Natuurkunde

Correctievoorschrift VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

19 **99**

Tijdvak 2

Inzenden scores
Uiterlijk 24 juni de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school op de daartoe verstrekte optisch leesbare formulieren naar het Cito zenden.

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.

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 opgave aanzienlijk vereenvoudigd wordt en 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 100 scorepunten worden behaald.
Het aantal scorepunten is de som van:
a. 10 scorepunten vooraf;
b. het aantal voor de beantwoording toegekende scorepunten;
c. de extra scorepunten die zijn toegekend op grond van een beslissing van de CEVO.

8 Het cijfer van het centraal examen wordt verkregen door het aantal scorepunten te delen door het getal 10.

3 Vakspecifieke regels

Voor het vak Natuurkunde VWO zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

1 Als in een berekening één of meer rekenfouten zijn gemaakt, wordt per vraag één scorepunt afgetrokken.
2 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
3 Als in de uitkomst van een berekening geen eenheid is vermeld of als de vermelde eenheid fout is, wordt één scorepunt afgetrokken, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het antwoordmodel de eenheid tussen haakjes.
4 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.
5 Als in het antwoord op een vraag meer van de bovenbeschreven fouten (rekenfouten, fout in de eenheid van de uitkomst en fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst) zijn gemaakt, wordt in totaal per vraag maximaal één scorepunt afgetrokken van het aantal dat volgens het antwoordmodel zou moeten worden toegekend.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Antwoordmodel

Antwoorden	Deel-scores

Opgave 1 Nieuwe hoogspanningskabels

Maximumscore 2

1 □ Elementen van een berekening: $N_p : N_s = 2{,}2 \cdot 10^2$,
of: $N_p : N_s = 50 \cdot 10^3 : 230$

- gebruik van $N_p : N_s = V_p : V_s$ 1

Opmerking 1
Uitkomst met vier significante cijfers: goed rekenen.

Opmerking 2
$N_p : N_s = 1 : 2{,}2 \cdot 10^2$: 0 punten.

Maximumscore 5

2 □ Elementen van een berekening:
Er geldt $V = \frac{m}{\rho} = \frac{150\,000}{8{,}96 \cdot 10^3} = 16{,}74$ m^3.

Dus $A = \frac{V}{l} = \frac{16{,}74}{7{,}8 \cdot 10^3} = 2{,}15 \cdot 10^{-3}$ m^2. Dus $R = \rho\frac{l}{A} = 17 \cdot 10^{-9}\frac{7{,}8 \cdot 10^3}{2{,}15 \cdot 10^{-3}} = 62$ mΩ.

- opzoeken van de dichtheid van koper en invullen in $V = \frac{m}{\rho}$ 1
- berekenen van het volume 1
- inzicht dat $A = \frac{V}{l}$ 1
- opzoeken van de soortelijke weerstand van koper en invullen in $R = \rho\frac{l}{A}$ 1

Maximumscore 3

3 □ Elementen van een berekening:
$R = \frac{V}{I} = \frac{230}{I}$ met $I = \frac{P}{V} = \frac{13{,}6 \cdot 10^6}{230}$ A.
Invullen levert als uitkomst: $R = 3{,}89$ mΩ.

- gebruik van $P = VI$ 1
- gebruik van $V = IR$ 1

Maximumscore 5

4 □ Elementen van een berekening:
Per kabel geldt $P_{kabel} = I^2R$ met $R = 62$ mΩ en $I = \frac{P}{V} = \frac{13{,}6 \cdot 10^6}{50 \cdot 10^3}$ A.

Invullen levert $P_{kabel} = 4{,}59$ kW.

Er geldt $Q = mc\Delta T$, dus per seconde geldt $\Delta T = \frac{P_{kabel}}{mc_{koper}}$ met $m = 1{,}50 \cdot 10^5$ kg en

$c_{koper} = 0{,}387 \cdot 10^3$ Jkg^{-1}K^{-1}.

Invullen levert als uitkomst: $\Delta T = 7{,}9 \cdot 10^{-5}$ K(s^{-1}).

- berekenen van I door de kabels 1
- berekenen van het vermogensverlies per kabel 1
- inzicht dat per seconde geldt $\Delta T = \frac{P_{kabel}}{mc_{koper}}$ 1
- opzoeken van c_{koper} 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Paraboolvlucht

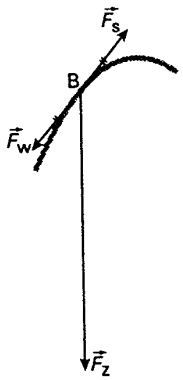
Maximumscore 3

5 □ antwoord: De zwaarte-energie neemt toe met: $mg\Delta h = 917$ MJ.
De kinetische energie neemt af met: $\frac{1}{2}m(v_A^2 - v_B^2) = 575$ MJ.
De totale energie is dus toegenomen, dus (zeker als er door wrijving energie wordt omgezet in warmte) moet er door de stuwkracht arbeid op het vliegtuig worden verricht.

- berekenen van de toename van de zwaarte-energie 1
- berekenen van de afname van de kinetische energie 1
- conclusie 1

Maximumscore 5

6 □ antwoord: Lengte van de pijl van $\vec{F}_w = 11$ mm (met een marge van 1 mm), $F_s = F_w$, F_z blijft even groot.



- opmeten van de getekende $\vec{F}_w$ (23 mm met een marge van 1 mm) 1
- berekenen van de lengte van $\vec{F}_w$ in B 1
- richting van $\vec{F}_w$ 1
- grootte en richting van $\vec{F}_s$ 1
- $\vec{F}_z$ is gelijk gebleven 1

Maximumscore 4

7 □ Elementen van een berekening:
Vanaf B geldt voor de verticale snelheid $v(t) = v(0) - 9{,}81t$. Voor de stijgtijd van B tot het hoogste punt geldt $t_{stijg} = \frac{v_{B,verticaal}}{9{,}81}$ met $v_{B,verticaal} = \frac{465}{3{,}6} \cdot \sin 50{,}0°$.

De totale tijd is $t = 2t_{stijg}$. Invullen levert als uitkomst: $t = 20{,}2$ s.

- berekenen van de verticale component van de snelheid in B 1
- berekenen van t_{stijg} 1
- inzicht dat $t_{daal} = t_{stijg}$ 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

8 □ Elementen van een berekening:

De decimale waarde van de uitgang is $\frac{140}{180} \cdot 2^8 = 199$. Binair is dat 11 00 01 11.

- inzicht in de factor $\frac{140}{180}$ 1
- gebruik van de factor 256 1
- berekenen van de decimale waarde van de uitgang van de AD-omzetter (199) 1
- omzetten van decimaal naar binair 1

Opmerking
11 00 10 00 (= 200) of 11 00 01 10 (= 198): goed rekenen.

Maximumscore 2

9 □ antwoord: vy = vy + ay*dt (of: vy = vy – ay*dt), HBAAN = ARCTAN(vy/vx)

- aanvullen van regel 3 1
- aanvullen van regel 5 1

Opmerking 1
Inconsequent gebruik van kapitalen, of andere symbolen gebruikt voor optellen, vermenigvuldigen en delen: geen aftrek.

Opmerking 2
Gebruik van g (of van 9,81) in plaats van ay : geen aftrek.

Maximumscore 4

10 □ Elementen van een berekening:

Er geldt $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{9{,}81}}$ met $T = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}94}{9{,}5}}$ (= 1,98 s). Invullen levert als uitkomst: l = 0,97 m.

methode 1:

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}}$ 1
- berekenen van T 1
- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 1

methode 2:

- inzicht dat $\frac{m}{C} = \frac{l}{g}$ 3

Maximumscore 4

11 □ antwoord: De trillingstijd van het massa-veer-systeem verandert niet, want m noch C ondergaan veranderingen. De slingertijd van de slinger wordt 10 maal zo groot, want g wordt 100 maal zo klein en er geldt een omgekeerd wortelverband. De slingertijd en de trillingstijd verhouden zich dus als 10 : 1.

- inzicht dat de trillingstijd niet verandert 1
- inzicht dat g in de formule voor de slingertijd verandert 1
- inzicht dat de slingertijd hierdoor 10× zo groot wordt 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Zonnedeeltjes

Maximumscore 2

12 □ antwoord: Buiten de fotosfeer bevindt zich gas. Het gas absorbeert (en verstrooit) licht met bepaalde golflengten. (Dit licht ontbreekt dus (vrijwel) in het spectrum van de zon.)

- inzicht dat het gas buiten de fotosfeer een rol speelt 1
- inzicht dat dit gas sommige golflengten absorbeert (en verstrooit) 1

Maximumscore 5

13 □ Elementen van een berekening:
De toename van de gravitatie-energie als een deeltje van het zonneoppervlak naar de aarde gaat is
$\Delta U_g = \frac{GMm}{R_{zon}} - \frac{GMm}{r_{aarde\text{-}zon}} = \frac{1}{2}mv^2$. Dus $v = \sqrt{2GM\left(\frac{1}{R_{zon}} - \frac{1}{r_{aarde\text{-}zon}}\right)}$.

Hierin is $G = 6{,}6726 \cdot 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}, $M = 1{,}989 \cdot 10^{30}$ kg, $R_{zon} = 696{,}0 \cdot 10^6$ m en $r_{aarde\text{-}zon} = 149{,}6 \cdot 10^9$ m.

Invullen levert als uitkomst: $v_{min} = 6{,}16 \cdot 10^5$ m s^{-1}.

- inzicht dat $U_k + U_g$ = constant 1
- gebruik van G en M_{zon} in $U_g = (-)\frac{GMm}{r}$ 1
- inzicht dat U_g op twee plaatsen berekend moet worden 1
- berekenen van ΔU_g 1

Opmerking
Ontsnappingssnelheid van de zon opgezocht en beredeneerd dat de gevraagde snelheid iets kleiner kan zijn: maximaal 2 punten.

Maximumscore 4

14 □ antwoord: Uit de richting van de magnetische inductie en van de lorentzkracht volgt dat de elektrische stroom I van Q naar P gaat. Met een richtingregel kan de richting van het magnetische veld worden bepaald dat door deze stroom I wordt opgewekt: binnen het cirkelsegment PQ wordt het magnetische veld zwakker.

- bepalen van de richting van I 2
- bepalen van de richting van het bij de I behorende magnetische veld 1
- conclusie 1

Maximumscore 4

15 □ Elementen van een berekening:
Er geldt $h_{max} = r$ en $\frac{mv^2}{r} = Bqv$, dus $h_{max} = \frac{mv}{Bq}$, met $B = 1{,}5 \cdot 10^{-2}$ T, $v = 6{,}5 \cdot 10^5$ m s^{-1}, $m = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg en $q = 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C.
Invullen levert als uitkomst: $h_{max} = 0{,}45$ m.

- inzicht dat $h_{max} = r_{baan}$ 1
- inzicht dat $r_{baan} = \frac{mv}{Bq}$ 1
- gebruik van m en q 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

16 □ antwoord: Volgens $F = BIl\sin\alpha$ is de lorentzkracht op de geladen deeltjes nul, want $\sin\alpha = 0$. Langs de veldlijn k ondervinden de deeltjes geen invloed van het magnetische veld. (Ze kunnen alle de aarde bereiken.)

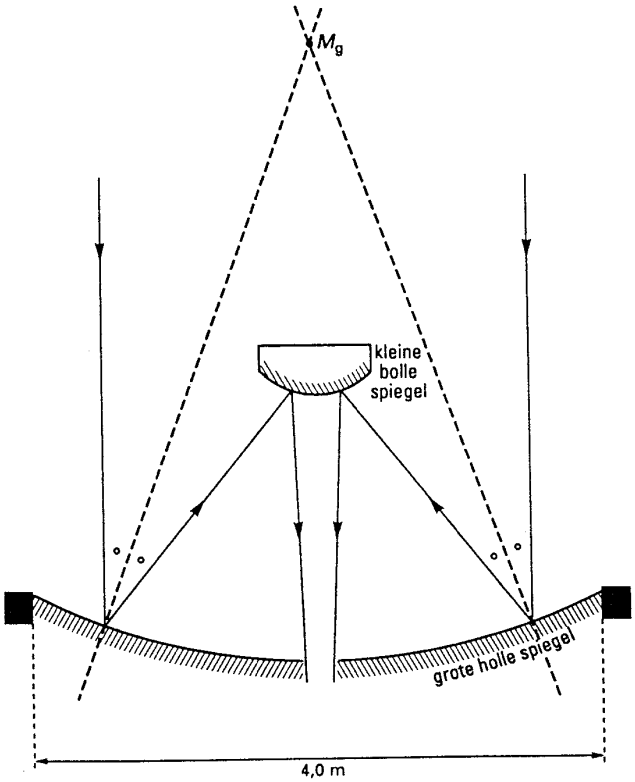
- inzicht dat v en B evenwijdig zijn 1
- inzicht dat $F_L = 0$ N als $\alpha = 0°$ of 180° 1

Opmerking
Als antwoord „deeltjes die bewegen langs veldlijnen ondervinden geen lorentzkracht": 2 punten.

Opgave 4 Telescoop

Maximumscore 4

17 □ uitkomst: $r = 4{,}5$ m (met een marge van 0,2 m)



- tekenen van het middelpunt 2
- schaalfactor 1

Maximumscore 3

18 □ antwoord: De lucht in de verstoring heeft een grotere brekingsindex. Dus is de golfsnelheid kleiner dan in de omgeving. Dus legt het golffront in dezelfde tijd een kleinere afstand af. Dus in figuur 8 is a de beste weergave.

- grotere brekingsindex betekent kleinere golfsnelheid 2
- kleinere snelheid geeft figuur 8 bij a 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

19 □ Elementenen van berekeningen:

methode 1:

$d = x - 7{,}5 \cdot 10^{-2}$ met $x = v_{\text{buiten}} t$.

Hierin is $t = \dfrac{7{,}5 \cdot 10^{-2}}{v_{\text{verstoring}}}$ s, $v_{\text{buiten}} = \dfrac{c}{n_{\text{buiten}}}$ en $v_{\text{verstoring}} = \dfrac{c}{n_{\text{verstoring}}}$.

Invullen van $n_{\text{verstoring}} = 1{,}000303$, $n_{\text{buiten}} = 1{,}000293$ en $c = 2{,}99792458 \cdot 10^8$ m s^{-1} levert als uitkomst: $d = 7{,}5 \cdot 10^{-7}$ m.

methode 2:

$\dfrac{x_{\text{buiten}}}{x_{\text{verstoring}}} = \dfrac{v_{\text{buiten}}}{v_{\text{verstoring}}} = \dfrac{n_{\text{verstoring}}}{n_{\text{buiten}}}$, dus $x_{\text{buiten}} = \dfrac{n_{\text{verstoring}}}{n_{\text{buiten}}} x_{\text{verstoring}}$.

Er geldt $d = x_{\text{buiten}} - x_{\text{verstoring}}$, dus $d = 7{,}5 \cdot 10^{-2} \left(\dfrac{n_{\text{verstoring}}}{n_{\text{buiten}}} - 1\right)$ m.

Invullen van $n_{\text{verstoring}} = 1{,}000303$ en $n_{\text{buiten}} = 1{,}000293$ levert als uitkomst: $d = 7{,}5 \cdot 10^{-7}$ m.

- berekenen van v binnen en buiten de verstoring — 1
- berekenen van de passeertijd binnen de verstoring — 1
- berekenen van de afgelegde afstand buiten de verstoring — 1

Opmerking 1
$d = 1 \cdot 10^{-6}$ m: goedrekenen.

Opmerking 2
Geen aftrek voor onjuist aantal significante cijfers in de uitkomst.

Maximumscore 2

20 □ antwoord: Manier B is juist, want daardoor heeft het achtergebleven stuk golffront een afstand d minder af te leggen tot aan de kleine spiegel (dus is het golffront daar weer vlak).

- keuze voor manier B — 1
- uitleg — 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Cassini

Maximumscore 3

21 □ antwoord: $^{238}_{93}\text{Np} \rightarrow {}^{238}_{94}\text{Pu} + {}^{0}_{-1}\text{e}$ of $^{238}\text{Np} \rightarrow {}^{238}\text{Pu} + {}^{0}_{-1}\text{e}$

- ${}^{0}_{-1}\text{e}$ rechts van de pijl 1
- Np als moederkern 1

Opmerking
Als reactievergelijking $^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{238}_{95}\text{Am} + {}^{0}_{-1}\text{e}$: *2 punten.*

Maximumscore 3

22 □ antwoord: ^{238}Pu is een α-straler en vervalt dus tot ^{234}U. De halveringstijd van deze dochterkern is $2{,}4 \cdot 10^5$ jaar en deze is veel groter dan die van ^{238}Pu. De activiteit van de dochterkernen is dus te verwaarlozen ten opzichte van die van ^{238}Pu. (Er hoeft dus bij het berekenen van de activiteit van het radioactieve materiaal geen rekening gehouden te worden met het verval van de dochterkernen.)

- ^{234}U als dochterkern 1
- vergelijken van de halveringstijden 1

Maximumscore 5

23 □ Elementen van een berekening:

Voor de generator geldt $P(7) = A(7)U$ met $A(7) = 2{,}1 \cdot 10^{16}(\frac{1}{2})^{\frac{7{,}0}{87{,}7}}$ Bq en $U = 5{,}6 \cdot 10^6 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ J.
Er geldt $P_{\text{nuttig}} = 0{,}034P(7)$. Invullen levert als uitkomst: $P_{\text{nuttig}} = 0{,}61$ kW.

- inzicht dat $P(7) = A(7)U_{\text{reactie}}$ 1
- inzicht dat $A(7) = A(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ of: $A(7) = A(0)\,e^{-\lambda t}$ met $\lambda = \frac{\ln t}{t_{\frac{1}{2}}}$ 1
- gebruik van het rendement 1
- U_{reactie} in joule 1

Maximumscore 4

24 □ Elementen van een berekening:

$N = \frac{U_{\text{tot}}}{U_\alpha}$ met $U_\alpha = 8{,}8 \cdot 10^{-13}$ J en $U_{\text{tot}} = 75 \cdot 10^{-3}\,\frac{1{,}0 \cdot 10^{-5}}{20}$ J.
Invullen levert als uitkomst: $N = 4{,}3 \cdot 10^4$.

- inzicht dat $D = \frac{H}{20}$ 1
- inzicht dat $U_{\text{tot}} = mD$ 1
- inzicht dat $N = \frac{U_{\text{tot}}}{U_\alpha}$ 1

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores
	Maximumscore 3	
25 □	antwoord: 1e verschil: De halveringstijd van ^{239}Pu is $2{,}4 \cdot 10^4$ jaar en is dus veel (273 maal) groter dan die van ^{238}Pu; de activiteit van het ^{239}Pu is dus veel kleiner dan die van het ^{238}Pu (en dit verschil leidt tot een veel kleinere stralingsbelasting door ^{239}Pu). 2e verschil: De energie van het α-deeltje bij het verval van ^{239}Pu (5,1 MeV) is kleiner dan die bij het verval van ^{238}Pu (en dat leidt tot een kleinere stralingsbelasting door ^{239}Pu). Conclusie: De met ^{238}Pu besmette persoon ondervindt dus de grootste stralingsbelasting.	
	• eerste verschil	1
	• tweede verschil	1
	• conclusie	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