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

Correctievoorschrift HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 2

Inzenden scores
Vul de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in op de optisch leesbare formulieren of verwerk de scores in het programma Wolf.
Zend de gegevens uiterlijk op 20 juni naar de Citogroep.

natuurkundeuitgelegd.nl

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de Regeling beoordeling centraal examen vastgesteld (CEVO-94-427 van september 1994) en bekendgemaakt in het Gele Katern van Uitleg, nr. 22a van 28 september 1994.

Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven en het procesverbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het procesverbaal en de regels voor het bepalen van de cijfers onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
3 De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
4 De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
5 Komen zij daarbij niet tot overeenstemming, dan wordt het aantal scorepunten bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het door ieder van hen voorgestelde aantal scorepunten, zo nodig naar boven afgerond.

2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de CEVO-regeling van toepassing:

1 De examinator vermeldt op een lijst de namen en/of nummers van de kandidaten, het aan iedere kandidaat voor iedere vraag toegekende aantal scorepunten en het totaal aantal scorepunten van iedere kandidaat.

2 Voor het antwoord op een vraag worden door de examinator en door de gecommitteerde scorepunten toegekend in overeenstemming met het antwoordmodel.
Scorepunten zijn de getallen 0, 1, 2, .., n, waarbij n het maximaal te behalen aantal scorepunten voor een vraag is. Andere scorepunten die geen gehele getallen zijn, of een score minder dan 0 punten, zijn niet geoorloofd.

3 Scorepunten worden toegekend met inachtneming van de volgende regels:
3.1 indien een vraag volledig juist is beantwoord, wordt het maximaal te behalen aantal scorepunten toegekend;
3.2 indien een vraag gedeeltelijk juist is beantwoord, wordt een deel van de te behalen scorepunten toegekend in overeenstemming met het antwoordmodel;
3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het antwoordmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het antwoordmodel;
3.4 indien één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, wordt uitsluitend het eerstgegeven antwoord beoordeeld;
3.5 indien meer dan één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, worden uitsluitend de eerstgegeven antwoorden beoordeeld, tot maximaal het gevraagde aantal;
3.6 indien in een antwoord een gevraagde verklaring of uitleg of berekening of afleiding ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het antwoordmodel anders is aangegeven;

natuurkundeuitgelegd.nl

3.7 indien in het antwoordmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord.
3.8 indien in het antwoordmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen.

4 Een fout mag in de uitwerking van een vraag maar één keer worden aangerekend, tenzij daardoor de vraag aanzienlijk vereenvoudigd wordt en/of tenzij in het antwoordmodel anders is vermeld.

5 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het antwoordmodel anders is vermeld.

6 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een toets of in het antwoordmodel bij die toets een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof toets en antwoordmodel juist zijn.
Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO.
Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het antwoordmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.

7 Voor deze toets kunnen maximaal 78 scorepunten worden behaald. Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.

8 Het cijfer voor het centraal examen wordt als volgt verkregen.
Eerste en tweede corrector stellen de score voor iedere kandidaat vast. Deze score wordt meegedeeld aan de directeur.
De directeur stelt het cijfer voor het centraal examen vast op basis van de regels voor omzetting van score naar cijfer (artikel 42, tweede lid, Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO).
Dit cijfer kan afgelezen worden uit tabellen die beschikbaar worden gesteld. Tevens wordt er een computerprogramma verspreid waarmee voor alle scores het cijfer berekend kan worden.

3 Vakspecifieke regels

Voor het vak Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl) HAVO zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
2 De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.
3 Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening', wordt niet toegekend in de volgende gevallen:
- een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst
- een of meer rekenfouten
- het niet of verkeerd vermelden van de eenheid van een uitkomst, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het antwoordmodel de eenheid tussen haakjes.

4 Het laatste scorepunt wordt evenmin toegekend als juiste antwoordelementen foutief met elkaar worden gecombineerd of als een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening tot gevolg heeft.
5 In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Antwoordmodel

Opgave 1 Visby-lens

Maximumscore 4

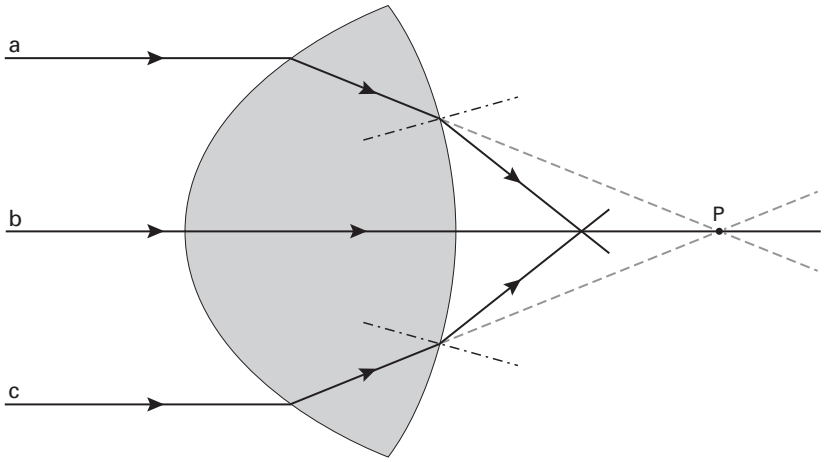
1 □ uitkomst: $n = 1{,}5$

voorbeeld van een berekening:
De invalshoek $i = 54^\circ$ en de brekingshoek $r = 32^\circ$.
Bij lichtbreking geldt: $n = \frac{\sin i}{\sin r}$.
Hieruit volgt dat $n = \frac{\sin 54^\circ}{\sin 32^\circ} = \frac{0{,}809}{0{,}530} = 1{,}5$.

- inzicht in welke hoeken respectievelijk i en r zijn — 1
- opmeten van i en r (elk met een marge van 1°) — 1
- gebruik van $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Maximumscore 3

2 □ voorbeeld van een antwoord:



Het brandpunt ligt dus links van P.

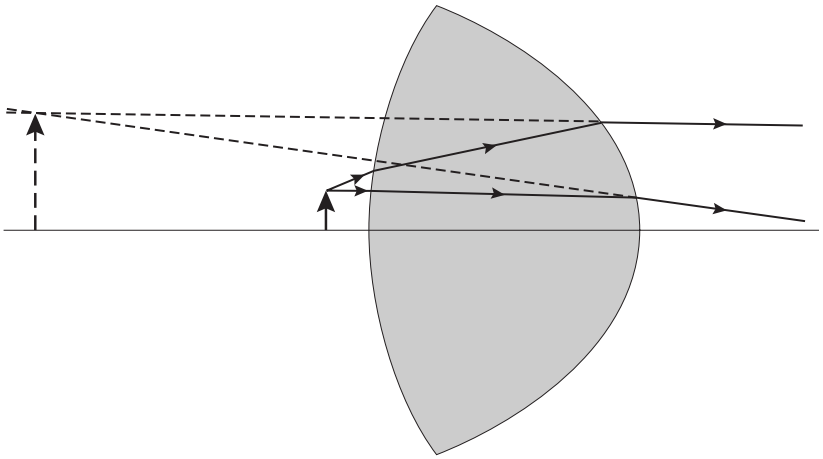
- inzicht dat voor de gebroken lichtstralen geldt dat $r > i$ — 1
- schetsen van de gebroken lichtstralen — 1
- conclusie dat het brandpunt links van P ligt — 1

Opmerking
Als $r < i$ is genomen: maximaal 1 punt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

3 ☐ antwoord:



- naar links verlengen van één van de twee uittredende lichtstralen **1**
- bepalen van het snijpunt met de andere uittredende lichtstraal **1**
- tekenen van het virtuele beeld **1**

Opmerkingen
Als, in plaats van de uittredende lichtstralen, de lichtstralen binnen de lens worden doorgetrokken: maximaal 1 punt.
Als de stippellijnen in de figuur getrokken lijnen zijn: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Racen op zonne-energie

Maximumscore 3

4 □ uitkomst: $P_{\text{zon per m}^2} = 7{,}1 \cdot 10^2$ W(/m^2)

voorbeeld van een berekening:

Voor het rendement geldt: $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$,

waarin $P_{\text{nuttig}} = 1{,}5 \cdot 10^3$ W en $\eta = 25\%$.

Hieruit volgt dat $P_{\text{in}} = 6{,}0 \cdot 10^3$ W.

Dus $P_{\text{zon per m}^2} = \frac{6{,}0 \cdot 10^3}{8{,}4} = 7{,}1 \cdot 10^2$ W(/m^2).

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$ **1**
- inzicht dat $P_{\text{in}} = 8{,}4 \cdot P_{\text{zon per m}^2}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

5 □ voorbeeld van een antwoord:
Bij een snelheid van 100 km/h moet de elektromotor een vermogen leveren van $1{,}7 \cdot 10^3$ W.
De zonnecellen kunnen maximaal $1{,}5 \cdot 10^3$ W leveren.
(De accu zal dus het verschil moeten aanvullen.)

- constatering dat bij 100 km/h de elektromotor $1{,}7 \cdot 10^3$ W moet leveren **1**
- constatering dat de zonnecellen maximaal $1{,}5 \cdot 10^3$ W kunnen leveren **1**

Maximumscore 3

6 □ uitkomst: $F_w = 61$ N

voorbeeld van een berekening:
(Omdat bij een constante snelheid $F = (-)F_w$) geldt voor het vermogen: $P = F_w v$.

Hierin is: $P = 1{,}7 \cdot 10^3$ W en $v = \frac{100}{3{,}6} = 27{,}8$ m/s.

Hieruit volgt dat $F_w = \frac{1{,}7 \cdot 10^3}{27{,}8} = 61$ N.

- inzicht dat $P = F_w v$ **1**
- aflezen van P en berekenen van v in m/s **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

7 □ uitkomst: t = 6,2 uur (met een marge van 0,1 uur)

voorbeeld van een bepaling:
In de eerste 330 km is de snelheid 120 km/h.
Daar doet de Nuna dan $\frac{330}{120} = 2,75$ uur over.
In de laatste 170 km heeft hij een snelheid van 50 km/h.
Dat duurt dus $\frac{170}{50} = 3,4$ uur.
In totaal doet de Nuna er 6,2 uur over.

- inzicht dat $t = \frac{s}{v}$ **1**
- bepalen van de tijd over de eerste 330 km **1**
- bepalen van de tijd over de laatste 170 km **1**
- completeren van de bepaling **1**

Maximumscore 4

8 □ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Bij een snelheid van 100 km/h levert de elektromotor een vermogen van 1,7 kW.
De eerste 200 km rijdt de Nuna in volle zon en leveren de zonnecellen 1,5 kW.
De accu moet dan een vermogen leveren van 0,2 kW.
De accu verbruikt in de eerste 200 km: $0,2 \cdot \frac{200}{100} = 0,4$ kWh.
De laatste 300 km moet de accu een vermogen van $1,7 - 0,24 = 1,46$ kW leveren.
De accu verbruikt dan: $1,46 \cdot \frac{300}{100} = 4,4$ kWh.
In totaal verbruikt de accu dus $0,4 + 4,4 = 4,8$ kWh. (De accu is dus bijna leeg.)

- inzicht dat het vermogen dat de accu in de eerste 200 km moet leveren 0,2 kW is **1**
- berekenen van het aantal kWh dat de accu dan verbruikt **1**
- inzicht dat het vermogen dat de accu in de laatste 300 km moet leveren 1,46 kW is **1**
- completeren van de berekening (en conclusie) **1**

methode 2
De eerste 200 km leveren de zonnecellen een energie van $1,5 \cdot \frac{200}{100} = 3,0$ kWh.
De laatste 300 km leveren de zonnecellen een energie van $0,24 \cdot \frac{300}{100} = 0,72$ kWh.
Samen met de accu is dus een energie beschikbaar van $3,0 + 0,72 + 5,0 = 8,72$ kWh.
Om de motor aan te drijven is nodig : $1,7 \cdot 5,0 = 8,5$ kWh . (De accu is dus bijna leeg.)

- berekenen van de energie die zonnecellen leveren in de eerste 200 km **1**
- berekenen van de energie die de zonnecellen leveren in de laatste 300 km **1**
- berekenen van de totaal beschikbare energie **1**
- berekenen van de totaal benodigde energie (en conclusie) **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

9 □ voorbeeld van een antwoord:
- c_w; de auto is zeer gestroomlijnd
- A; de auto is plat van vorm / alleen op de plaats van de bestuurder is de auto iets hoger

- noemen van c_w en A **1**
- constatering dat de auto gestroomlijnd is **1**
- constatering dat de auto plat is / alleen op de plaats van de bestuurder de auto iets hoger is **1**

[redacted] **Opgave 3 Adapter**

Maximumscore 3

10 □ voorbeeld van een antwoord:
In de transformator zit een metalen kern om het magnetische veld van de spoelen te versterken (en/of om het magnetische veld van de primaire spoel naar de secundaire spoel te leiden (en vice versa)).
Omdat koper en tin niet te magnetiseren zijn, moet het stuk metaal van ijzer zijn.

- inzicht dat in de transformator een metalen kern zit om het magnetische veld van de spoelen te versterken (en/of om het magnetische veld van de primaire spoel naar de secundaire spoel te leiden (en vice versa)) **1**
- constatering dat koper en tin niet te magnetiseren zijn **1**
- conclusie dat het stuk metaal van ijzer moet zijn **1**

Maximumscore 3

11 □ uitkomst: $t = 5{,}0$ ms

voorbeeld van een bepaling:
De periode T van de wisselspanning komt overeen met 4 hokjes.
Uit $f = \frac{1}{T}$ volgt dat $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0{,}020$ s.
1 hokje komt dan overeen met $\frac{0{,}020}{4} = 0{,}0050\text{ s} = 5{,}0\text{ ms}$.

- inzicht dat T overeenkomt met 4 hokjes **1**
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

12 □ uitkomst: De wikkelverhouding $\frac{N_p}{N_s}$ is gelijk aan 32 (met een marge van 1).

voorbeeld van een bepaling:

Voor de transformator geldt: $\frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s}$.

De topwaarde van de primaire spanning is 320 V en die van de secundaire spanning 10 V.

Hieruit volgt dat $\frac{N_p}{N_s} = \frac{320}{10} = 32$.

- gebruik van $\frac{N_p}{N_s} = \frac{U_p}{U_s}$ **1**
- aflezen van twee overeenkomstige waarden van U_p en U_s **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

13 □ voorbeeld van een antwoord:
(De gelijkgerichte spanning in figuur 9 is gelijk aan de absolute waarde van de wisselspanning in figuur 8.)
Omdat het voor de effectieve spanning (en/of voor het vermogen) niet uitmaakt of de spanning positief of negatief is, zijn de twee effectieve spanningen aan elkaar gelijk.

- inzicht dat het voor de effectieve spanning (en/of voor het vermogen) niet uitmaakt of de spanning positief of negatief is **2**
- conclusie dat de twee effectieve spanningen aan elkaar gelijk zijn **1**

Opgave 4 Agro Guard

Maximumscore 2

14 □ voorbeeld van een antwoord:
De sensor moet gevoelig zijn voor infrarode straling.
Sensor C is dus geschikt voor de Agro Guard.

- constatering dat de sensor gevoelig moet zijn voor infrarode straling **1**
- conclusie dat sensor C geschikt is **1**

Maximumscore 2

15 □ voorbeelden van verschillen:
- Infrarode straling plant zich voort met de lichtsnelheid en ultrasoon geluid met de geluidssnelheid.
- Infrarode straling kan zich in vacuüm uitbreiden terwijl ultrasoon geluid zich alleen in een stof/medium kan uitbreiden.
- Infrarode straling is een vorm van elektromagnetische straling (en ultrasoon geluid een vorm van geluidsgolven).

per juist verschil (tot een maximum van 2 punten) **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

16 □ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Als (ten gevolge van de aanwezigheid van een dier) het sensorsignaal hoger wordt dan het signaal dat bij de omgeving hoort, moet de uitgang van de comparator positief worden.
U_2 is dus de juiste referentiespanning.

- inzicht dat de uitgang van de comparator positief moet worden als (ten gevolge van de aanwezigheid van een dier) het sensorsignaal hoger wordt dan het signaal dat bij de omgeving hoort **2**
- conclusie dat U_2 de juiste referentiespanning is **1**

methode 2
Als de referentiespanning op U_1 is ingesteld, is de uitgang van de comparator altijd positief (en wordt de aanwezigheid van een dier dus niet opgemerkt).
Als de referentiespanning op U_3 is ingesteld, wordt de uitgang van de comparator niet of te laat positief (en doet de schakeling dus niets).
U_2 is dus de juiste referentiespanning.

- inzicht dat de uitgang van de comparator altijd positief is (en de aanwezigheid van een dier dus niet wordt opgemerkt), als de referentiespanning op U_1 is ingesteld **1**
- inzicht dat de uitgang van de comparator niet of te laat positief wordt (en de schakeling dus niets doet), als de referentiespanning op U_3 is ingesteld **1**
- conclusie dat U_2 de juiste referentiespanning is **1**

Maximumscore 2

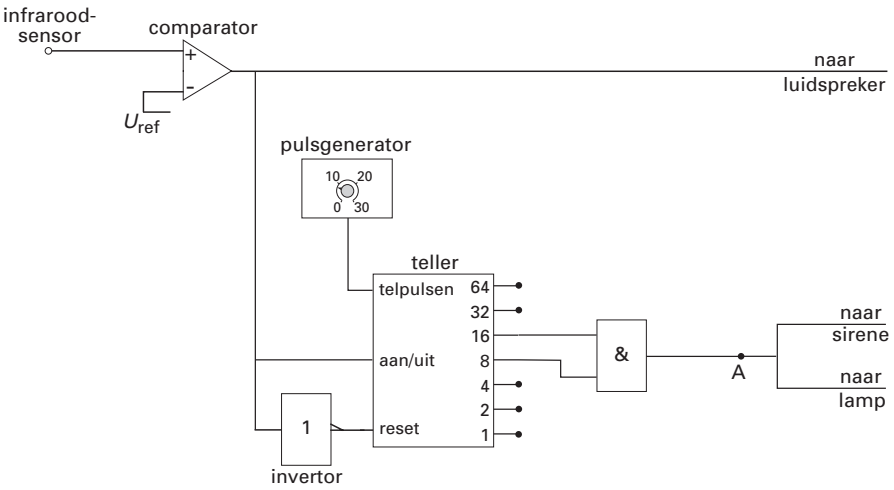
17 □ voorbeeld van een antwoord:
De teller moet bij nul beginnen te tellen vanaf het moment dat de uitgang van de comparator positief is.

- inzicht dat de teller bij nul moet beginnen te tellen **1**
- inzicht dat de teller begint te tellen als de uitgang van de comparator positief wordt **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

18 ☐ antwoord:



voorbeeld van een toelichting:
Per seconde telt de teller 8,0 pulsen.
In 3,0 s moeten dus 3,0·8,0 = 24 pulsen geteld worden.
(Punt A moet dus via een EN-poort op de uitgangen 8 en 16 worden aangesloten.)

- verbinden van punt A met de uitgang van een EN-poort **1**
- inzicht dat de teller per seconde 8,0 pulsen telt **1**
- inzicht dat er in 3,0 s 3,0·8,0 = 24 pulsen geteld moeten worden **1**
- verbinden van de ingangen van de EN-poort met de uitgangen 8 en 16 van de teller **1**

Maximumscore 4

19 ☐ voorbeeld van een antwoord:

Een snelheid van 10 km/h komt overeen met $\frac{10}{3,6} = 2,78$ m/s.

Tot het moment van remmen, legt de tractor (3,0 + 0,5)·2,78 = 9,73 m af.
Na detectie van het dier legt de tractor dus nog 9,73 + 0,4 is iets meer dan 10 m af.
Dat is minder dan 12 m, dus een snelheid van 10 km/h is een veilige snelheid.

- omrekenen van km/h naar m/s **1**
- inzicht dat de tractor 3,5 s lang met v = 2,78 m/s (of 10 km/h) doorrijdt **1**
- berekenen van de totale afstand die de tractor na detectie van het dier nog aflegt **1**
- consistente conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

20 ☐ uitkomst: $a = 10\ (\text{m/s}^2)$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Tijdens het remmen is de gemiddelde snelheid van de tractor $5{,}0\ \text{km/h} = \frac{5{,}0}{3{,}6} = 1{,}39\ \text{m/s}$.

De remtijd is $\frac{s}{v_{gem}} = \frac{0{,}38}{1{,}39} = 0{,}273\ \text{s}$.

De remvertraging $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2{,}78}{0{,}273} = 10\ \text{m/s}^2$.

- inzicht dat de gemiddelde snelheid gelijk is aan de helft van de beginsnelheid **1**
- berekenen van de remtijd **1**
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als bij de beantwoording van vraag 19 een fout is gemaakt in het omrekenen van km/h *naar* m/s *en deze fout wordt herhaald of er is mee doorgewerkt: geen aftrek.*

methode 2
De arbeid die de resulterende kracht tijdens het remmen verricht, is gelijk aan de verandering van de bewegingsenergie: $Fs = \frac{1}{2}mv^2$,
waarin $F = ma$.

Hieruit volgt dat $a = \frac{v^2}{2s} = \frac{(2{,}78)^2}{2 \cdot 0{,}38} = 10\ \text{m/s}^2$.

- inzicht dat $Fs = \frac{1}{2}mv^2$ **2**
- inzicht dat $F = ma$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerkingen
Als bij de beantwoording van vraag 19 een fout is gemaakt in het omrekenen van km/h *naar* m/s *en deze fout wordt herhaald of er is mee doorgewerkt: geen aftrek.*

Als wordt uitgegaan van de formule $a = \frac{v^2}{2s}$ of $s = \frac{v^2}{2a}$ *: geen aftrek.*

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 3
(Als 'de film wordt teruggedraaid') geldt: $s = \frac{1}{2}at^2$ en $v = at$,
waarin $s = 0{,}38$ m en $v = 2{,}78$ m/s.

Elimineren van t geeft dan: $0{,}38 = \frac{1}{2}a\left(\frac{2{,}78}{a}\right)^2 = \frac{7{,}73}{2a}$.

Hieruit volgt dat $a = \frac{7{,}73}{2 \cdot 0{,}38} = 10$ m/s^2.

- inzicht dat geldt $s = \frac{1}{2}at^2$ en $v = at$ (als 'de film wordt teruggedraaid') **2**
- elimineren van t **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als bij de beantwoording van vraag 19 een fout is gemaakt in het omrekenen van km/h *naar* m/s *en deze fout wordt herhaald of er is mee doorgewerkt: geen aftrek.*

Opgave 5 Nieuwe elementen

Maximumscore 3

21 □ antwoord:
$^{209}_{83}\text{Bi} + {}^{64}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{272}_{111}\text{Uuu} + {}^{1}_{0}\text{n}$ of $^{209}\text{Bi} + {}^{64}\text{Ni} \rightarrow {}^{272}\text{Uuu} + \text{n}$

- Bi en Ni links van de pijl **1**
- Uuu en het neutron rechts van de pijl **1**
- aantal nucleonen links en rechts gelijk **1**

Maximumscore 4

22 □ uitkomst: $v = 3{,}10 \cdot 10^7$ m/s

voorbeeld van een berekening:
Voor de kinetische energie van het deeltje geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,
waarin $E_k = 318 \cdot 10^6 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 5{,}094 \cdot 10^{-11}$ J
en $m = 63{,}93 \cdot 1{,}661 \cdot 10^{-27} = 1{,}062 \cdot 10^{-25}$ kg.
Hieruit volgt dat $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 5{,}094 \cdot 10^{-11}}{1{,}062 \cdot 10^{-25}}} = 3{,}10 \cdot 10^7$ m/s.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ **1**
- omrekenen van MeV naar J **1**
- omrekenen van u naar kg **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als voor de massa van de nikkeldeeltjes 64 u *is genomen: geen aftrek.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

23 ☐ uitkomst: $\Delta m = 5{,}67 \cdot 10^{-28}$ kg

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de kinetische energie van de nikkeldeeltjes geldt: $E_k = \Delta m c^2$,

waarin $E_k = 318 \cdot 10^6 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 5{,}094 \cdot 10^{-11}$ J

en $c = 2{,}998 \cdot 10^8$ m/s.

Hieruit volgt dat $\Delta m = \frac{E_k}{c^2} = \frac{5{,}094 \cdot 10^{-11}}{8{,}988 \cdot 10^{16}} = 5{,}67 \cdot 10^{-28}$ kg.

- gebruik van $E = mc^2$ **1**
- opzoeken van c **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als in vraag 22 en vraag 23 bij de omrekening van MeV *naar* J *dezelfde fout wordt gemaakt: die fout slechts eenmaal aanrekenen.*

methode 2

Volgens tabel 6 van Binas komt 1 eV overeen met $1{,}783 \cdot 10^{-36}$ kg.

Hieruit volgt dat $318 \text{ MeV} = 318 \cdot 10^6 \cdot 1{,}783 \cdot 10^{-36} = 5{,}67 \cdot 10^{-28}$ kg.

Dus $\Delta m = 5{,}67 \cdot 10^{-28}$ kg.

- opzoeken dat 1 eV overeenkomt met $1{,}783 \cdot 10^{-36}$ kg **1**
- omrekenen van MeV naar kg **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 3

Volgens tabel 7 van Binas komt 1 u overeen met 931,49 MeV.

Hieruit volgt dat 318 MeV overeenkomt met $\frac{318}{931{,}49} = 0{,}3414$ u.

Dus $\Delta m = 0{,}3414 \cdot 1{,}661 \cdot 10^{-27} = 5{,}67 \cdot 10^{-28}$ kg.

- opzoeken dat 1 u overeenkomt met 931,49 MeV **1**
- berekenen van Δm in u **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als in vraag 22 en 23 bij de omrekening van u *naar* kg *dezelfde fout wordt gemaakt: die fout slechts eenmaal aanrekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

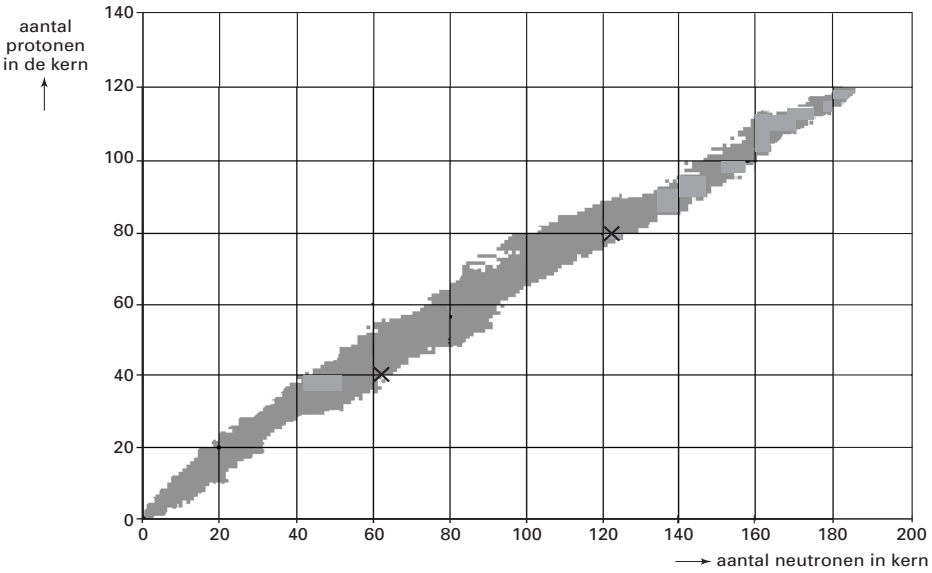
Maximumscore 3

24 ☐ voorbeeld van een antwoord:
Een unununiumkern bevat 111 protonen en een lawrenciumkern bevat 103 protonen; er zijn dus 8 protonen via α-verval verdwenen.
Een α-deeltje bevat 2 protonen.
Er zijn in totaal dus $\frac{8}{2} = 4$ α-deeltjes uitgezonden.

- constatering dat een lawrenciumkern 103 protonen bevat **1**
- inzicht dat er 8 protonen via α-verval zijn verdwenen **1**
- conclusie dat er in totaal 4 α-deeltjes zijn uitgezonden **1**

Maximumscore 3

25 ☐ voorbeeld van een antwoord:



toelichting: De twee isotopen moeten samen (120 protonen en) 180 of meer neutronen bezitten.

- aankruisen van twee isotopen die samen 120 protonen bevatten **1**
- aankruisen van twee isotopen die samen 180 of meer neutronen bevatten **1**
- toelichting dat de twee isotopen samen (120 protonen en) 180 of meer neutronen moeten bevatten **1**

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