Correctievoorschrift HAVO

2009

tijdvak 2

natuurkunde

tevens oud programma **natuurkunde 1,2**

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Beoordelingsmodel
5 Inzenden scores

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.-v.b.o. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de *Regeling beoordeling centraal examen* vastgesteld (CEVO-02-806 van 17 juni 2002 en bekendgemaakt in Uitleg Gele katern nr 18 van 31 juli 2002).
Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 36, 41, 41a en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen 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 proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
3 De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past de beoordelingsnormen en de regels voor het bepalen van de score toe die zijn gegeven door de CEVO.

natuurkundeuitgelegd.nl

De gecommitteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommitteerde.

4 De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.

5 Indien de examinator en de gecommitteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommitteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examinator. Indien het geschil niet kan worden beslecht, wordt hiervan melding gemaakt aan de inspectie. De inspectie kan een derde onafhankelijke gecommitteerde aanwijzen. De beoordeling van de derde gecommitteerde komt in de plaats van de eerdere beoordelingen.

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 beoordelingsmodel. 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 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 beoordelingsmodel;

3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel 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 beoordelingsmodel;

3.4 indien slechts 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 afleiding of berekening ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is aangegeven;

3.7 indien in het beoordelingsmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord of onderdeel van dat antwoord;

natuurkundeuitgelegd.nl

3.8 indien in het beoordelingsmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen.
3.9 indien een kandidaat op grond van een algemeen geldende woordbetekenis, zoals bijvoorbeeld vermeld in een woordenboek, een antwoord geeft dat vakinhoudelijk onjuist is, worden aan dat antwoord geen scorepunten toegekend, of tenminste niet de scorepunten die met de vakinhoudelijke onjuistheid gemoeid zijn.

4 Het juiste antwoord op een meerkeuzevraag is de hoofdletter die behoort bij de juiste keuzemogelijkheid. Voor een juist antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal punten toegekend. Voor elk ander antwoord worden geen scorepunten toegekend. Indien meer dan één antwoord gegeven is, worden eveneens geen scorepunten toegekend.
5 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 beoordelingsmodel anders is vermeld.
6 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
7 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een examen of in het beoordelingsmodel bij dat examen een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof examen en beoordelingsmodel juist zijn. Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO. Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het beoordelingsmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.
8 Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.
9 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.

NB Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 76 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen 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:

natuurkundeuitgelegd.nl

– 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 beoordelingsmodel 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

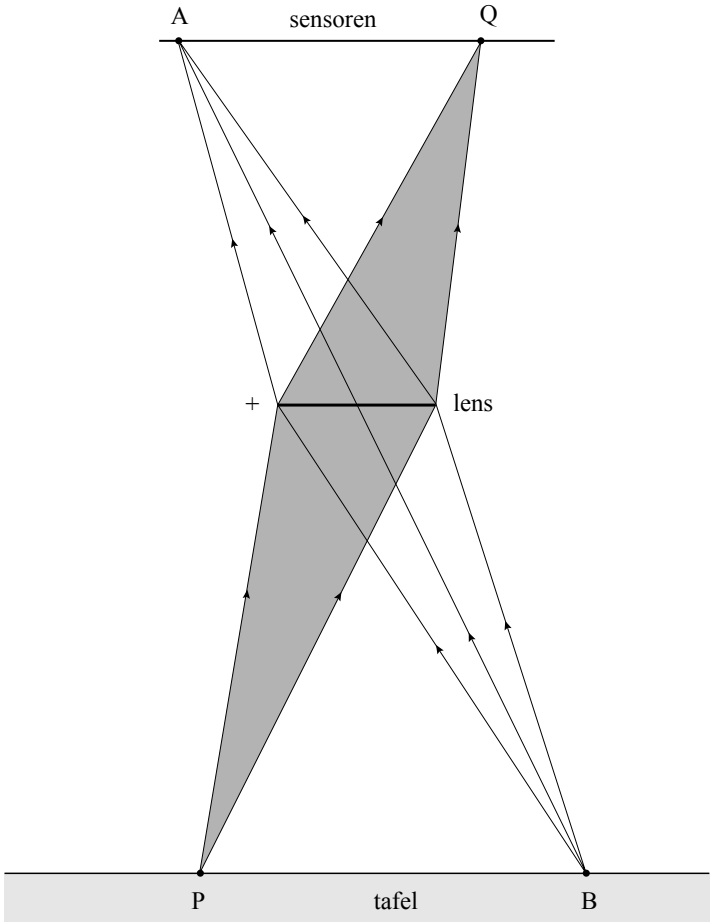
4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Optische muis

1 maximumscore 3

antwoord:



- lijn vanuit A door het midden van de lens om punt B te bepalen 1
- tekenen van de lichtstralen vanuit B naar de randen van de lens 1
- completeren van de tekening 1

Opmerking
Als de letter B *ontbreekt: geen aftrek.*

natuurkundeuitgelegd.nl

2 maximumscore 5

uitkomst: $S = 3{,}7 \cdot 10^2$ dpt (met een marge van 10 dpt)

voorbeeld van een bepaling:
In de figuur op de uitwerkbijlage is de afstand van de lens tot de chip 51,5 mm en de afstand van de lens tot de tafel 66,0 mm.
In deze situatie geldt: $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$, waarin $b = 4{,}8 \cdot 10^{-3}$ m en

$v = \frac{66{,}0}{51{,}5} \cdot 4{,}8 = 6{,}15 \cdot 10^{-3}$ m.

Hieruit volgt dat $\frac{1}{f} = \frac{1}{6{,}15 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{4{,}8 \cdot 10^{-3}} = 3{,}7 \cdot 10^2$ (m^{-1}).

Omdat geldt $S = \frac{1}{f}$, is de sterkte van de lens gelijk aan $3{,}7 \cdot 10^2$ dpt.

- gebruik van $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ 1
- opmeten van v en b in de tekening 1
- berekenen van v 1
- gebruik van $S = \frac{1}{f}$ 1
- completeren van de bepaling 1

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de lineaire vergroting geldt: $N = \frac{b}{v} = \frac{51{,}5}{66{,}0} = 0{,}780 = \frac{1}{1{,}3}$.

De details van het tafeloppervlak worden dus inderdaad 1,3 maal zo klein op de chip afgebeeld.

- gebruik van $N = \frac{b}{v}$ (of inzicht dat $N = \frac{\text{AQ}}{\text{BP}}$) 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Een oplossing in de trant van $\text{"}(N =) \frac{66{,}0}{51{,}5} = 1{,}3\text{"}$*: 1 punt.*

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 3

uitkomst: $\ell = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een berekening:
De minimale verplaatsing van de muis die geregistreerd kan worden, is $\frac{2{,}54 \cdot 10^{-2}}{400} = 6{,}35 \cdot 10^{-5}$ m. Het beeld op de chip verplaatst zich dan $\frac{6{,}35 \cdot 10^{-5}}{1{,}3} = 4{,}88 \cdot 10^{-5}$ m. De lengte van één sensor is dus ook $4{,}88 \cdot 10^{-5}$ m.
Dus $\ell = 30 \cdot 4{,}88 \cdot 10^{-5} = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ m.

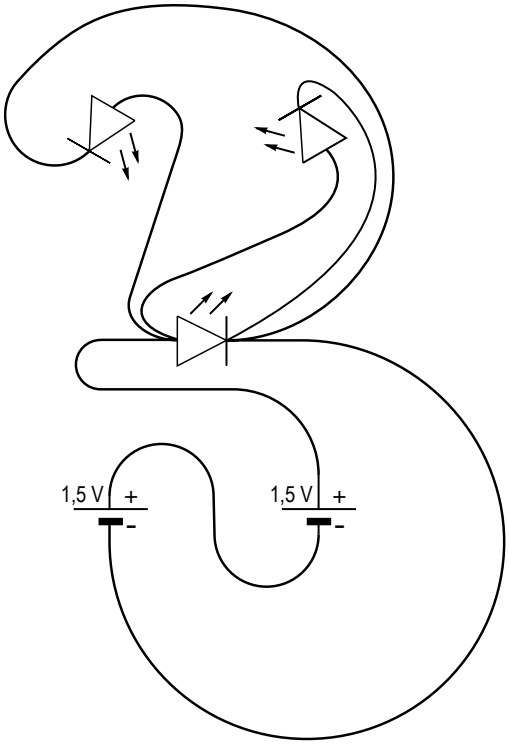
- inzicht dat de minimale verplaatsing van de muis die geregistreerd kan worden gelijk is aan $\frac{2{,}54 \cdot 10^{-2}}{400}$ m 1
- inzicht dat de lengte van een sensor 1,3 maal zo klein is als de minimale verplaatsing 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Signaallamp

5 maximumscore 4

voorbeeld van een schakeling:



- de batterijen in serie geschakeld 1
- alle LED's op de juiste manier op de batterijen aangesloten 3

Opmerking
Per fout aangesloten LED 1 punt aftrekken.

6 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Een Wh is de hoeveelheid energie die een apparaat met een vermogen van 1 W in één uur verbruikt.
Voor de energie geldt: $E = Pt$, waarin $P = 1{,}0$ W en $t = 3600$ s.
Hieruit volgt dat $E = 1{,}0 \cdot 3600 = 3{,}6 \cdot 10^3$ J $= 3{,}6$ kJ. Dus $1{,}0$ Wh $= 3{,}6$ kJ.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $P = 1{,}0$ W en $t = 3600$ s en completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2

$1{,}0\ \text{kWh} = 3{,}6 \cdot 10^6\ \text{J}$ en $1{,}0\ \text{kWh} = 1{,}0 \cdot 10^3\ \text{Wh}$.

Hieruit volgt dat $1{,}0\ \text{Wh} = 3{,}6 \cdot 10^3\ \text{J} = 3{,}6\ \text{kJ}$.

- opzoeken dat $1{,}0\ \text{kWh} = 3{,}6 \cdot 10^6\ \text{J}$ 1
- inzicht dat $1{,}0\ \text{kWh} = 1{,}0 \cdot 10^3\ \text{Wh}$ en completeren van het antwoord 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $t = 1{,}9 \cdot 10^5$ s (of 53 h)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de tijd dat de LED's branden, geldt: $t = \frac{E}{P}$, waarin

$E = 2 \cdot 4{,}8 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3 = 3{,}46 \cdot 10^4$ J en $P = 3 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0{,}180$ W.

Hieruit volgt dat $t = \frac{E}{P} = \frac{3{,}46 \cdot 10^4}{0{,}180} = 1{,}9 \cdot 10^5$ s.

- inzicht dat $t = \frac{E}{P}$ 1
- berekenen van E in J 1
- inzicht dat $P = 0{,}180$ W 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

Voor de tijd dat de LED's branden, geldt: $t = \frac{E}{P}$, waarin

$E = 2 \cdot 4{,}8 = 9{,}6$ Wh en $P = 3 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0{,}180$ W.

Hieruit volgt dat $t = \frac{E}{P} = \frac{9{,}6}{0{,}180} = 53$ h.

- inzicht dat $t = \frac{E}{P}$ 1
- berekenen van E in Wh 1
- inzicht dat $P = 0{,}180$ W 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 3

antwoord:

tellerstand	rode LED	groene LED	blauwe LED
1	X		
2			X
3		X	

per juist kruisje 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als uitgang 4 hoog wordt, wordt de teller gereset en staat de teller gedurende 1,0 s op 0.

Omdat ook elk lampje 1,0 s aan is, duurt één cyclus 4,0 s.

In 60 s zijn er $\frac{60}{4,0} = 15$ cycli; de rode LED is in die periode dus 15 keer aan geweest.

- inzicht dat de teller gedurende 1,0 s op 0 staat 1
- inzicht dat één cyclus 4,0 s duurt 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Buis van Rubens

10 maximumscore 1

antwoord:
De afstand y komt overeen met één hele golflengte.

11 maximumscore 4

uitkomst: $v = 4{,}5 \cdot 10^2$ m/s (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^2$ m/s)

voorbeeld van een bepaling:
Voor de voortplantingssnelheid van het geluid geldt: $v = f\lambda$, waarin

$f = 890$ Hz en $\lambda = \frac{2{,}8}{11{,}3} \cdot 2{,}02 = 0{,}501$ m.

Hieruit volgt dat $v = 890 \cdot 0{,}501 = 4{,}5 \cdot 10^2$ m/s.

- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- opmeten van λ 1
- toepassen van de schaalfactor 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen
- *Als bij de vorige vraag x is geantwoord en dat hier consequent is toegepast: geen aftrek.*
- *Als uit figuur 1 is geconcludeerd dat $\ell = 4\lambda$: goed rekenen.*

12 maximumscore 4

voorbeeld van antwoorden:
- Als de vlammetjes een tijd branden, stijgt de temperatuur van het gas (waardoor de voortplantingssnelheid van het geluid toeneemt). Daardoor neemt λ toe / verandert λ (omdat de frequentie even groot blijft) en past de golflengte niet meer bij de lengte van de buis / kan er geen resonantie meer optreden.
- Omdat de golflengte door de temperatuurstijging is toegenomen, moet deze weer kleiner worden en dat kan door de frequentie te verhogen.

- inzicht dat de temperatuur van het gas stijgt als de vlammetjes een tijd branden 1
- inzicht dat de golflengte dan niet meer past bij de lengte van de buis 1
- inzicht dat de golflengte weer kleiner moet worden 1
- inzicht dat daarvoor de frequentie verhoogd moet worden 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Superbus

13 maximumscore 4

uitkomst: $s = 3{,}9 \cdot 10^3$ m (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^3$ m)

voorbeeld van een bepaling:
De optrekafstand s is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen $t = 0$ en $t = 105$ s.
Het aantal hokjes onder de grafiek is gelijk aan ongeveer 14.
De oppervlakte van één hokje correspondeert met een afstand van $20 \cdot \frac{50}{3{,}6} = 278$ m. Dus $s = 14 \cdot 278 = 3{,}9 \cdot 10^3$ m.

- inzicht dat de optrekafstand gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek tussen $t = 0$ en $t = 105$ s 1
- bepalen van het aantal hokjes (of een andere schatting van de oppervlakte) 1
- omrekenen van km/h naar m/s (of van s naar h) 1
- completeren van de bepaling 1

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Er geldt: $F_{res} = ma$,
waarin $m = 8{,}1 \cdot 10^3$ kg en $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{300/3{,}6}{104} = 0{,}80$ m/s^2.
Hieruit volgt dat $F_{res} = 8{,}1 \cdot 10^3 \cdot 0{,}80 = 6{,}5 \cdot 10^3$ N en dat klopt met de grootte van F_{res} in het (F,t)-diagram.

- inzicht dat $F_{res} = ma$ 1
- bepalen van a (met een marge van 0,05 m/s^2) 1
- completeren van de bepaling van F_{res} 1
- aflezen van F_{res} en consistente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Op het tijdstip $t = 0$ s (of tussen $t = 0$ s en $t = 10$ s) is $F_{w,lucht}$ gelijk aan 0.
Dan geldt: $F_{w,rol} = F_{motor} - F_{res}$.

Uit het (F,t)-diagram blijkt dat $F_{w,rol} = 7,8 - 6,5 = 1,3$ kN $= 1,3 \cdot 10^3$ N.

- inzicht dat op het tijdstip $t = 0$ s (of tussen $t = 0$ s en $t = 10$ s) $F_{w,lucht}$ gelijk aan 0 is 1
- inzicht dat dan geldt dat $F_{w,rol} = F_{motor} - F_{res}$ 1
- aflezen van F_{motor} en F_{res} en completeren van het antwoord 1

16 maximumscore 3

uitkomst: $P = 3,3 \cdot 10^5$ W

voorbeeld van een bepaling:
Voor het vermogen van de motor geldt: $P = F_{motor} v$,

waarin $F_{motor} = 4,8 \cdot 10^3$ N en $v = \frac{250}{3,6} = 69,4$ m/s.

Hieruit volgt dat $P = 4,8 \cdot 10^3 \cdot 69,4 = 3,3 \cdot 10^5$ W.

- gebruik van $P = Fv$ 1
- aflezen van F_{motor} (met een marge van $0,1 \cdot 10^3$ N) 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als bij de beantwoording van voorgaande vragen een fout is gemaakt in de *omrekening van* km/h *naar* m/s *of die omrekening ten onrechte niet is uitgevoerd: die fout niet nogmaals aanrekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 4

uitkomst: $c_w = 0{,}28$ (met een marge van 0,01)

voorbeeld van een bepaling:
Bij constante snelheid geldt: $F_{motor} = F_{w,lucht} + F_{w,rol}$,
waarin $F_{motor} = 4{,}8 \cdot 10^3$ N en $F_{w,rol} = 1{,}3 \cdot 10^3$ N.
Dus $F_{w,lucht} = F_{motor} - F_{w,rol} = 4{,}8 \cdot 10^3 - 1{,}3 \cdot 10^3 = 3{,}5 \cdot 10^3$ N.
Uit de formule voor de luchtwrijvingskracht volgt dan dat

$$c_w = \frac{2F_{w,lucht}}{\rho A v^2} = \frac{2 \cdot 3{,}5 \cdot 10^3}{1{,}2 \cdot 2{,}50 \cdot 1{,}70 \cdot (69{,}4)^2} = 0{,}28.$$

- inzicht dat $F_{w,lucht} = F_{motor} - F_{w,rol}$ 1
- aflezen van v en bijbehorende F_{motor} 1
- inzicht dat $A = 2{,}50 \cdot 1{,}70$ m^2 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als bij de beantwoording van voorgaande vragen een fout is gemaakt in de omrekening van km/h *naar* m/s *of die omrekening ten onrechte niet is uitgevoerd: die fout niet nogmaals aanrekenen.*

18 maximumscore 3

uitkomst: De actieradius is gelijk aan $2{,}9 \cdot 10^2$ km.

voorbeeld van een berekening:
In de accu's is $324 \cdot 0{,}74 = 240$ kWh energie opgeslagen. De actieradius is gelijk aan $\frac{\text{de energie in de accu's}}{\text{het energieverbruik per km}} = \frac{240}{0{,}83} = 2{,}9 \cdot 10^2$ km.

- berekenen van de totale hoeveelheid energie in de accu's 1
- inzicht dat de actieradius gelijk is aan $\frac{\text{de energie in de accu's}}{\text{het energieverbruik per km}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 3

uitkomst: $t = 0{,}88$ h

voorbeeld van een berekening:
Voor de energie van een accu geldt: $E = Pt$, waarin $E = 0{,}74$ kWh en $P = UI = 4{,}2 \cdot 200 = 840$ W $= 0{,}840$ kW.
Hieruit volgt dat $t = \frac{E}{P} = \frac{0{,}74}{0{,}840} = 0{,}88$ h.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Hassium-270

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De reactievergelijking is ${}^{248}_{96}\text{Cm} + {}^{26}_{12}\text{Mg} \rightarrow {}^{270}_{108}\text{Hs} + 4\,{}^{1}_{0}\text{n}$

(of ${}^{248}\text{Cm} + {}^{26}\text{Mg} \rightarrow {}^{270}\text{Hs} + 4\text{n}$).

(Er kwamen bij deze kernreactie inderdaad vier neutronen vrij.)

- de juiste symbolen voor curium, magnesium en hassium 1
- Cm en Mg links van de pijl en Hs en de neutronen rechts van de pijl 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk en conclusie 1

21 maximumscore 4

uitkomst: $v = 3{,}2 \cdot 10^{7}$ m/s

voorbeeld van een berekening:

Voor de kinetische energie van de magnesiumkernen geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,

waarin $E_k = 136$ MeV $= 136 \cdot 10^{6} \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19} = 2{,}18 \cdot 10^{-11}$ J en

$m = 26$ u $= 26 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg $= 4{,}32 \cdot 10^{-26}$ kg.

Hieruit volgt dat $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}18 \cdot 10^{-11}}{4{,}32 \cdot 10^{-26}}} = 3{,}2 \cdot 10^{7}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de energie die nodig is voor de toename van de massa bij deze kernreactie geldt: $E = \Delta m c^2$. Hierin is Δm de toename van de massa.

$\Delta m = (270{,}075 + 4 \cdot 1{,}009) - (248{,}020 + 25{,}976) = 0{,}115$ u

$= 0{,}115 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg $= 1{,}91 \cdot 10^{-28}$ kg en $c = 3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s.

Er is dus $E = 1{,}91 \cdot 10^{-28} \cdot (3{,}00 \cdot 10^{8})^2 = 1{,}72 \cdot 10^{-11}$ J nodig en dat is gelijk aan $\frac{1{,}72 \cdot 10^{-11}}{10^{6} \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}} = 107$ MeV.

De bewegingsenergie van de magnesiumkern is 136 MeV en dat is dus voldoende om de kernreactie te laten plaatsvinden.

- gebruik van $E = mc^2$ 1
- berekenen van Δm in u of in kg 1
- completeren van de berekening en consistente conclusie 1

Opmerkingen

– *Als bij de beantwoording van de vorige vraag een fout is gemaakt in de omrekening van* u *naar* kg *en/of* J *naar* MeV *(of omgekeerd): die fout niet nogmaals aanrekenen.*

– *Er hoeft niet te worden gelet op het aantal significante cijfers van de uitkomst van de berekening.*

– *Als de berekening correct is uitgevoerd en de conclusie niet expliciet vermeld is: geen aftrek.*

methode 2

De toename van de massa is $(270{,}075 + 4 \cdot 1{,}009) - (248{,}020 + 25{,}976) = 0{,}115$ u.

Voor deze toename is nodig $0{,}115 \cdot 931 = 107$ MeV.

De bewegingsenergie van de magnesiumkern is 136 MeV en dat is dus voldoende om de kernreactie te laten plaatsvinden.

- berekenen van Δm in u 1
- omrekenen van u naar MeV (of omgekeerd) 1
- completeren van de berekening en consistente conclusie 1

Opmerkingen

– *Er hoeft niet te worden gelet op het aantal significante cijfers van de uitkomst van de berekening.*

– *Als de berekening correct is uitgevoerd en de conclusie niet expliciet vermeld is: geen aftrek.*

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 2

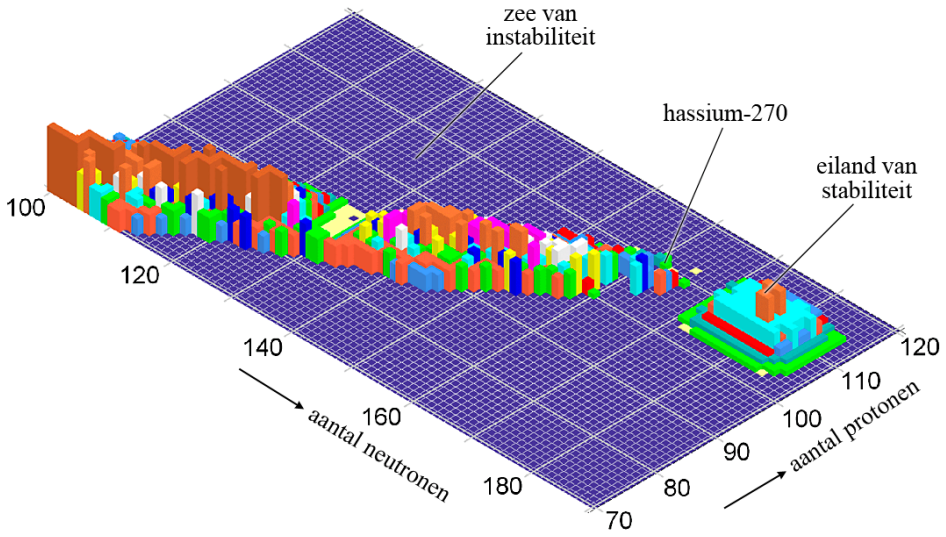
voorbeeld van een antwoord:
Een α-deeltje bevat vier nucleonen, waarvan twee protonen, en dat is het aantal nucleonen en protonen dat seaborgium-266 minder heeft dan hassium-270.

- inzicht dat een α-deeltje vier nucleonen, waarvan twee protonen, bevat 1
- inzicht dat dat het aantal nucleonen en protonen is dat seaborgium-266 minder heeft dan hassium-270 1

Opmerking
Als de vervalvergelijking wordt gegeven: goed rekenen.

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



In de figuur is de positie van hassium-270 aangegeven en daaruit blijkt dat Dvorak en zijn medewerkers het voorspelde eiland nog niet hebben bereikt.

- aangeven (of beschrijven) van de positie van hassium-270 1
- conclusie 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 26 juni naar Cito.

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