Natuurkunde

Correctievoorschrift VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20**00**

Tijdvak 1

Inzenden scores
Uiterlijk 2 juni de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school op de daartoe verstrekte optisch leesbare formulieren naar het Cito zenden.

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, 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;

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 90 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 VWO 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.

4 Antwoordmodel

Antwoorden	Deel-scores

Opgave 1 Keratotomie

Maximumscore 3

1 □ voorbeelden van antwoorden:
Bijziendheid: het convergerend vermogen van het oog is te sterk (waardoor een evenwijdig invallende lichtbundel (zelfs bij ongeaccomodeerd oog) geconvergeerd wordt naar een punt vóór het netvlies).
of
De oogas is te lang (waardoor een evenwijdig invallende lichtbundel (zelfs bij ongeaccomodeerd oog) geconvergeerd wordt naar een punt vóór het netvlies).
en
Verziendheid: het convergerend vermogen van het oog is te zwak (waardoor een evenwijdig invallende lichtbundel (bij ongeaccomodeerd oog) geconvergeerd wordt naar een punt achter het netvlies).
of
De oogas is te kort (waardoor een evenwijdig invallende lichtbundel (bij ongeaccomodeerd oog) geconvergeerd wordt naar een punt achter het netvlies).

Bijziendheid wordt verholpen, want door de geringere bolling van het hoornvlies wordt het convergerend vermogen van het oog kleiner (en dat is bij bijziendheid juist te groot).
of
Het minder bol maken van het netvlies komt overeen met een correctie met een negatieve lens. Deze correctie wordt uitgevoerd bij bijziendheid.

- omschrijving van bijziendheid **1**
- omschrijving van verziendheid **1**
- conclusie **1**

Maximumscore 4

2 □ uitkomst: afstand = 47 mm (met een marge van 2 mm)

voorbeeld van een berekening:
Opmeten: l_{neg} = 9,0 mm (met een marge van 0,5 mm).
Dus $N = \frac{b}{v} = \frac{9{,}0}{3{,}0} = 3{,}0$.
Hieruit volgt $b = 3{,}0v$.
Invullen in de lenzenformule levert $\frac{1}{3{,}0v} + \frac{1}{v} = \frac{1}{35}$.
Berekening levert v = 47 mm.

- opmeten van l_{neg} **1**
- bepalen van de vergroting **1**
- gebruik van de lenzenformule **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 5

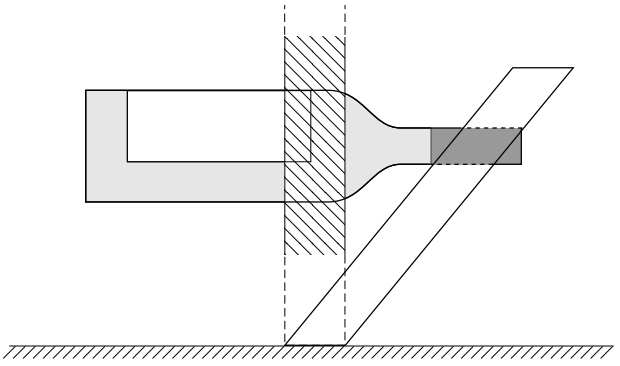
3 □ antwoord:
t_{laser} moet kleiner zijn als f groter wordt gekozen;
t_{laser} moet kleiner zijn als Δt groter wordt gekozen;
t_{laser} moet kleiner zijn als I groter wordt gekozen;
t_{laser} moet groter zijn als d groter wordt gekozen;
t_{laser} moet groter zijn als U* groter is.

- per relatie 1 punt toekennen

Opgave 2 Fles in evenwicht

Maximumscore 2

4 □ antwoord:



- linker grenslijn **1**
- rechter grenslijn **1**

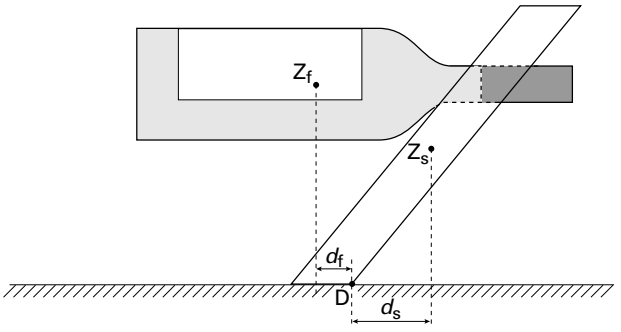
Opmerking 1
Als slechts een deel van het gebied is aangegeven (bijvoorbeeld één punt of een lijn): 1 punt.

Opmerking 2
Als er punten buiten het juiste gebied zijn aangegeven worden geen scorepunten aan deze vraag toegekend.

Maximumscore 4

5 □ uitkomst: m = 1,0 kg (met een marge van 0,1 kg)

voorbeeld van een berekening:



Opmeten van de armen levert: d_f = 8,8 mm en d_s = 19,5 mm.
De som van de momenten (ten opzichte van D) is nul, dus geldt $m_f d_f = m_s d_s$.

Dus $m_f = \frac{d_s}{d_f} m_f = \frac{19{,}5}{8{,}8} \cdot 0{,}45 = 1{,}0$ kg.

- inzicht dat beide armen bepaald moeten worden **1**
- bepalen van beide armen **1**
- gebruik van de hefboomwet **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Hefboomwet toegepast met massa's in plaats van zwaartekracht: geen aftrek.

Opgave 3 Magnetisch zweven

Maximumscore 4

6 □ antwoord:
Situatie C is juist.
Situatie A is onjuist omdat F_2 omlaaggericht moet zijn.
of
Situatie A is onjuist omdat F_1 niet even groot kan zijn als F_2.
Situatie B is onjuist omdat de resultante niet nul is.
Situatie D is onjuist omdat de twee magnetische krachten op de plaat aantrekkend zijn (dus hier in de verkeerde richting zijn getekend).

- keuze voor situatie C als juist **1**
- uitleg waarom situatie A onjuist is **1**
- uitleg waarom situatie B onjuist is **1**
- uitleg waarom situatie D onjuist is **1**

Maximumscore 2

7 □ voorbeeld van een antwoord:
Het beschreven systeem is een regelsysteem. De gemeten grootheid (de verticale positie van de plaat) wordt immers door het systeem bij verstoringen direct aangepast (er is sprake van terugkoppeling).

- inzicht in terugkoppeling **1**
- conclusie **1**

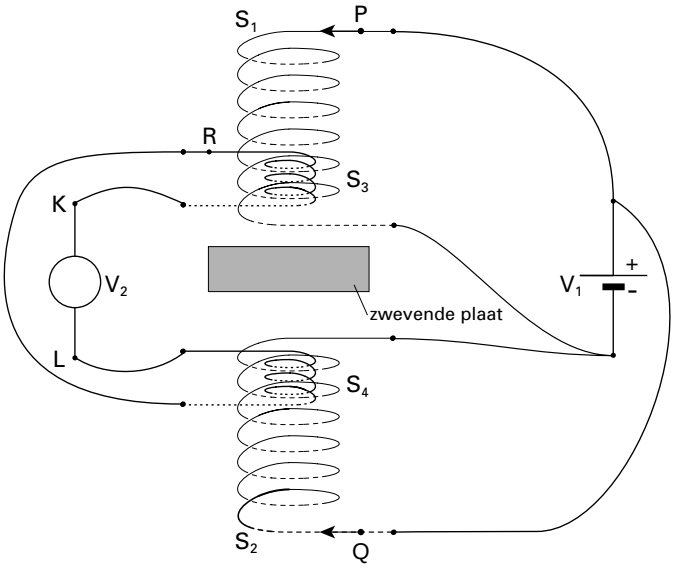
Maximumscore 3

8 □ voorbeeld van een antwoord:
De plaat zal weinig van plaats veranderen, zodat de grootte van het meetbereik niet belangrijk is. Het systeem moet wel op kleine veranderingen in de verticale positie van de plaat reageren, zodat de positiesensor gevoelig moet zijn. Aan de gevoeligheid zullen dus hogere eisen moeten worden gesteld dan aan het meetbereik.

- argumentatie voor het belang van het meetbereik **1**
- argumentatie voor het belang van de gevoeligheid **1**
- conclusie **1**

Maximumscore 3

9 □ antwoord:



- stroomrichtingen in P en Q **1**
- consequente aansluitingen van S_1 en S_2 op V_1 **1**
- parallelschakeling **1**

Maximumscore 4

10 □ voorbeeld van een antwoord:
Als de plaat zich te hoog bevindt, moet het magnetische veld van de bovenste spoelen afgezwakt worden. Daartoe moet het veld van S_3 tegengesteld zijn aan dat van S_1. De noordpool van S_3 moet dan dus boven zijn. Volgens een richtingregel moet de stroom dan door R naar rechts gaan. Daartoe moet aansluitpunt K een lagere potentiaal hebben dan L.

- inzicht dat het bovenste magnetische veld zwakker moet worden **1**
- consequente keuze van de veldrichting in S_3 **1**
- consequente bepaling van de stroomrichting door R **1**
- consequente conclusie **1**

Maximumscore 5

11 □ voorbeeld van een antwoord:
Je kunt B berekenen met $B = \mu_0 \frac{NI}{l_{\text{spoel}}}$, waarbij μ_0 opgezocht kan worden, N en l_{spoel} gegeven zijn en I volgt uit $V = IR$ met V gegeven.
R is te berekenen met $R = \rho \frac{l_{\text{draad}}}{A}$, waarbij ρ opgezocht kan worden en A gegeven is.
$l_{\text{draad}} = 480 \times 6{,}4$ cm.

- $B = \mu_0 \frac{NI}{l_{\text{spoel}}}$, met N en l_{spoel} gegeven en μ_0 opzoeken **1**
- $I = \frac{V}{R}$ met V gegeven **1**
- R volgt uit $R = \rho \frac{l_{\text{draad}}}{A}$, met A gegeven en ρ opzoeken **1**
- l_{draad} volgt uit $480 \times$ (omtrek winding) **1**
- de stappen in een logische volgorde **1**

Opgave 4 Radioactief jood

Maximumscore 3

12 □ antwoord: ${}^{124}_{52}\text{Te} + {}^{1}_{1}\text{p} \rightarrow {}^{123}_{53}\text{I} + 2\ {}^{1}_{0}\text{n}$

- linker deel van de reactievergelijking correct **1**
- ${}^{123}\text{I}$ als ontstaansproduct **1**
- reactievergelijking kloppend gemaakt met bestaande deeltjes **1**

Maximumscore 4

13 □ mogelijke argumenten met uitleg:

- Jood-123 is het meest geschikt, want bij het verval van jood-123 komt geen β-straling vrij, zodat de stralingsbelasting voor de patiënt (bij eenzelfde activiteit) minder groot is dan bij jood-131.
- Jood-123 heeft een (veel) kleinere (13,2 uur) halveringstijd dan jood-131 (8,0 dag), waardoor een kleinere hoeveelheid jood gebruikt kan worden.
- Jood-123 heeft een (veel) kleinere (13,2 uur) halveringstijd dan jood-131 (8,0 dag), waardoor de patiënt minder lang belast wordt.

Opmerking
Eén punt voor ieder argument en één punt voor de bijbehorende uitleg toekennen.

Maximumscore 5

14 □ uitkomst: $D = 2{,}2 \cdot 10^2$ Gy

voorbeeld van een berekening:
De energie van een β-deeltje is $U_\beta = 0{,}60 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6 = 0{,}961 \cdot 10^{-13}$ J.

$$N = \frac{A\tau}{\ln 2} = \frac{5{,}5 \cdot 10^9 \cdot 8{,}0 \cdot 24 \cdot 36 \cdot 10^2}{0{,}693} = 5{,}49 \cdot 10^{15}.$$

De ontvangen dosis is dus $D = \frac{U}{m} = \frac{0{,}10 \cdot 10^{-2} \cdot 5{,}49 \cdot 10^{15} \cdot 0{,}961 \cdot 10^{-13}}{2{,}4 \cdot 10^{-3}} = 2{,}2 \cdot 10^2$ Gy.

- opzoeken van U_β en berekenen van U_β in joule **1**
- berekenen van N **1**
- inzicht dat $U_{\text{uit}} = NU_\beta$ **1**
- inzicht dat $D = \frac{0{,}0010\, U_{\text{uit}}}{m}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

15 □ uitkomst: $t = 74$ dag

voorbeeld van een berekening:

Per milliliter geldt: $A(0) = \frac{1{,}2 \cdot 10^6}{1{,}1 \cdot 10^3} = 1{,}09 \cdot 10^3$ Bq.

Dus $\frac{N(t)}{N(0)} = \frac{A(t)}{A(0)} = \frac{1{,}85}{1{,}09 \cdot 10^3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8{,}0}}$.

Van het linkerlid en het rechterlid de natuurlijke logaritme nemen levert

$-6{,}38 = -\frac{t}{8{,}0} 0{,}693$. Hieruit volgt $t = 74$ dag.

- berekenen van de activiteit per ml,
  of
  berekenen van de toegestane activiteit voor 1,1 liter **1**
- inzicht dat $A(t) = A(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ of dat $A(t) = A(0)\mathrm{e}^{-\lambda t}$ **1**
- completeren van de berekening **2**

Opgave 5 Grot

Maximumscore 3

16 □ voorbeeld van een antwoord:
Omdat de spanning van de sensor (recht) evenredig is met de maximale snelheid van het midden van de snaar, moet zich daar een buik bevinden. Dit is het geval bij de tweede en de vierde boventoon.

- inzicht dat in het midden een buik moet zitten **2**
- tweede en vierde boventoon **1**

Maximumscore 3

17 □ uitkomst: $r = 3 \cdot 10^{-6}$ m

voorbeeld van een berekening:
$v = 2\pi fr\cos 2\pi ft$, dus $v_{max} = 2\pi fr$.
Dan is $v_{g,max} = 2\pi f_g r_g = 100 v_2 = 100 \cdot 2\pi f_2 r_2$. Hieruit volgt $f_g r_g = 100 \cdot f_2 r_2$.
Invullen van $r_g = 0{,}9 \cdot 10^{-3}$ m en $f_2 = 3f_g$ levert $0{,}9 \cdot 10^{-3} f_g = 100 \cdot 3 f_g r_2$.

Dus $r_2 = \frac{0{,}9 \cdot 10^{-3}}{300} = 3 \cdot 10^{-6}$ m.

- inzicht dat $v_{max} = 2\pi fr$ **1**
- gebruik van $f_2 = 3f_g$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Invloed van de frequentie 'vergeten': maximaal 1 punt.

Maximumscore 5

18 □ uitkomst: $f_g = 1{,}2$ kHz

voorbeeld van een berekening:
Massa $m = \pi r^2 l\rho = \pi(0{,}40\cdot10^{-3})^2\cdot14{,}2\cdot10^{-2}\cdot7{,}8\cdot10^3 = 5{,}57\cdot10^{-4}$ kg.

Snelheid $v = \sqrt{\frac{F_s l_s}{m}} = \sqrt{\frac{4{,}8\cdot10^2\cdot14{,}2\cdot10^{-2}}{5{,}57\cdot10^{-4}}} = 350\ \text{m s}^{-1}$.

Golflengte $\lambda_g = 2\cdot14{,}2\cdot10^{-2} = 28{,}4\cdot10^{-2}$ m.

De grondfrequentie is dus $f_g = \frac{v}{\lambda_g} = \frac{350}{28{,}4\cdot10^{-2}} = 1{,}2\cdot10^3$ Hz (=1,2 kHz).

- gebruik van $m = \rho V$ en $V = \frac{\pi d^2 l_s}{4}$ **1**
- berekenen van m **1**
- berekenen van v **1**
- inzicht dat $\lambda = 2l_s$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

19 □ antwoord: $[E] = \frac{[\Delta F_k]\cdot[l_k]}{[A]\cdot[\Delta l_k]} = \text{N m}^{-2} = \text{kg m}^{-1}\text{ s}^{-2}$

- E uitdrukken in de andere grootheden **1**
- E in N m^{-2} **1**
- uitdrukken in grondeenheden **1**

Maximumscore 3

20 □ uitkomst: $\Delta F_k = 3{,}9\cdot10^6$ N

voorbeeld van een berekening:

$\frac{\Delta l_s}{\Delta l_k} = \frac{l_s}{l_k}$, dus $\frac{6{,}1\cdot10^{-5}}{\Delta l_k} = \frac{14{,}2\cdot10^{-2}}{2{,}32}$. Hieruit volgt $\Delta l_k = 9{,}97\cdot10^{-4}$ m.
Invullen van deze Δl_k en van de gegeven waarden voor l_k, A en E in de gegeven formule levert $\Delta F = \frac{4{,}5\cdot10^{-2}\cdot2{,}0\cdot10^{11}}{2{,}32}\cdot9{,}97\cdot10^{-4} = 3{,}9\cdot10^6$ N.

- inzicht dat $\frac{\Delta l}{l}$ voor kolom en snaar gelijk zijn **1**
- berekenen van Δl_k of van $\frac{\Delta l_s}{l_s}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 4

21 □ voorbeeld van een antwoord:
De procentuele verandering van λ is gelijk aan die van l_s en is dus 0,043%.

De procentuele verandering van F_s is gelijk aan $\frac{42}{480} \cdot 100\% = 8{,}8\%$.

De verandering van F_s heeft (ondanks het wortelteken) dus de grootste invloed op v.
Omdat F_s afneemt, neemt (volgens de formule) ook f af.

- inzicht dat de procentuele veranderingen van l_s en λ gelijk zijn **1**
- berekenen van de procentuele verandering van F_s **1**
- inzicht dat de verandering van F_s de doorslag geeft **1**
- inzicht dat f daardoor afneemt **1**

Opmerking
Indien de nieuwe frequentie berekend is en daaruit de conclusie is getrokken: geen aftrek.

Opgave 6 Ozon

Maximumscore 3

22 □ voorbeeld van een antwoord:
De aangeslagen waterstofmoleculen vallen niet rechtstreeks naar het oorspronkelijke energieniveau terug. De (ultraviolette) fotonen die worden uitgezonden hebben daardoor minder energie dan de van de laser afkomstige fotonen. De laser zendt dus de meest energierijke fotonen uit, namelijk die met een golflengte van 308 nm.

- inzicht dat een waterstofmolecuul een minder energierijk foton uitzendt dan het heeft geabsorbeerd **1**
- inzicht dat golflengte en fotonenergie omgekeerd evenredig zijn **1**
- conclusie **1**

Maximumscore 4

23 □ uitkomst: $\Delta t = 0{,}35$ ms

voorbeeld van een berekening:
Het maximale wegverschil tussen twee fotonen bedraagt $\Delta s = 2(60 - 8{,}0) = 104$ km.

Dus $\Delta t = \frac{\Delta s}{c} = \frac{1{,}04 \cdot 10^5}{3{,}00 \cdot 10^8} = 3{,}5 \cdot 10^{-4}$ s.

- gebruik van $x = vt$ **1**
- gebruik van de lichtsnelheid **1**
- gebruik van de factor 2 **1**
- completeren van de berekening **1**

	Antwoorden	Deel-scores

Maximumscore 4

24 □ uitkomst: $P = 1{,}4 \cdot 10^{-15}$ W (met een marge van $0{,}4 \cdot 10^{-15}$ W)

voorbeeld van een berekening:
Uit de grafiek is af te lezen dat $\log N(40) = 3{,}4$, dus $N(40) = 10^{3{,}4} = 2{,}51 \cdot 10^3$.

Voor de energie van een foton geldt $U = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3{,}00 \cdot 10^8}{353 \cdot 10^{-9}} = 5{,}63 \cdot 10^{-19}$ J.

Het ontvangen vermogen is dus $P = N(40)U = 2{,}51 \cdot 10^3 \cdot 5{,}63 \cdot 10^{-19} = 1{,}4 \cdot 10^{-15}$ W.

- inzicht dat $P = N(40)\ U$ **1**
- gebruik van $U = \frac{hc}{\lambda}$ **1**
- gebruik van $N = 10^{3{,}4}$ of van $N = 10^{3{,}5}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

25 □ voorbeeld van een antwoord:
Voor de lagen I en VI verandert de verhouding $N_{308} : N_{353}$ niet, dus daar is geen ozon aanwezig. Voor de andere lagen verandert de verhouding $N_{308} : N_{353}$ wel, dus daar is wel ozon aanwezig.

- inzicht dat in een laag slechts ozon aanwezig is als de grafiek in figuur 14 in een overeenkomstig gebied niet horizontaal is **2**
- in de lagen II tot en met V is dus ozon aanwezig **1**

Opmerking
Antwoord zonder toelichting: 0 punten.

Einde