de voetgangers. S_2 is hoog zo lang er op de knop wordt gedrukt; als er niet op de knop wordt gedrukt, is S_2 laag.

figuur 8



Op een bepaald moment komt een voetganger bij de oversteekplaats terwijl er geen auto in de buurt is. Het licht voor de voetgangers staat dus op rood en dat voor de auto's op groen. De voetganger drukt op de knop.

3p **23** ☐ Leg met behulp van de schakeling in figuur 8 uit waarom het licht voor de voetgangers nu op groen springt en dat voor de auto's op rood.

De voetganger moet 16 seconde de tijd krijgen om over te steken. Daarvoor wil Margriet de schakeling uitbreiden met een teller. Zie de figuur op de uitwerkbijlage.
Op de teller is een pulsgenerator aangesloten. De pulsfrequentie is 2,0 Hz.
De teller moet zo worden gereset dat voor een volgende voetganger dezelfde startsituatie ontstaat.

4p **24** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage alle noodzakelijke verbindingsdraden.

Een automobilist die het stoplicht voor auto's op rood ziet springen, moet voldoende tijd hebben om te remmen. Daarom moet het begin van de lus op voldoende grote afstand van het stoplicht liggen. Maar ook dan is de schakeling die Margriet heeft ontworpen nogal voetgangeronvriendelijk.

2p **25** ☐ Noem twee nadelen van dit ontwerp voor de voetgangers die willen oversteken.

Einde

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl