Examen HAVO

2013

tijdvak 1
dinsdag 28 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 27 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 74 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

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.

HA-1023-a-13-1-o

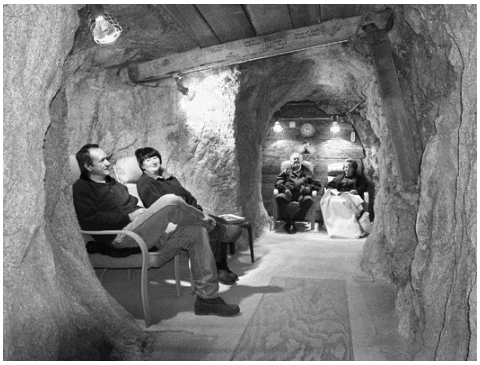
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Radontherapie

Lees eerst onderstaand artikel.

Radontherapie

In de "Radon Health Mine" in de Amerikaanse staat Montana kunnen mensen een radontherapie ondergaan. Tien dagen lang verblijven ze enkele uren per dag in een ondergrondse mijntunnel waar de lucht een hoge concentratie aan radioactief radon heeft. Het gas komt vrij uit de gesteenten van de mijn. De straling waaraan de mensen worden blootgesteld heeft een heilzame werking, zo wordt beweerd.



Het radon in de mijn is de isotoop radon-222 (Rn-222).
Op de uitwerkbijlage is het verval van Rn-222 in een (A,Z)-diagram weergegeven met een pijl.

2p **1** Leg uit hoe uit de figuur op de uitwerkbijlage blijkt dat bij het verval van Rn-222 een α-deeltje vrijkomt.

De kern die bij dit verval ontstaat, is ook instabiel en vervalt korte tijd later; dit proces herhaalt zich een aantal malen.
Bij een mogelijke vervalreeks van deze kern komen zo achtereenvolgens een α-deeltje, een β^--deeltje, een β^--deeltje en een α-deeltje vrij.

3p **2** Welke isotoop ontstaat door deze vervalreeks? Geef daartoe in de figuur op de uitwerkbijlage de vervalreeks weer met pijlen.

De activiteit van het Rn-222 in de Amerikaanse mijn bedraagt 65 Bq per liter lucht. De α-straling wordt vooral door het longweefsel geabsorbeerd. In de longen van een bepaalde persoon bevindt zich (gemiddeld) 6,0 liter lucht.
Als gevolg van het verval van één Rn-222-kern absorbeert het longweefsel $3{,}1 \cdot 10^{-12}$ J stralingsenergie. Per uur absorbeert het longweefsel hierdoor $4{,}4 \cdot 10^{-6}$ J stralingsenergie.

3p **3** Toon met een berekening aan dat het longweefsel per uur de genoemde hoeveelheid stralingsenergie absorbeert.

natuurkundeuitgelegd.nl

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) H geldt:

$$H = Q\frac{E}{m}$$

Hierin is:
- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de zogenaamde stralingsweegfactor (kwaliteitsfactor); $Q = 20$ voor α-deeltjes;
- E de geabsorbeerde energie (in J);
- m de massa (in kg).

Iemand verblijft tijdens zijn therapie 32 uur in de mijn. De massa van zijn longen is $9{,}5 \cdot 10^{2}$ g.

3p **4** Bereken de equivalente dosis die zijn longen hierdoor ontvangen.

Om historische redenen worden de risico's van radon niet beoordeeld op grond van de equivalente dosis. Speciaal voor mijnwerkers heeft men al vijftig jaar geleden voor het stralingsniveau ten gevolge van radon en zijn vervalproducten de eenheid WL (working level) ingevoerd.
Een stralingsniveau van $1{,}0$ WL wordt acceptabel geacht voor mijnwerkers; $1{,}0$ WL komt overeen met een radonactiviteit van $2{,}0 \cdot 10^{-9}$ curie per m^3 lucht. De curie is een verouderde eenheid van activiteit. Zie tabel 5 van Binas.

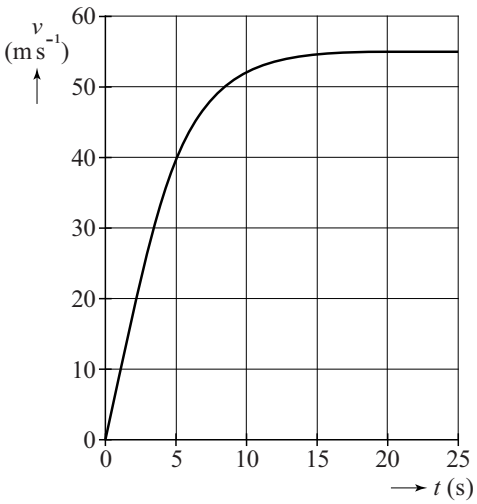
3p **5** Bereken het stralingsniveau in WL van de Radon Health Mine.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Skydiven

Skydiven is een sport waarbij men uit een vliegtuig springt en een groot deel van de tijd naar de aarde valt zonder de parachute te openen.
Na enige tijd is de snelheid van de skydiver constant. Figuur 1 is het (v,t)-diagram van het begin van zo'n sprong. Het (v,t)-diagram staat vergroot op de uitwerkbijlage.
In de eerste twee seconden is de luchtweerstand vrijwel te verwaarlozen.

figuur 1



3p **6** Toon dat aan. Bepaal daartoe eerst in de figuur op de uitwerkbijlage, zo nauwkeurig mogelijk, de versnelling in die periode.

Tussen $t = 0$ s en $t = 20$ s valt de skydiver over een afstand van $0{,}9$ km.

3p **7** Toon dit aan met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage.

De skydiver sprong op een hoogte van $3{,}0$ km uit het vliegtuig. Op een hoogte van $0{,}8$ km opent hij zijn parachute.

3p **8** Bepaal de tijd tussen het verlaten van het vliegtuig en het openen van de parachute.

Op de website van Indoor Skydive te Roosendaal staat de volgende tekst:

> Mensen hebben altijd al op eigen kracht willen vliegen. Bij Indoor Skydive in Roosendaal kan dat! Hier beleef je het unieke gevoel van vrijheid van de skydiver die uit een vliegtuig is gesprongen.

In een grote schacht met glazen wanden wordt lucht met hoge snelheid omhoog geblazen. Als je in deze windtunnel horizontaal op de luchtstroom gaat 'liggen' (zie figuur 2), kun je blijven zweven.
In de windtunnel wordt de lucht met een snelheid van 55 m s^{-1} omhoog geblazen. De windtunnel heeft een cirkelvormige doorsnede met een oppervlakte van $14{,}5$ m^2.

figuur 2

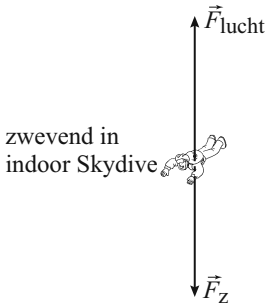
bron: Indoor Skydive, te Roosendaal

2p **9** Bereken hoeveel m^3 lucht er per seconde door de windtunnel wordt geblazen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Bij zweven heffen de kracht van de omhoog stromende lucht en de zwaartekracht elkaar op (zie figuur 3).
Op de uitwerkbijlage is ook een andere skydiver getekend die uit een vliegtuig is gesprongen en met constante snelheid verticaal naar beneden valt.

figuur 3



2p **10** Teken op de uitwerkbijlage de vector van de luchtweerstand voor deze situatie. Let daarbij op de richting en de lengte van de vector. Licht je tekening toe.

Karel zweeft in de windtunnel van Indoor Skydive. De kracht die de luchtstroom op hem uitoefent, is recht evenredig met zijn frontale oppervlakte. Zijn massa, inclusief windpak en helm, is $82\ \text{kg}$.
In zwevende positie strekt Karel zijn armen en benen uit, waardoor zijn frontale oppervlakte met 10% toeneemt. Hij schiet op dat moment omhoog omdat er dan wel een resulterende kracht op hem werkt.

3p **11** Bereken de grootte van deze resulterende kracht.

De ventilatoren die de lucht omhoog blazen, hebben een totaal elektrisch vermogen van $2{,}4\ \text{MW}$. Op een normale dag staan de ventilatoren $5{,}0$ uur aan. De prijs van $1\ \text{kWh}$ is voor bedrijven € $0{,}09$.

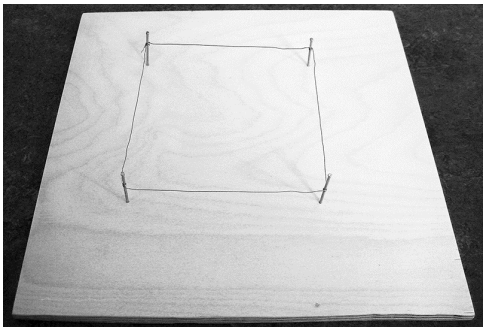
3p **12** Bereken de elektriciteitskosten van de ventilatoren op zo'n dag.

natuurkundeuitgelegd.nl

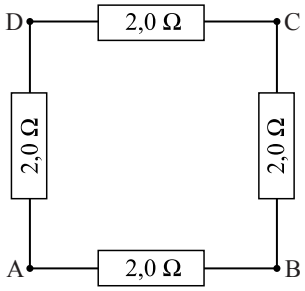
Opgave 3 Elektriciteit op een plankje

Op een plankje vormen vier ijzeren spijkers de hoekpunten van een vierkant. Om de spijkers wordt een metalen draad gespannen. Zie de foto in figuur 1. Een zijde van het vierkant is $13{,}8$ cm lang en heeft een weerstand van $2{,}0\ \Omega$.
In figuur 2 is de situatie schematisch weergegeven. De spijkers zijn met de letters A, B, C en D aangeduid.

figuur 1



figuur 2

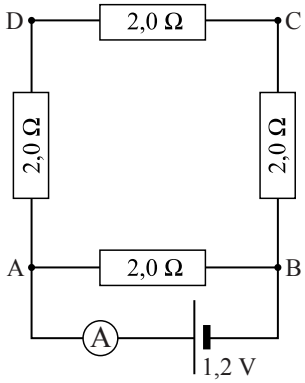


De oppervlakte van de doorsnede van de draad is $3{,}1 \cdot 10^{-2}$ mm^2.

4p **13** Toon met een berekening aan dat de draad van constantaan is.

Paul sluit op de spijkers A en B een batterij aan met een spanning van $1{,}2$ V en een stroommeter. De schakeling die dan ontstaat, is in figuur 3 schematisch weergegeven.

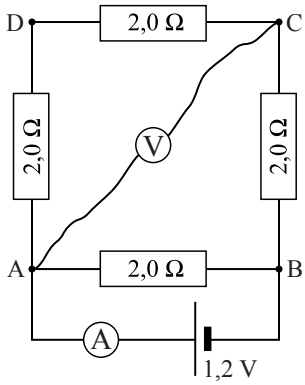
figuur 3



4p **14** Bereken de stroomsterkte die de stroommeter aanwijst.

Paul sluit een spanningsmeter aan tussen de punten A en C. Zie figuur 4.

figuur 4



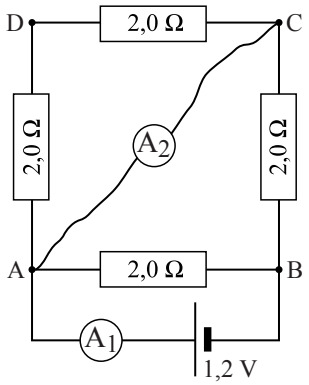
3p **15** Bereken de spanning die de spanningsmeter aanwijst.

natuurkundeuitgelegd.nl

Paul vervangt de spanningsmeter tussen A en C door een stroommeter. Zie figuur 5.
Een gedeelte van de schakeling is daardoor kortgesloten omdat de stroommeter geen weerstand heeft.

3p **16** Bereken de stroomsterktes die de stroommeters A_1 en A_2 aanwijzen.

figuur 5

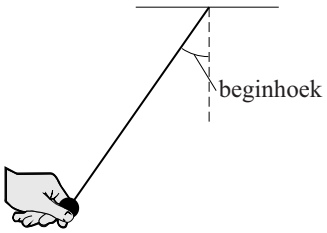


natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Slinger van Huygens

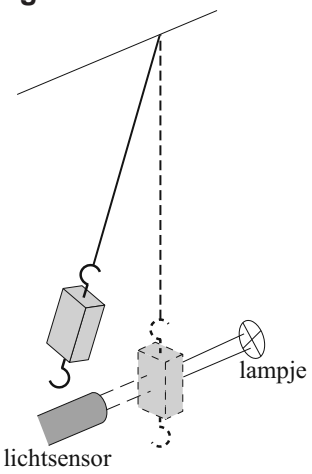
Lees eerst onderstaande tekst.

Al in de zeventiende eeuw hebben de natuurkundigen Galileo Galilei en Christiaan Huygens de slingerbeweging bestudeerd. Galilei schreef: *"Elke slinger heeft zijn eigen, door de natuur gegeven slingertijd. Deze hangt niet af van het gewicht dat er aan hangt of van de beginhoek. De slingertijd hangt alleen af van de lengte van de slinger."*
Huygens was het er mee eens dat de slingertijd afhangt van de lengte van de slinger en niet van het gewicht dat er aan hangt. Maar volgens hem kan de beginhoek van de slinger wel degelijk van invloed zijn op de slingertijd, met name bij grote beginhoeken. Zie de figuur hiernaast.

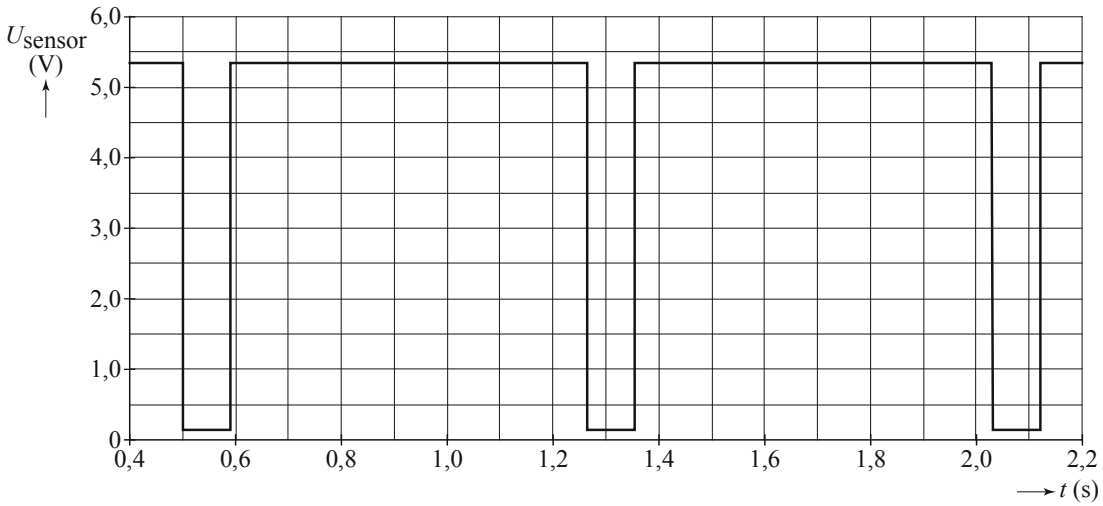


Hiske wil de beweringen van Galilei en Huygens controleren. Ze gebruikt de opstelling die in figuur 1 schematisch is weergegeven.
Steeds als het blokje de evenwichtsstand passeert, wordt de smalle lichtbundel die op de sensor valt even onderbroken. De lichtsensor is aangesloten op een computer die de sensorspanning meet als functie van de tijd.
In figuur 2 staat de eerste meting van Hiske.
Daarin heeft ze de slinger met een kleine beginhoek losgelaten.

figuur 1



figuur 2



3p **17** Bepaal de lengte van de slinger met behulp van figuur 2.

natuurkundeuitgelegd.nl

Het blokje heeft een breedte van $3{,}0$ cm.

3p **18** Bepaal met behulp van figuur 2 de snelheid waarmee het blokje de evenwichtsstand passeert.

Om te controleren of de massa die aan de slinger hangt inderdaad geen invloed heeft op de slingertijd, hangt Hiske een tweede blokje aan het koord. Zij kan dat blokje onder of naast het eerste blokje hangen.

2p **19** Welke manier is het beste? Licht je antwoord toe.

Om te onderzoeken of de beginhoek van invloed is op de slingertijd T laat Hiske de slinger bij een steeds grotere beginhoek los. Bij elke beginhoek wil ze met de computer zo nauwkeurig mogelijk de slingertijd bepalen. Ze overweegt de volgende twee methodes.

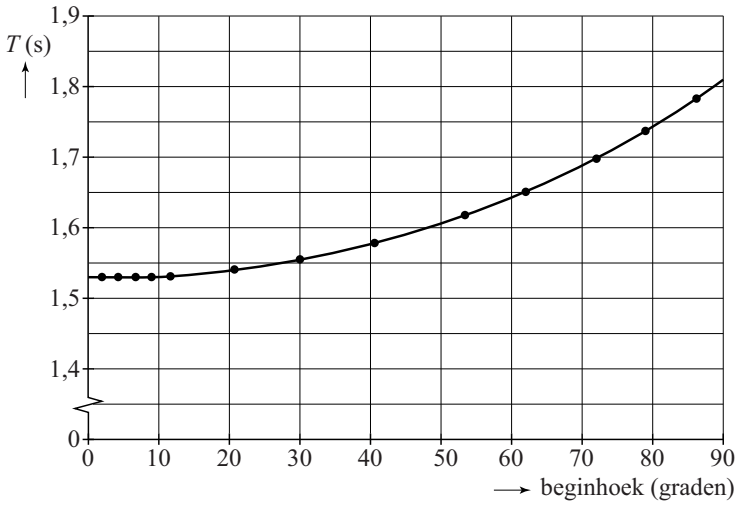
a Bij elke beginhoek alleen de tijd meten van de eerste slingering, dit vijf keer herhalen en het gemiddelde van die metingen berekenen.

b Bij elke beginhoek de tijd meten van de eerste vijf slingeringen en deze tijd delen door vijf.

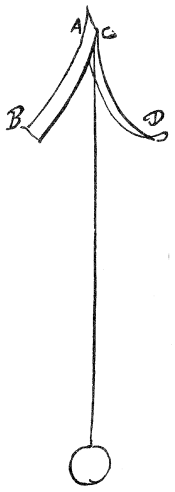
2p **20** Welke methode is voor dit onderzoek het beste? Licht je antwoord toe.

Haar metingen zijn verwerkt in de grafiek van figuur 3.

figuur 3



figuur 4



Slinger met cycloïdale boogjes, tekening door Huygens
(uit: UBL, brief van Huygens aan P. Petit 1 november 1658)

2p **21** Leg uit tot welke beginhoek de uitspraak van Galilei klopt.

Uit figuur 3 blijkt dat de slingertijd toeneemt als de beginhoek groter wordt. Huygens bedacht een methode om dit effect te compenseren. Bij het ophangpunt bracht hij twee speciaal gevormde boogjes aan. Zie figuur 4. Bij een grote hoek maakt de slinger contact met de boogjes. Daardoor verandert de slingerlengte.

2p **22** Leg uit hoe de invloed van de beginhoek op de slingertijd op deze manier wordt gecompenseerd.

natuurkundeuitgelegd.nl

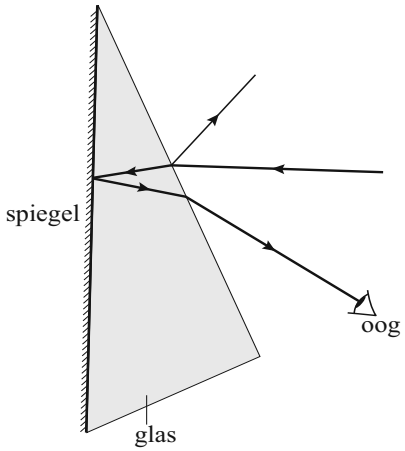
Opgave 5 Achteruitkijkspiegel

Als een lichtstraal op een stuk glas valt, wordt een deel van het licht gebroken en een deel teruggekaatst. De intensiteit van de teruggekaatste lichtstraal is minder dan de intensiteit van de gebroken lichtstraal. Op dit principe berust de werking van een achteruitkijkspiegel.

In figuur 1 is een dwarsdoorsnede van een achteruitkijkspiegel getekend. Voor de spiegelende achterkant bevindt zich een driehoekig stuk glas. In de figuur is getekend hoe het licht van een achterop komende auto via breking en spiegeling in het oog van de bestuurder terecht komt.
Figuur 1 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **23** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de brekingsindex van het glas.

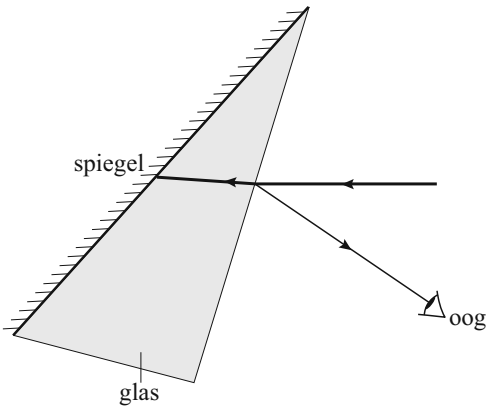
figuur 1



Door tegen een hendeltje te duwen, kan de bestuurder de achteruitkijkspiegel kantelen.
Zie figuur 2.
Licht van felle koplampen van achterop komende auto's ziet hij dan gedimd ten opzichte van de situatie in figuur 1.

2p **24** Leg met behulp van figuur 1 en 2 uit waarom de bestuurder dat licht dan gedimd ziet.

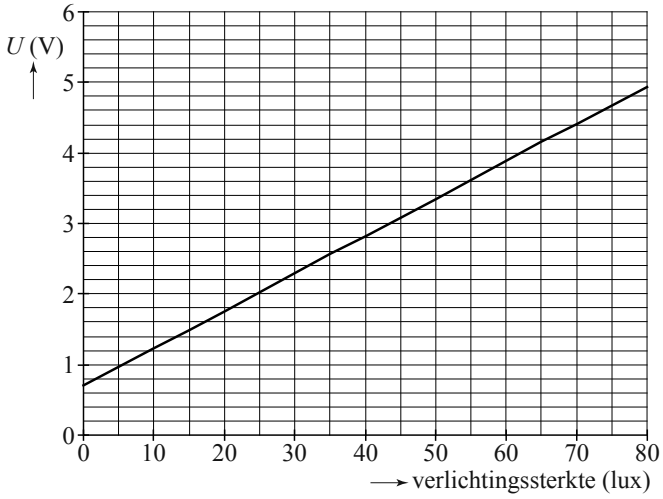
figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

Tegenwoordig zijn er auto's met een automatisch dimmende achteruitkijkspiegel. In de spiegel zitten twee lichtsensoren.
De voorste sensor meet de verlichtingssterkte door de voorruit, de achterste die door de achterruit. Figuur 3 is de ijkgrafiek van zo'n lichtsensor.

figuur 3



3p **25** Bepaal de gevoeligheid van deze sensor.

Op de uitwerkbijlage is een begin gemaakt met de schakeling die ervoor zorgt dat de spiegel automatisch dimt. Dat gebeurt als het signaal in punt A hoog is.
De schakeling moet voldoen aan de volgende eisen:
- De spiegel kan alleen dimmen als het buiten donker is, dat wil zeggen als de voorste lichtsensor een lichtsterkte meet van 30 lux of minder.
- De spiegel dimt zolang de achterste lichtsensor een lichtsterkte meet van 50 lux of meer.

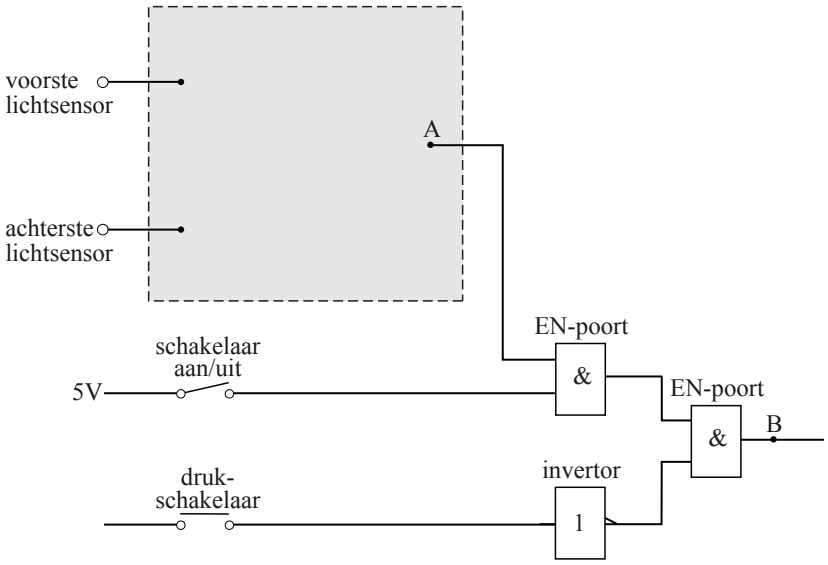
3p **26** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de noodzakelijke verwerkers en hun verbindingen. Geef ook aan op welke waarde de referentiespanningen moeten worden ingesteld.

Let op: de laatste vraag van dit examen staat op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

In de praktijk is het automatisch dimsysteem uitgebreider. Zie figuur 4. De grijze rechthoek bevat de schakeling die bij de vorige vraag is ontworpen. Als de lichtsensoren hebben gemeten dat de spiegel moet dimmen, is punt A hoog. (Voor het beantwoorden van deze vraag is het niet van belang of je daarin de juiste verwerkers hebt aangebracht.)
Verder bevat de uitgebreide schakeling een aan/uit schakelaar en een drukschakelaar. Deze drukschakelaar is verbonden met de versnellingsbak. Zolang als de versnelling in de achteruit staat, is deze drukschakelaar gesloten.
De twee schakelaars zijn via een paar verwerkers op punt B aangesloten. Als het signaal in punt B hoog is, dimt de spiegel.

figuur 4



Door deze uitbreiding voldoet het automatisch dimsysteem aan twee extra eisen.

2p **27** Welke twee eisen zijn dat?

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

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