Natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Correctievoorschrift HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**01**

Tijdvak 2

Inzenden scores
Uiterlijk op 22 juni de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school op de daartoe verstrekte optisch leesbare formulieren naar de Citogroep 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. 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 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 83 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 (nieuwe 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

Antwoorden	Deel-scores

Opgave 1 Vliegen met menskracht

Maximumscore 3

1 □ uitkomst: $t = 5{,}0$ (uur)

voorbeeld van een berekening:

Voor de gemiddelde snelheid geldt: $v_{gem} = \frac{s}{t}$.

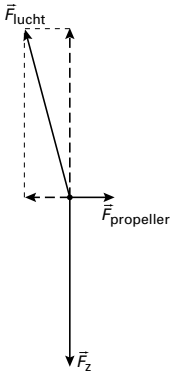
De gemiddelde snelheid van het vliegtuig is 8,9 m/s = 8,9·3,6 = 32,0 km/h.

Hieruit volgt dat $t = \frac{160}{32{,}0} = 5{,}0$ uur.

- gebruik van $v_{gem} = \frac{s}{t}$ **1**
- omrekenen van m/s naar km/h **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

2 □ voorbeelden van antwoorden:



methode 1
- tekenen van de verticale component gelijk en tegengesteld aan $\vec{F}_z$ **1**
- tekenen van de horizontale component gelijk en tegengesteld aan $\vec{F}_{propeller}$ **1**
- completeren van de constructie **1**

methode 2
- tekenen van de resultante van $\vec{F}_z$ en $\vec{F}_{propeller}$ **1**
- tekenen van de vector even groot en tegengesteld aan de resultante van $\vec{F}_z$ en $\vec{F}_{propeller}$ **2**

Maximumscore 3

3 □ uitkomst: $F_{propeller} = 21$ N

voorbeeld van een berekening:
Voor het vermogen geldt: $P = F_{propeller}v$, waarin $P = 184$ W en $v = 8{,}9$ m/s.

Hieruit volgt dat $F_{propeller} = \frac{184}{8{,}9} = 21$ N.

- gebruik van $P = Fv$ **1**
- constatering dat $P = 184$ W en $v = 8{,}9$ m/s **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

4 □ uitkomst: $a = 0{,}19$ m/s^2

voorbeelden van berekeningen:

methode 1
Voor de lift-offsnelheid geldt: $6{,}7 = at$,
terwijl voor de afgelegde weg tijdens het versnellen geldt: $120 = \frac{1}{2}at^2$.

Uit de eerste vergelijking volgt dat $t = \frac{6{,}7}{a}$.

Invullen in de tweede vergelijking geeft: $120 = \frac{1}{2}a\left(\frac{6{,}7}{a}\right)^2$.

Hieruit volgt dat $a = 0{,}19$ m/s^2.

- inzicht dat $6{,}7 = at$ **1**
- inzicht dat $120 = \frac{1}{2}at^2$ **1**
- completeren van de berekening **2**

methode 2
Tijdens het versnellen is de arbeid die de resulterende kracht op het vliegtuig verricht gelijk aan de toename van de kinetische energie: $Fs = \frac{1}{2}mv^2$,
waarin $F = ma$, $s = 120$ m en $v = 6{,}7$ m/s.
Dus $ma \cdot 120 = \frac{1}{2}m(6{,}7)^2$.

Hieruit volgt dat $a = \frac{(6{,}7)^2}{2 \cdot 120} = 0{,}19$ m/s^2.

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

methode 3

De gemiddelde snelheid van het vliegtuig tijdens het starten is gelijk aan $\frac{6{,}7}{2} = 3{,}35$ m/s.

Het starten duurt: $t = \frac{120}{3{,}35} = 35{,}8$ s.

Hieruit volgt dat $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6{,}7}{35{,}8} = 0{,}19$ m/s^2.

- inzicht dat $v_{gem} = \frac{1}{2}v_{eind}$ **1**
- inzicht dat $\Delta t = \frac{\Delta s}{v_{gem}}$ **1**
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Badkamerventilator

Maximumscore 3

5 □ uitkomst: De gevoeligheid van de sensor is gelijk aan 0,044 V per % (relatieve vochtigheid) (met een marge van 0,001 V per %).

voorbeeld van een bepaling:
De gevoeligheid is gelijk aan de helling van de grafiek.

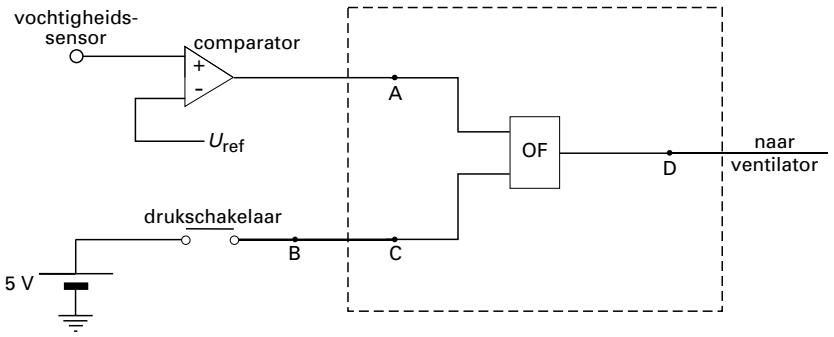
Hieruit volgt dat de gevoeligheid van de sensor gelijk is aan $\frac{4{,}4}{100} = 0{,}044$ V per % (relatieve vochtigheid).

- inzicht dat de gevoeligheid gelijk is aan de helling van de grafiek **1**
- aflezen van de grafiek **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerking
Als de reciproque waarde is bepaald: maximaal 2 punten.

Maximumscore 3

6 □ voorbeeld van een antwoord:



U_{ref} = 3,1 V

- tekenen van een OF-poort met aansluitingen **2**
- aflezen van U_{ref} (met een marge van 0,1 V) **1**

Maximumscore 3

7 □ voorbeeld van een antwoord:
De teller telt als de aan/uit van de teller hoog is en bovendien de reset laag is.
Op het moment dat de persoon opstaat, wordt de reset van de teller laag.
De uitgang van de geheugencel (die hoog was) blijft hoog, dus ook de aan/uit van de teller blijft hoog.
(De teller gaat dus tellen.)

- inzicht dat de teller telt als de aan/uit van de teller hoog is en de reset laag is **1**
- inzicht dat de reset van de teller laag wordt **1**
- inzicht dat de aan/uit van de teller hoog blijft (en de teller dus gaat tellen) **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

8 □ uitkomst: $t = 3{,}2 \cdot 10^2$ s

voorbeeld van een bepaling:
De ventilator slaat af als de geheugencel gereset wordt.
Dat gebeurt nadat 128 pulsen geteld zijn.

Eén puls duurt $\frac{1}{0{,}40} = 2{,}50$ s.

De ventilator slaat dus na $128 \cdot 2{,}50 = 3{,}2 \cdot 10^2$ s af.

- inzicht dat de ventilator afslaat als de geheugencel gereset wordt **1**
- inzicht dat dat gebeurt als er 128 pulsen geteld zijn **1**
- gebruik van $T = \frac{1}{f}$ of $f = \frac{1}{T}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

9 □ uitkomst: De energiekosten in een jaar zijn 4,5 euro.

voorbeeld van een berekening:
Voor de energie die de ventilator verbruikt, geldt: $E = Pt$.
De ventilator verbruikt in een jaar $0{,}045 \cdot 12 \cdot 52 = 28{,}1$ kWh.
De energiekosten in een jaar zijn dus gelijk aan $28{,}1 \cdot 0{,}16 = 4{,}5$ euro.

- gebruik van $E = Pt$ **1**
- berekenen van het aantal kWh dat verbruikt wordt in een jaar (of week, of dag) **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Vuurtoren

Maximumscore 3

10 □ uitkomst: $f = 0{,}78$ m

voorbeeld van een bepaling:
De afstand van de lamp tot het optisch middelpunt van de lens in de figuur is 3,9 cm.
De brandpuntsafstand is dus $20 \cdot 0{,}039 = 0{,}78$ m.

- opmeten van de afstand van de lamp tot het optisch middelpunt van de lens met een nauwkeurigheid van 0,1 cm **1**
- toepassen van de factor 20 **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als de afstand van de lamp tot de voorkant of de achterkant van de lens is bepaald: maximaal 2 punten.

Maximumscore 4

11 □ uitkomst: $\ell = 2{,}8$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van een draad geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$,

waarin $\rho = 55 \cdot 10^{-9}\ \Omega\text{m}$ en $A = \pi r^2 = \pi(\frac{0{,}35 \cdot 10^{-3}}{2})^2 = 9{,}62 \cdot 10^{-8}\ \text{m}^2$.

Hieruit volgt dat $\ell = \frac{1{,}6 \cdot 9{,}62 \cdot 10^{-8}}{55 \cdot 10^{-9}} = 2{,}8$ m.

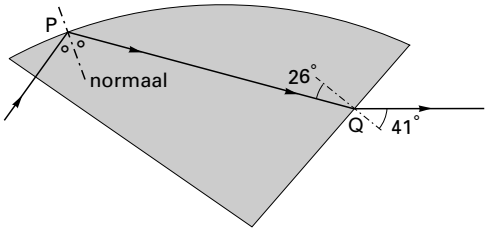
- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ **1**
- opzoeken van ρ **1**
- gebruik van $A = \pi r^2$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

12 □ uitkomst: n = 1,5 (met een marge van 0,1)

voorbeeld van een bepaling:



De invalshoek van de lichtstraal bij Q is gelijk aan 26º.
De brekingshoek van de lichtstraal bij Q is gelijk aan 41º.

Voor de breking van licht bij de overgang van het materiaal naar lucht geldt: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$.

Hieruit volgt dat $n = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{\sin 41°}{\sin 26°} = 1{,}5$.

- tekenen van de normaal **1**
- bepalen van i en r (elk met een marge van 1º) **1**
- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ (of : $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{\text{materiaal}\rightarrow\text{lucht}}$) **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

13 □ voorbeeld van een antwoord:
(Om zoveel mogelijk licht uit het prisma te krijgen) zal de lichtstraal volledig terugkaatsen.
Dan is de invalshoek groter dan de grenshoek.

- constatering dat er sprake is van volledige terugkaatsing **1**
- conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Trampolinespringen

Maximumscore 3

14 □ uitkomst: $h_1 = 0{,}81h_v$

voorbeeld van een bepaling:
Omdat de grafiek een rechte lijn door de oorsprong is, geldt: $h_1 = Ch_v$,
waarin C de helling van de lijn is.

Deze helling is gelijk aan $\frac{1{,}62}{2{,}0} = 0{,}81$.

Het verband tussen h_1 en h_v is dus: $h_1 = 0{,}81h_v$.

- inzicht dat geldt: $h_1 = Ch_v$ **1**
- inzicht dat C gelijk is aan de helling van de lijn **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerking
Als de waarde van de helling op 0,80 of 0,82 *is bepaald: goedrekenen.*

Maximumscore 3

15 □ uitkomst: $h_v = 1{,}6$ m

voorbeelden van berekeningen:

methode 1
Toepassen van de wet van behoud van energie geeft: $mgh_v = \frac{1}{2}mv^2$,
waarin $g = 9{,}81$ m/s^2.

Hieruit volgt dat $h_v = \frac{(5{,}6)^2}{2 \cdot 9{,}81} = 1{,}6$ m.

- toepassen van de wet van behoud van energie **2**
- completeren van de berekening **1**

methode 2

De valtijd wordt berekend met $t = \frac{v}{g}$,

waarin $v = 5{,}6$ m/s en $g = 9{,}81$ m/s^2.

Dus $t = \frac{5{,}6}{9{,}81} = 0{,}571$ s.

Voor de valhoogte geldt: $h_v = \frac{1}{2}gt^2$, dus $h_v = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}571)^2 = 1{,}6$ m.

- inzicht dat $t = \frac{v}{g}$ **1**
- gebruik van $h = \frac{1}{2}gt^2$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores
	Maximumscore 2	
16 □	voorbeeld van een antwoord: Bij dezelfde valhoogte de terugveerhoogte meten van personen met een verschillende massa.	
	• meten van de terugveerhoogte bij personen met verschillende massa	**1**
	• constant houden van de valhoogte	**1**
	Maximumscore 1	
17 □	uitkomst: h_v = 0,80 m (met een marge van 0,01 m)	
	Maximumscore 3	
18 □	uitkomst: h_2 = 2,17 m (met een marge van 0,05 m)	
	voorbeelden van bepalingen: methode 1 Bij een valhoogte van 1,10 m hoort een terugveerhoogte van 1,38 m. Bij deze nieuwe valhoogte hoort een terugveerhoogte van 1,73 m. Bij die valhoogte hoort een terugveerhoogte van 2,17 m.	
	• inzicht dat de terugveerhoogte gelijk is aan de volgende valhoogte	**1**
	• completeren van de bepaling	**2**
	methode 2 Uit de figuur volgt dat de terugveerhoogte steeds 1,25 maal groter is dan de valhoogte. Na drie keer springen wordt de terugveerhoogte dus $(1{,}25)^3 \cdot 1{,}10 = 2{,}15$ m.	
	• inzicht dat de terugveerhoogte steeds 1,25 maal groter is dan de springhoogte	**1**
	• inzicht dat na drie keer springen de terugveerhoogte gelijk is aan $(1{,}25)^3 \cdot 1{,}10$	**1**
	• completeren van de bepaling	**1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Tritium uit lichtgevend plastic horloge

Maximumscore 3

19 □ voorbeeld van een antwoord:
Bij bestraling bevindt de bron zich buiten het lichaam.
Bij besmetting bevindt de bron zich (op of) binnen het lichaam.
In het geval van tritium is dus sprake van besmetting.

- constatering dat bij bestraling de bron zich buiten het lichaam bevindt **1**
- constatering dat bij besmetting de bron zich (op of) binnen het lichaam bevindt **1**
- conclusie dat in het geval van tritium sprake is van besmetting **1**

Maximumscore 3

20 □ antwoord:

$^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$ of : $^{3}\mathrm{H} \rightarrow {}^{3}\mathrm{He} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

- elektron rechts van de pijl **1**
- He als vervalproduct **1**
- aantal nucleonen links en rechts kloppend **1**

Opmerking
Als een ander deeltje dan een elektron is gebruikt: maximaal 1 punt.

Maximumscore 3

21 □ uitkomst: Het duurt 36,9 jaar.

voorbeeld van een berekening:
De halveringstijd van tritium is 12,3 jaar.
Als de activiteit is afgenomen tot 12,5% zijn er drie halveringstijden verstreken.
Dat duurt dus $3 \cdot 12{,}3 = 36{,}9$ jaar.

- opzoeken van de halveringstijd **1**
- inzicht dat drie halveringstijden verstreken zijn als de activiteit is afgenomen tot 12,5% **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

22 □ voorbeeld van een antwoord:
Ten gevolge van het tritium vinden er $16 \cdot 10^{3}$ vervalreacties per seconde plaats.
In één jaar komt $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 16 \cdot 10^{3} \cdot 2{,}9 \cdot 10^{-15} = 1{,}46 \cdot 10^{-3}$ J vrij.
Het dosisequivalent H is dan gelijk aan:

$$H = 1 \cdot \frac{1{,}46 \cdot 10^{-3}}{70} = 2{,}1 \cdot 10^{-5} \text{ Sv.}$$

De extra stralingsbelasting van 0,02 mSv die in het artikel wordt genoemd, is dus juist.

- inzicht dat er $16 \cdot 10^{3}$ vervalreacties per seconde plaatsvinden **1**
- berekenen van de energie (in J) die in één jaar vrijkomt **1**
- completeren van de berekening (en conclusie) **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

23 □ voorbeelden van antwoorden:

methode 1
De dosislimiet is 1 mSv per jaar (voor individuele leden van de bevolking).
De extra stralingsbelasting ten gevolge van het tritium is klein ten opzichte van de dosislimiet.
Ik ben het dus eens met de laatste zin van het artikel.

- opzoeken van de dosislimiet **1**
- constatering dat de extra stralingsbelasting ten gevolge van het tritium klein is ten opzichte van de dosislimiet **1**
- conclusie **1**

methode 2
De dosislimiet is 1 mSv per jaar (voor individuele leden van de bevolking).
De extra stralingsbelasting ten gevolge van het tritium is weliswaar klein ten opzichte van de dosislimiet, maar deze straling moet worden opgeteld bij alle andere vormen van straling waarmee men in aanraking kan komen.
Ik ben het dus niet eens met de laatste zin van het artikel.

- opzoeken van de dosislimiet **1**
- constatering dat de extra stralingsbelasting ten gevolge van het tritium weliswaar klein is ten opzichte van de dosislimiet, maar dat deze straling moet worden opgeteld bij alle andere vormen van straling waarmee men in aanraking kan komen **1**
- conclusie **1**

Opmerking
Als de dosislimiet uit tabel 99E niet in het antwoord is betrokken: maximaal 1 punt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Benzinestation met zonnepanelen

Maximumscore 3

24 □ voorbeeld van een antwoord:
Uit het artikel blijkt dat de zonnepanelen per jaar 17280 kWh produceren.

In een jaar is de energieopbrenst per m^2 gelijk aan: $\frac{17280}{136} = 127$ kWh.

Dat is meer dan de energieopbrengst (90 kWh/m^2) van het meest gangbare type in Nederland.

- vinden van de informatie dat de zonnepanelen per jaar 17280 kWh produceren **1**
- berekenen van de jaaropbrengst per m^2 **1**
- consistente conclusie **1**

Maximumscore 4

25 □ uitkomst: $\eta = 15\%$ of $\eta = 0{,}15$

voorbeeld van een berekening:

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

waarin $E_{\text{nuttig}} = 17280$ kWh

en $E_{\text{in}} = 0{,}9 \cdot 136 \cdot 900 = 116 \cdot 10^3$ kWh.

Hieruit volgt dat $\eta = \frac{17280}{116 \cdot 10^3} \cdot 100\% = 15\%$.

- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\%$ **1**
- inzicht dat $E_{\text{nuttig}} = 17280$ kWh **1**
- berekenen van E_{in} **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

26 □ voorbeeld van een antwoord:
Het totale vermogen van de lampen is gelijk aan: $26 \cdot 50 = 1{,}30 \cdot 10^3$ W.
Per jaar verbruiken de lampen $1{,}30 \cdot 24 \cdot 365 = 1{,}14 \cdot 10^4$ kWh.
De zonnepanelen leveren meer energie ($1{,}73 \cdot 10^4$ kWh), dus de lampen kunnen het hele jaar branden op de energie die de zonnepanelen leveren.

- berekenen van het totale vermogen van de lampen **1**
- berekenen van het jaarlijks verbruik van de lampen **1**
- consistente conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

	Antwoorden	Deel-scores

Maximumscore 4

27 □ voorbeeld van een antwoord:
Verbranding van 1,0 m^3 aardgas in een elektriciteitscentrale levert $8{,}9 \cdot 0{,}32 = 2{,}85$ kWh elektrische energie op.

De BP-zonnepanelen besparen dus $\frac{17280}{2{,}85} = 6{,}067 \cdot 10^3$ m^3 aardgas.

De vermindering aan CO_2-uitstoot is gelijk aan: $6{,}067 \cdot 10^3 \cdot 2{,}8 = 17 \cdot 10^3$ kg.
(Dat is dus gelijk aan de in het artikel genoemde vermindering.)

- berekenen van de elektrische energie die een elektriciteitscentrale levert bij de verbranding van 1,0 m^3 aardgas **1**
- berekenen van de besparing van aardgas door de BP-zonnepanelen **1**
- inzicht dat de vermindering van de CO_2-uitstoot gelijk is aan de aardgasbesparing maal de uitstoot bij verbranding van 1 m^3 aardgas **1**
- completeren van de berekening (en 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