Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 2
Woensdag 18 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 78 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, 2, 3, 18 en 25 is een bijlage 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

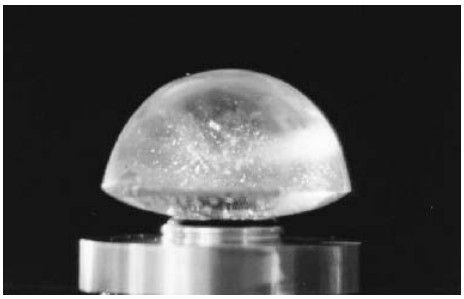
Opgave 1 Visby-lens

Lees onderstaand artikel.

artikel

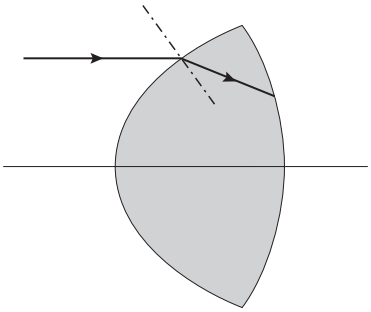
Vikingen hadden perfecte lenzen

De Vikingen beschikten duizend jaar geleden al over nagenoeg perfecte lenzen. Dat concluderen drie Duitse onderzoekers na uitgebreide studies van de zogeheten Visby-lenzen.
De lenzen zijn gemaakt van bergkristal. De mooiste lens heeft een diameter van vijf centimeter en meet op het dikste punt drie centimeter. De onderzoekers waren onder de indruk van het vakmanschap waarmee de lenzen geslepen zijn.
De lenzen werden waarschijnlijk gebruikt als brandglas en als loep.



naar: de Volkskrant, 8 april 2000

figuur 1

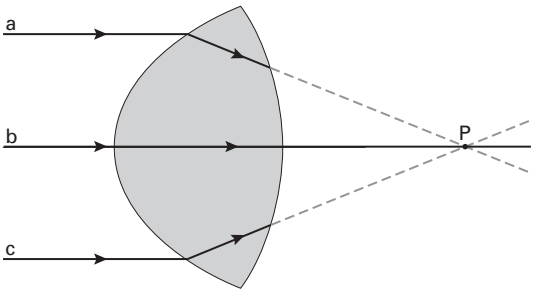


Figuur 1 is een doorsnede van een Visby-lens. Hierin is de hoofdas getekend en een lichtstraal die evenwijdig aan de hoofdas op de lens valt. Ook is het verloop van de lichtstraal in de lens getekend.
Figuur 1 staat vergroot op de bijlage.

4p **1** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de brekingsindex van bergkristal.

In figuur 2 is de situatie weergegeven waarbij de lens als brandglas wordt gebruikt.
In deze figuur zijn drie evenwijdige lichtstralen a, b en c getekend die op de lens vallen. Straal b valt samen met de hoofdas van de lens, de stralen a en c lopen op gelijke afstand boven en onder de hoofdas. De stralen a en c zijn slechts getekend tot het rechter oppervlak van de lens.

figuur 2



Figuur 2 staat vergroot op de bijlage.

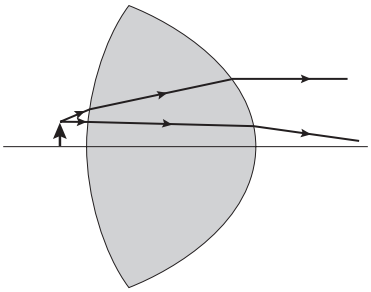
3p **2** ☐ Schets in de figuur op de bijlage hoe de stralen a en c bij het rechtervlak van de lens breken en trek daaruit de conclusie of het brandpunt van de lens zich in P, links van P of rechts van P bevindt.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 3 is de situatie getekend waarbij de lens als loep (vergrootglas) gebruikt wordt. De stralengang vanuit de top van een klein voorwerp is getekend.
Figuur 3 staat vergroot op de bijlage.

3p **3** □ Construeer in de figuur op de bijlage het beeld dat de lens van het voorwerp vormt.

figuur 3

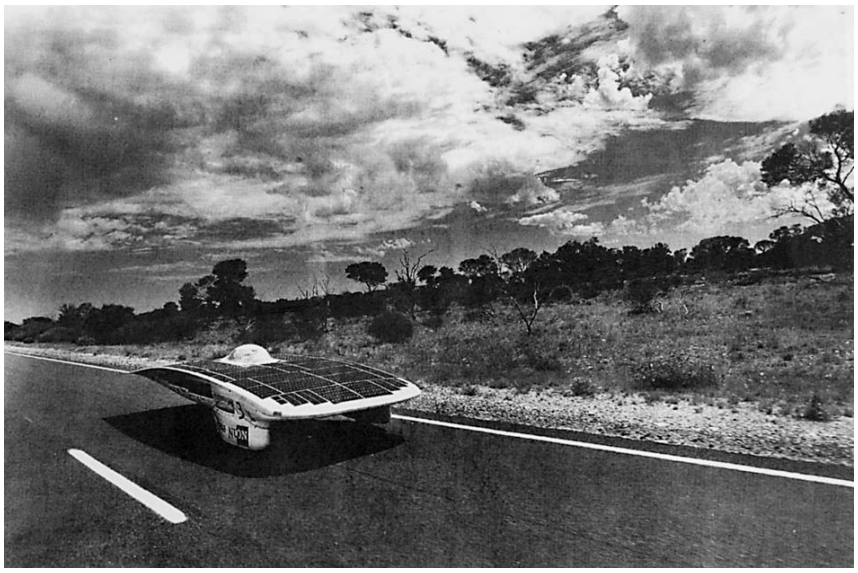


natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Racen op zonne-energie

Een Nederlandse auto, de Nuna, won vorig jaar in Australië een race voor zonnewagens.
De wagens lopen op zonne-energie en zijn speciaal voor deze race ontworpen.
Zie onderstaande foto.

foto



Het oppervlak van de Nuna is bedekt met 8,4 m^2 zonnecellen. Deze zijn afkomstig van de Hubble-telescoop en hebben een hoog rendement, namelijk 25%. Bij volle zonneschijn leveren ze in totaal een elektrisch vermogen van $1{,}5 \cdot 10^3$ W.

3p **4** ☐ Bereken het stralingsvermogen dat per m^2 zonnecel wordt opgenomen.

Met de energie die de zonnecellen leveren, worden elektromotoren aangedreven. Deze hebben een rendement van vrijwel 100%.
Op de website van het Nuna-team stond een tabel die het verband geeft tussen het vermogen dat de motor levert en de snelheid van de Nuna. Zie de tabel hiernaast.
Behalve over zonnecellen beschikt de auto ook over een accu. Deze kan worden ingeschakeld voor de aandrijving.

tabel

vermogen dat de motor levert (kW)	snelheid (km/h)
1,0	80
1,7	100
2,8	120

2p **5** ☐ Leg uit dat bij een snelheid van 100 km/h naast de zonnecellen gebruik gemaakt moet worden van de accu.

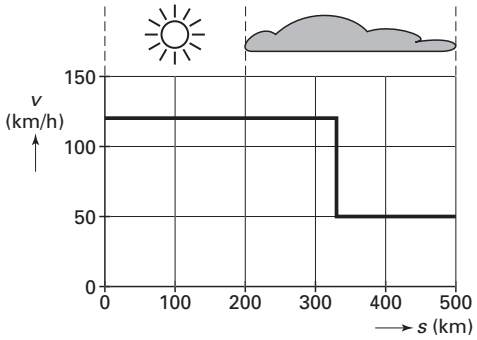
3p **6** ☐ Bereken de wrijvingskracht op de Nuna bij een snelheid van 100 km/h.

natuurkundeuitgelegd.nl

Het vermogen dat de zonnecellen leveren, hangt af van het weer.
Het Nuna-team moet daarom voortdurend nadenken over de te volgen strategie.
Op de laatste dag is de Nuna nog 500 km van de finish verwijderd.
De eerste 200 km is de hemel onbewolkt, de daarop volgende 300 km is het bewolkt.

Het team overweegt twee strategieën.
Strategie 1
Met een hoge snelheid rijden tot de accu leeg is; de rest afleggen met de snelheid die nog mogelijk is met het vermogen dat de zonnecellen leveren in het bewolkte gebied.
In figuur 4 zijn de snelheden en afstanden aangegeven die horen bij deze strategie.

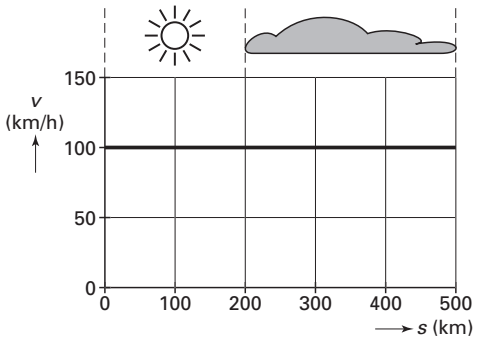
figuur 4



4p **7** ☐ Bepaal met behulp van figuur 4 hoe lang de Nuna er dan over doet om de finish te bereiken.

Strategie 2
De hele afstand afleggen met een zodanige constante snelheid dat aan de finish de accu bijna leeg is.
Dit blijkt de winnende strategie te zijn.
De kunst is om vooraf te berekenen hoe groot die snelheid dan moet zijn.
Aan het begin van de laatste dag bevat de accu 5,0 kWh energie.
In het bewolkte gebied leveren de zonnecellen een vermogen van 0,24 kW.
Het team besluit de Nuna te laten rijden met een snelheid van 100 km/h.
Zie figuur 5.

figuur 5



4p **8** ☐ Laat met een berekening zien dat bij deze snelheid de accu inderdaad bijna leeg is bij de finish.

De Nuna is zo ontworpen dat hij zo weinig mogelijk luchtweerstand ondervindt. Zie de foto aan het begin van de opgave.
Voor de luchtwrijvingskracht F_w geldt de volgende formule:

$$F_w = \tfrac{1}{2} c_w \rho A v^2$$

waarin
- c_w = de luchtwrijvingscoëfficiënt
- ρ = de dichtheid van de lucht
- A = de frontale oppervlakte van de auto
- v = de snelheid van de auto

3p **9** ☐ Welke van deze vier grootheden zijn bij het ontwerp zo klein mogelijk gehouden? Licht dat toe aan de hand van de foto van de Nuna.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Adapter

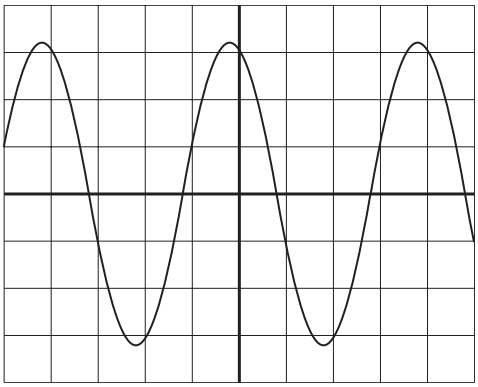
Tegenwoordig worden veel elektrische apparaten via een adapter op het lichtnet aangesloten. Zie figuur 6.
Een adapter is behoorlijk zwaar. Dat komt omdat in een adapter een transformator met een metalen kern zit.

figuur 6

3p **10** ☐ Leg uit of deze kern van ijzer, koper of tin gemaakt is. Geef daartoe eerst aan *waarom* men een metalen kern in de transformator aanbrengt.

De primaire spoel van de transformator is op de spanning van het lichtnet aangesloten.
Deze spanning wordt met een oscilloscoop gemeten. Zie figuur 7.

figuur 7



Verticaal:
1 hokje komt overeen met 100 V.

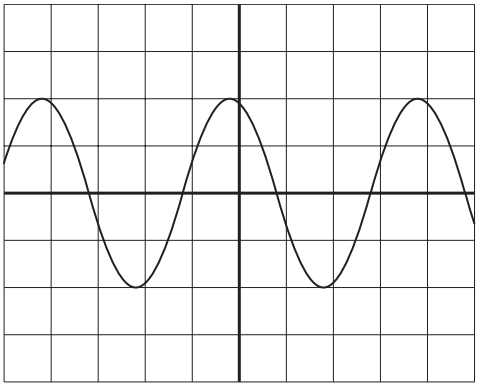
Horizontaal:
1 hokje komt overeen met de tijd die ingesteld wordt met de tijdbasis.

De frequentie van de netspanning is 50 Hz.

3p **11** ☐ Bepaal in figuur 7 met hoeveel tijd één hokje overeenkomt.

De oscilloscoop wordt vervolgens aangesloten op de secundaire spoel.
Het oscilloscoopbeeld is weergegeven in figuur 8.

figuur 8



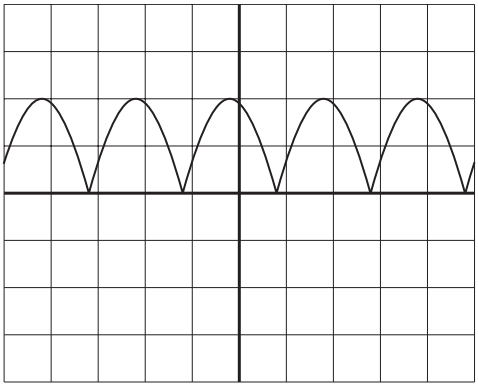
Verticaal:
1 hokje komt overeen met 5,0 V.

3p **12** ☐ Bepaal de wikkelverhouding van de twee spoelen. Uit je antwoord moet blijken welke van de twee spoelen, de primaire of de secundaire, de meeste windingen heeft.

natuurkundeuitgelegd.nl

In een adapter zit ook een zogenoemde gelijkrichter.
Figuur 9 geeft het oscilloscoopbeeld van de gelijkgerichte spanning weer.

figuur 9



Verticaal:
1 hokje komt overeen met 5,0 V.

Zowel de wisselspanning in figuur 8 als de gelijkgerichte spanning in figuur 9 heeft een bepaalde effectieve waarde.

3p **13** ☐ Leg uit of de effectieve spanning in figuur 9 groter dan, kleiner dan of gelijk is aan de effectieve spanning in figuur 8.

natuurkundeuitgelegd.nl

Lees onderstaand artikel.

artikel

Agro Guard

WEERSELO. Als een boer gras gaat maaien, kunnen er dieren in de maaimachine terechtkomen. Dit is niet alleen ongewenst vanuit het oogpunt van dierenbescherming maar is ook slecht voor de kwaliteit van het ingekuilde gras.
Er is nu een elektronisch apparaatje op de markt, de Agro Guard, dat de aanwezigheid van dieren kan waarnemen. In een kastje dat voor op de tractor is gemonteerd, zit een sensor die reageert op de infrarode straling die dieren afgeven. In het kastje zit ook een luidspreker die ultrasoon geluid uitzendt om het aanwezige dier op te schrikken. Als het dier niet wegloopt, gaat in de tractorcabine een waarschuwingslamp branden en een kleine sirene loeien om de boer te waarschuwen.

naar: TUBANTIA, 14 april 1999

In de tabel hiernaast is van drie sensoren het golflengtegebied aangegeven waarin ze gevoelig zijn.
Eén van deze sensoren is geschikt voor de Agro Guard.

tabel

sensor	golflengtegebied
A	$2{\cdot}10^{-8}$ tot $4{\cdot}10^{-7}$ m
B	$4{\cdot}10^{-7}$ tot $8{\cdot}10^{-7}$ m
C	$8{\cdot}10^{-7}$ tot $2{\cdot}10^{-5}$ m

2p **14** ☐ Leg uit welke sensor, A, B of C, geschikt is voor de Agro Guard.

In het artikel worden infrarode straling en ultrasoon geluid genoemd.
Infrarode straling en ultrasoon geluid zijn te beschouwen als golven.
Zowel de frequentie als de golflengte van infrarode straling en ultrasoon geluid zijn verschillend.

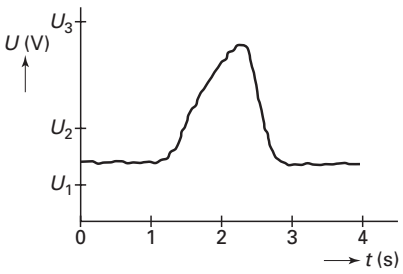
2p **15** ☐ Noem nog twee verschillen tussen deze twee typen golven.

Als de sensor een dier heeft gedetecteerd, wordt automatisch de luidspreker ingeschakeld die het ultrasone geluid uitzendt. De schakeling die daarvoor zorgt, staat in figuur 10.

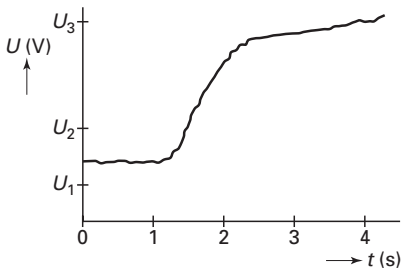
figuur 10

Er kunnen zich twee situaties voordoen: het dier rent weg of het dier blijft zitten.
In de figuren 11 en 12 zijn de bijbehorende sensorsignalen getekend.

figuur 11



figuur 12



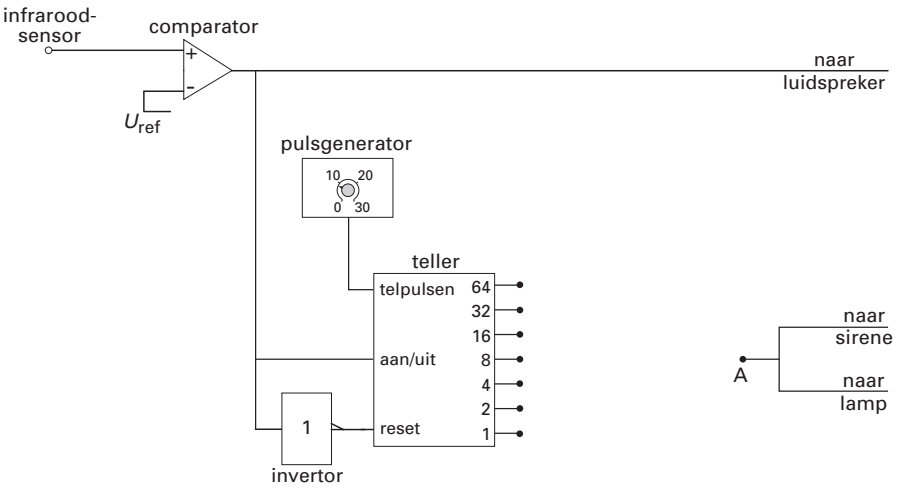
Op de verticale assen staan de waarden U_1, U_2 en U_3.

3p **16** ☐ Leg uit op welke van deze drie waarden de referentiespanning van de comparator moet worden ingesteld om de schakeling goed te laten werken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Als het dier blijft zitten, moet na drie seconden in de cabine een lamp gaan branden en een sirene gaan loeien. De boer weet dan dat hij moet stoppen.
In figuur 13 is het (nog onvolledige) schakelschema getekend dat 3,0 seconden nadat het dier is gedetecteerd, de lamp en de sirene automatisch in werking zet.

figuur 13



In deze schakeling is te zien dat de teller voortdurend gereset wordt als de uitgang van de comparator laag is.

2p **17** ☐ Leg uit waarom in deze situatie de teller gereset moet blijven.

De pulsgenerator is ingesteld op 8,0 Hz.
In het schema van figuur 13 moet tussen de teller en punt A een verwerker met bijbehorende verbindingen worden aangebracht.
Figuur 13 staat ook op de bijlage.

4p **18** ☐ Teken deze verwerker en de bijbehorende verbindingen in de figuur op de bijlage. Geef daarbij een toelichting.

In het artikel staat dat de Agro Guard dieren kan waarnemen die zich op een afstand van 12 m van de maaier bevinden. Zoals hiervoor is aangegeven, wordt de boer na 3,0 seconden gewaarschuwd. De boer heeft een (gemiddelde) reactietijd van 0,5 s. De tractor met maaier staat binnen 0,4 m stil nadat de boer op de rem heeft getrapt.
De fabrikant adviseert om bij het maaien een maximumsnelheid van 10 km/h aan te houden.

4p **19** ☐ Laat met een berekening zien of dit voor de dieren inderdaad een veilige snelheid is.

Stel dat de tractor bij een snelheid van 10 km/h een afstand aflegt van 0,38 m nadat de boer op de rem heeft getrapt. Neem aan dat de beweging eenparig vertraagd is.

4p **20** ☐ Bereken in dit geval de remvertraging van de tractor in m/s^2.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Nieuwe elementen

Wetenschappers proberen nieuwe elementen met een steeds hoger atoomnummer te maken. Zo zijn onderzoekers van de universiteit van Darmstadt (Duitsland) er niet lang geleden in geslaagd om het element met atoomnummer 111 (= aantal protonen) te maken. Het element heeft de voorlopige naam unununium (Uuu) gekregen. Dit element werd gevormd door een trefplaatje van bismuth-209 te beschieten met nikkel-64-deeltjes. Bij de kernreactie die daarbij plaatsvond, ontstond het nieuwe element Uuu en kwam één neutron vrij.

3p **21** ☐ Geef de reactievergelijking van deze kernreactie.

Om de reactie te laten plaatsvinden, moeten de nikkeldeeltjes een zeer hoge energie hebben. De onderzoekers in Darmstadt gebruikten nikkeldeeltjes met een kinetische energie van 318 MeV.

4p **22** ☐ Bereken de snelheid van deze deeltjes.

De gezamenlijke massa van de unununiumkern en het neutron dat vrijkomt, is groter dan de massa van de nikkelkern en de bismuthkern samen.
Deze extra massa wordt gecreëerd uit de kinetische energie van het nikkeldeeltje.
Neem aan dat alle kinetische energie van het nikkeldeeltje wordt omgezet in massa.

3p **23** ☐ Bereken de extra massa in kg die op deze manier wordt gecreëerd.

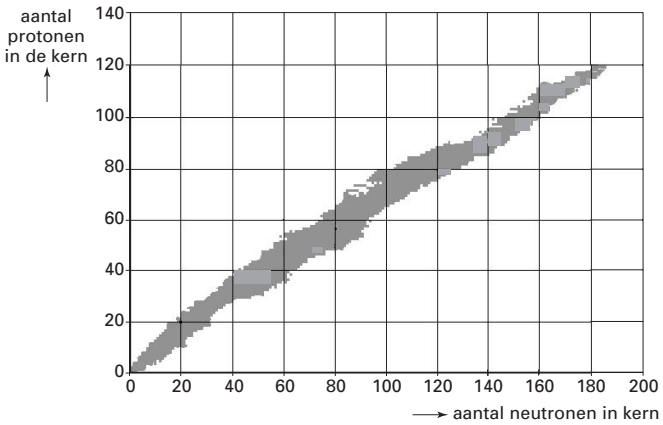
Het nieuwe element heeft niet lang bestaan. Het vervalt met een halveringstijd van 1,5 ms. Bij het verval van een unununiumkern komt een α-deeltje vrij. De daarbij ontstane kern is ook instabiel en zendt eveneens een α-deeltje uit. Dit proces waarbij steeds een instabiele kern gevormd wordt die een α-deeltje uitzendt, herhaalt zich een aantal malen. Een van de elementen die op deze manier ontstaan, is lawrencium.

3p **24** ☐ Leg uit hoeveel α-deeltjes bij het verval van een unununiumkern tot een lawrenciumkern in totaal zijn uitgezonden.

Het maken van nieuwe elementen met een nog hoger atoomnummer is moeilijk. Niet alleen omdat de projectielen waarmee de beschieting wordt uitgevoerd zo'n hoge energie moeten hebben, maar ook omdat het moeilijk is om geschikte isotopen te vinden die als projectiel en als trefplaatje kunnen dienen.
Hieronder staat een zo genoemde kernkaart met uitleg. Bekijk deze informatie eerst.

informatie

Kernkaart
In de kernkaart staan alle tot nu toe bekende isotopen ingetekend. De isotopen met atoomnummer 110 en hoger zijn gebaseerd op theoretische voorspellingen. De x-as geeft het aantal neutronen en de y-as het aantal protonen in een kern. De kernkaart bevat veel meer isotopen dan tabel 25 van Binas.



Een onderzoeker zoekt op de kernkaart twee isotopen waarmee hij het element met atoomnummer 120 kan maken. Hij neemt aan dat daarbij, net als bij de vorming van Uuu-111, één neutron vrijkomt.
De kernkaart staat vergroot op de bijlage.

3p **25** ☐ Geef met twee kruisjes op de kernkaart op de bijlage de plaatsen van twee isotopen aan die daarvoor in aanmerking komen. Licht je keuze toe.

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