natuurkunde 1,2

Correctievoorschrift HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**04**

Tijdvak 1

inzenden scores
Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma Wolf of vul de scores in op de optisch leesbare formulieren.
Zend de gegevens uiterlijk op 2 juni naar de Citogroep.

natuurkundeuitgelegd.nl

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Een beoordelingsmodel

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 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.
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 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;

natuurkundeuitgelegd.nl

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;
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.

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 beoordelingsmodel anders is vermeld.

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

6 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een toets of in het beoordelingsmodel bij die toets een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof toets 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.

7 Voor deze toets kunnen maximaal 81 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.

3 Vakspecifieke regels

Voor het vak natuurkunde 1,2 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 Broodrooster

Maximumscore 4

1 □ uitkomst: $R = 141\,\Omega$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Het vermogen van één gloeistaaf is gelijk aan $\frac{750}{2} = 375$ W.

Uit $P = UI$ volgt dat $I = \frac{P}{U} = \frac{375}{230} = 1{,}630$ A.

Uit $U = IR$ volgt dan dat $R = \frac{U}{I} = \frac{230}{1{,}630} = 141\,\Omega$.

- inzicht dat het vermogen van één gloeistaaf 375 W is — 1
- berekenen van de stroomsterkte uit $P = UI$ — 1
- gebruik van $U = IR$ — 1
- completeren van de berekening — 1

methode 2

Uit $P = UI$ volgt dat de totale stroomsterkte gelijk is aan $I = \frac{P}{U} = \frac{750}{230} = 3{,}261$ A.

Omdat de gloeistaven parallel geschakeld zijn, is de stroomsterkte door één gloeistaaf $\frac{3{,}261}{2} = 1{,}630$ A.

Uit $U = IR$ volgt dan dat $R = \frac{U}{I} = \frac{230}{1{,}630} = 141\,\Omega$.

- berekenen van de totale stroomsterkte uit $P = UI$ — 1
- inzicht dat de stroomsterkte door één gloeistaaf gelijk is aan $\frac{1}{2}I$ — 1
- gebruik van $U = IR$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Maximumscore 3

2 □ voorbeeld van een antwoord:

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

Stel dat de gloeistaaf massief is. De (hypothetische) weerstand van de staaf is dan te berekenen want de lengte ℓ is te meten, de doorsnede A te berekenen en de soortelijke weerstand ρ op te zoeken.

Door de op deze manier berekende weerstand te vergelijken met de werkelijke waarde kan geconcludeerd worden welke mogelijkheid zich voordoet.

- noemen van $R = \rho\frac{\ell}{A}$ — 1
- inzicht dat voor de massieve staaf drie grootheden uit de formule bekend of meetbaar zijn en de vierde grootheid te berekenen is — 1
- inzicht dat geconcludeerd kan worden welke mogelijkheid zich voordoet door de op deze manier berekende vierde grootheid te vergelijken met de werkelijke waarde — 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

3 ☐ uitkomst: $T = 1{,}04 \cdot 10^3$ K of 767 °C

voorbeeld van een berekening:
Er geldt $P_{straling} = 3{,}20 \cdot 10^{-10} \cdot T^4$.
Alle elektrische energie wordt omgezet in warmte, dus $P_{straling}$ is gelijk aan 375 W.

Hieruit volgt dat $T = \sqrt[4]{\frac{375}{3{,}20 \cdot 10^{-10}}} = 1{,}04 \cdot 10^3$ K.

(De temperatuur in °C is dan $T = 1{,}04 \cdot 10^3 - 273 = 767$ °C.)

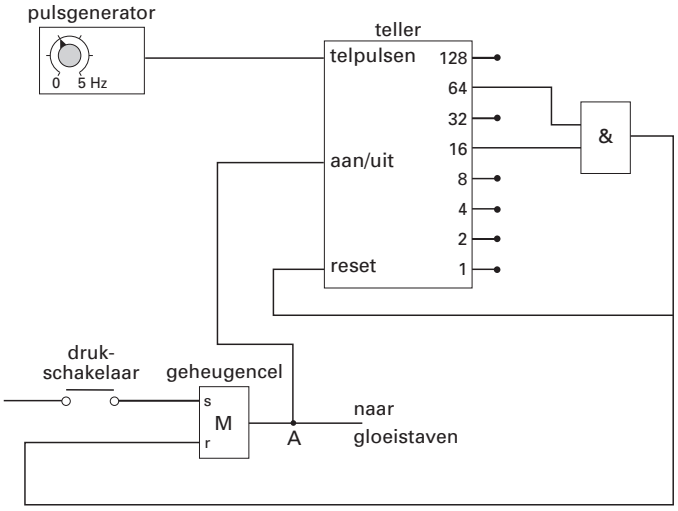
- inzicht dat uit de formule volgt dat $T = \sqrt[4]{\frac{P_{straling}}{3{,}20 \cdot 10^{-10}}}$ **1**
- completeren van de berekening **2**

Opmerking
Als voor het vermogen 750 W *is ingevuld: geen aftrek.*

Maximumscore 5

4 ☐ voorbeelden van een antwoord:

methode 1

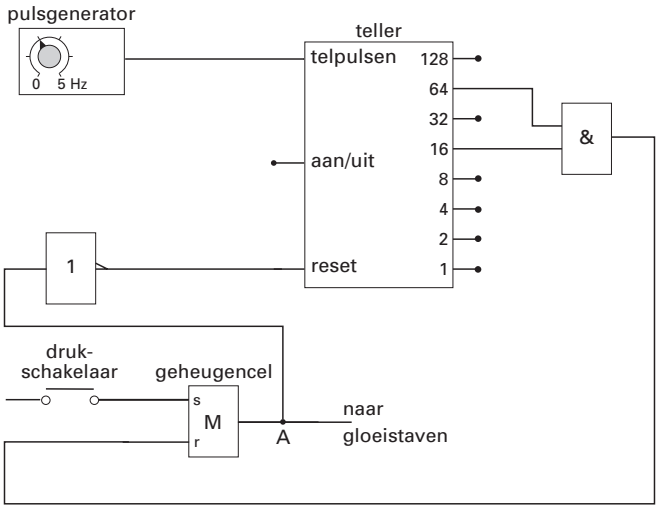


- verbinden van de uitgang van de geheugencel met de aan/uit van de teller **1**
- inzicht dat de teller tot 80 moet tellen **1**
- inzicht dat de uitgangen 16 en 64 van de teller op een EN-poort moeten worden aangesloten **1**
- juist resetten van de geheugencel **1**
- juist resetten van de teller **1**

Opmerking
Als door extra verbindingen en/of verwerkers een niet werkende schakeling is getekend: maximaal 2 punten.

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2



- verbinden van de uitgang van de geheugencel met de ingang van een invertor en van de uitgang van de invertor met de reset van de teller **2**
- inzicht dat de teller tot 80 moet tellen **1**
- inzicht dat de uitgangen 16 en 64 van de teller op een EN-poort moeten worden aangesloten **1**
- juist resetten van de geheugencel **1**

Opmerking
Als door extra verbindingen en/of verwerkers een niet werkende schakeling is getekend: maximaal 2 punten.

Maximumscore 2

5 ☐ voorbeeld van een antwoord:
(Omdat men dezelfde uitgang van de teller gebruikt, telt de teller een even groot aantal pulsen.)
Om de gloeitijd langer te maken, moet de pulsperiode groter zijn.
(Uit $T = \frac{1}{f}$ volgt) dat dan een lagere frequentie moet worden ingesteld.

- inzicht dat de pulsperiode groter moet zijn om de gloeitijd langer te maken **1**
- conclusie dat de frequentie lager moet worden **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 G-Force

Maximumscore 3

6 ☐ uitkomst: De G-force op Jo is gelijk aan 2,6.

voorbeeld van een berekening:
Uit de grafiek blijkt dat de maximale waarde van $F_{stoel} = 1{,}68 \cdot 10^3$ N.
De zwaartekracht F_z op Jo: $mg = 65 \cdot 9{,}81 = 638$ N.
Hieruit volgt dat de G-force op Jo gelijk is aan $\frac{F_{stoel}}{F_z} = \frac{1{,}68 \cdot 10^3}{638} = 2{,}6$.

- aflezen van de maximale waarde van F_{stoel} (met een marge van 20 N) 1
- berekenen van F_z 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
Als wordt geantwoord 2,6g *of* 2,6G*: goed rekenen.*
Als wordt geantwoord 2,6 N*: maximaal 2 punten.*

Maximumscore 3

7 ☐ voorbeeld van een berekening:
Voor de snelheid geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$, waarin $r = 7{,}9$ m
en $T = \frac{56{,}0 - 42{,}8}{3} = 4{,}4$ s.
Hieruit volgt dat $v = \frac{2\pi \cdot 7{,}9}{4{,}4} = 11$ m/s.

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- bepalen van T (met een marge van 0,1 s) 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Omdat moet worden aangetoond dat v = 11 m/s*, hoeft in de uitkomst van* v *niet op significantie en de eenheid gelet te worden.*

Maximumscore 2

8 ☐ uitkomst: $F_{mpz} = 1{,}0 \cdot 10^3$ N

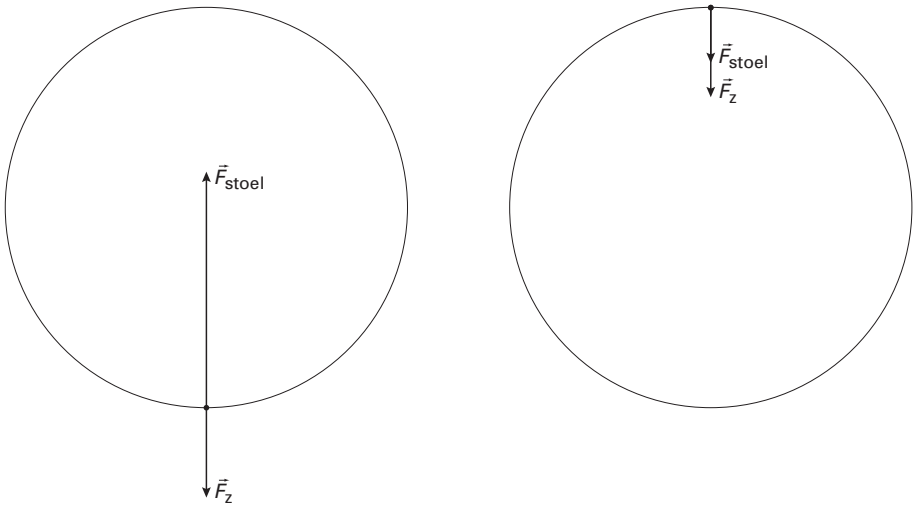
voorbeeld van een berekening:
Voor de middelpuntzoekende kracht geldt: $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$,
waarin $m = 65$ kg, $v = 11$ m/s en $r = 7{,}9$ m.
Hieruit volgt dat $F_{mpz} = \frac{65 \cdot (11)^2}{7{,}9} = 1{,}0 \cdot 10^3$ N.

- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

9 ☐ antwoord:



- tekenen van de juiste richting van $\vec{F}_{stoel}$ **1**
- inzicht dat $\vec{F}_{stoel,\ boven} < \vec{F}_{stoel,\ beneden}$ **1**
- tekenen van de juiste grootte van $\vec{F}_{stoel}$ (lengte 7 mm met een marge van 2 mm) **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Dynamo van Clarke

Maximumscore 2

10 □ voorbeelden van een antwoord:
- De fluxverandering per tijdseenheid is op dat tijdstip het grootst.
- De steilheid van de fluxgrafiek is op dat tijdstip het grootst.

Maximumscore 3

11 □ mogelijke manieren (drie van de volgende):
- sneller draaien
- een sterkere magneet aanbrengen
- een spoel met meer windingen gebruiken
- (meer) weekijzer in de spoel aanbrengen

- per manier **1**

Opmerking
Als wordt geantwoord "het oppervlak van de spoelen vergroten": goed rekenen.

Maximumscore 3

12 □ uitkomst: $f = 5{,}0$ Hz

voorbeeld van een bepaling:

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T}$.

Uit de grafiek volgt dat $T = 0{,}20$ s.

Hieruit volgt dat $f = \frac{1}{0{,}20} = 5{,}0$ Hz.

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ **1**
- inzicht dat $T = 0{,}20$ s **1**
- completeren van de bepaling **1**

Maximumscore 2

13 □ voorbeeld van een antwoord:
$U_{\text{eff}} = 58$ V,
omdat de effectieve spanning tussen 0 V en de topwaarde moet liggen.

- constatering dat $U_{\text{eff}} = 58$ V **1**
- inzicht dat de effectieve spanning tussen 0 V en de topwaarde moet liggen **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Energie voor verre reizen

Maximumscore 3

14 □ uitkomst: $t = 4{,}7 \cdot 10^3$ s

voorbeeld van een berekening:
De radiosignalen bewegen met de lichtsnelheid $c = 3{,}00 \cdot 10^8$ m/s.

Voor de tijd die de radiosignalen nodig hebben om de aarde te bereiken geldt: $t = \frac{s}{v}$.

Dus $t = \frac{1{,}4 \cdot 10^{12}}{3{,}00 \cdot 10^8} = 4{,}7 \cdot 10^3$ s.

- opzoeken van de lichtsnelheid **1**
- gebruik van $s = vt$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

15 □ voorbeeld van een antwoord:
De Cassini-sonde gaat naar de planeet Saturnus die zich op grote afstand van de zon bevindt.
De intensiteit van de zonnestraling is daar te klein om met behulp van zonnepanelen voldoende elektrische energie op te wekken (de zonnepanelen zouden dan een te groot oppervlak moeten hebben).

- constatering dat de afstand tot de zon groot is **1**
- constatering dat de intensiteit van de zonnestraling klein is **1**

Opmerking
Als wordt geantwoord dat er te weinig licht op de panelen valt omdat de sonde zich bij elke omloop enige tijd in de schaduw van Saturnus bevindt: goed rekenen.

Maximumscore 5

16 □ uitkomst: $m = 6{,}6 \cdot 10^{-6}$ (kg)

voorbeeld van een berekening:
Per seconde vervallen er $2{,}1 \cdot 10^{16}$ kernen plutonium.
De hoeveelheid energie die daarbij vrijkomt is:
$E = 2{,}1 \cdot 10^{16} \cdot 5{,}6 \cdot 10^6 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 1{,}88 \cdot 10^4$ J.
In 1,0 jaar komt $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1{,}88 \cdot 10^4 = 5{,}93 \cdot 10^{11}$ J vrij.
Voor de massa die wordt omgezet in energie geldt: $E = mc^2$, waarin $c = 3{,}00 \cdot 10^8$ m/s.
Hieruit volgt dat $m = \frac{5{,}93 \cdot 10^{11}}{(3{,}00 \cdot 10^8)^2} = 6{,}6 \cdot 10^{-6}$ kg.

- inzicht dat er per seconde $2{,}1 \cdot 10^{16}$ kernen vervallen **1**
- berekenen van de energie die per seconde vrijkomt (in J, eV of MeV) **1**
- berekenen van de energie die in 1,0 jaar vrijkomt **1**
- gebruik van $E = mc^2$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als in plaats van de formule $E = mc^2$ de omrekeningsfactor van eV *(of* MeV*) naar* kg *wordt gebruikt: goed rekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 2

17 □ voorbeeld van een antwoord:
De halveringstijd van Pu-238 is 88 jaar. Zo'n ruimtereis duurt dus vele halveringstijden. De activiteit van het plutonium zal dan (aanzienlijk) afnemen. Pu-238 is dus niet geschikt als energiebron.

- inzicht dat zo'n reis vele halveringstijden duurt — 1
- inzicht dat de activiteit dan (aanzienlijk) afneemt en conclusie dat plutonium niet geschikt is als energiebron — 1

Opmerking
Een antwoord zonder uitleg: 0 punten.

Maximumscore 2

18 □ voorbeelden van verschillen (twee van de volgende):
- Een kernreactor werkt op basis van kernsplijting en een RTG op basis van radioactief verval.
- In een kernreactor moet/kan de energieproductie geregeld worden en bij een RTG niet.
- In een kernreactor kan een lawine-effect/kettingreactie optreden en in een RTG niet.
- Een kernreactor moet gekoeld worden en een RTG niet.

- per verschil — 1

Opmerking
Ook verschillen zoals 'in een kernreactor nemen de kernen neutronen op' of 'in een kernreactor komen (bij splijting van kernen) neutronen vrij': goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Springen vanuit stand

Maximumscore 2

19 ☐ uitkomst: $t = 0,20$ s

voorbeeld van een berekening:
Tussen beeldje 1 en beeldje 6 zitten 5 periodes.
De tijd die daarmee correspondeert is gelijk aan $\frac{5}{25} \cdot 1,0 = 0,20$ s.

- inzicht dat er 5 periodes zitten tussen beeldje 1 en beeldje 6 of dat de tijd tussen twee beeldjes 0,04 s is — **1**
- completeren van de berekening — **1**

Maximumscore 2

20 ☐ uitkomst: $\Delta h = 0,30$ m (met een marge van 0,02 m)

voorbeeld van een bepaling:
De springer zakt door de knieën tussen $t = 0$ en $t = 0,6$ s.
Uit de grafiek blijkt dat $\Delta h = 1,26 - 0,96 = 0,30$ m.

- inzicht dat de springer tussen $t = 0$ en $t = 0,6$ s door de knieën zakt — **1**
- completeren van de bepaling — **1**

Maximumscore 3

21 ☐ uitkomst: $v = 2,8$ m/s (met een marge van 0,4 m/s)

voorbeeld van een bepaling:
De snelheid correspondeert met de steilheid van de raaklijn aan de kromme op het tijdstip $t = 0,90$ s.
Dat geeft: $v = \frac{1,80 - 0,60}{1,09 - 0,66} = 2,8$ m/s.

- inzicht dat de snelheid correspondeert met de steilheid van de raaklijn aan de kromme op het tijdstip $t = 0,90$ s — **1**
- aflezen van de waarden van de hoogte en de tijd van twee punten op de raaklijn — **1**
- completeren van de bepaling — **1**

Opmerkingen
Als het probleem is opgelost met behulp van energiebehoud tussen de tijdstippen 0,90 s *en* 1,20 s*: goed rekenen.*
Als twee punten van het (min of meer) lineaire gedeelte van de grafiek genomen zijn: maximaal 2 punten.
Als de gemiddelde snelheid in een niet lineair gedeelte van de grafiek is bepaald: 0 punten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 5

22 ☐ uitkomst: $P_{gem} = 1{,}8 \cdot 10^3$ W (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^3$ W)

voorbeeld van een bepaling:

Voor het gemiddelde vermogen van de springer geldt: $P_{gem} = \frac{W}{\Delta t}$.

Hierin is de tijd dat hij afzet: $\Delta t = 0{,}90 - 0{,}60 = 0{,}30$ s.

W is gelijk aan de toename van de zwaarte-energie van de springer tussen $t = 0{,}60$ en $1{,}20$ s.

Dus $W = mg\Delta h = 76 \cdot 9{,}81 \cdot (1{,}70 - 0{,}96) = 552$ J.

Hieruit volgt dat $P_{gem} = \frac{552}{0{,}30} = 1{,}8 \cdot 10^3$ W.

- gebruik van $P_{gem} = \frac{W}{\Delta t}$ **1**
- inzicht dat $\Delta t = 0{,}30$ s **1**
- gebruik van $E_z = mgh$ **1**
- bepalen van Δh **1**
- completeren van de bepaling **1**

Maximumscore 3

23 ☐ voorbeeld van een antwoord:

(In deze situatie geldt $\Delta E_k = Fs$.)

ΔE_k is de kinetische energie van de springer vlak voor het neerkomen / ΔE_k heeft een bepaalde waarde.

Door door te zakken wordt de remafstand vergroot en dus de remkracht of de kracht op het lichaam verkleind.

- inzicht dat ΔE_k de kinetische energie van de springer vlak voor het neerkomen is / dat ΔE_k een bepaalde waarde heeft **1**
- inzicht dat door door te zakken de remafstand wordt vergroot **1**
- inzicht dat daardoor de remkracht of de kracht op het lichaam kleiner wordt **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Schaduw?

Maximumscore 4

24 ☐ uitkomst: $f = 0{,}16$ m

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

De brandpuntsafstand kan berekend worden met behulp van de lenzenformule: $\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$.

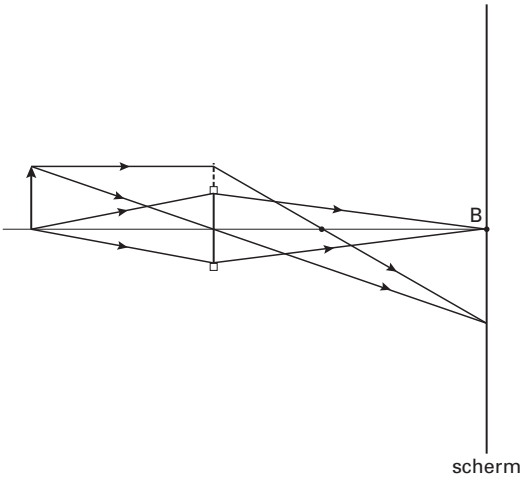
In de figuur kunnen v en b worden opgemeten: $v = 2{,}6$ cm en $b = 3{,}9$ cm.

In werkelijkheid betekent dat dat $v = 26$ cm en $b = 39$ cm.

Hieruit volgt: $\frac{1}{f}=\frac{1}{26}+\frac{1}{39}=0{,}0641$, dus $f=\frac{1}{0{,}0641}=16$ cm $= 0{,}16$ m.

- gebruik van $\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$ **1**
- opmeten van v en b (elk met een marge van 0,1 cm) **1**
- toepassen van de schaalfactor **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2



- construeren van het beeld van een pijl die op de plaats van de lamp is geplaatst **2**
- opmeten van f **1**
- toepassen van de schaalfactor **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

25 □ uitkomst: De afstand tussen de lens en het scherm is gelijk aan 1,2 m (met een marge van 0,1 m).

voorbeelden van een berekening/bepaling:

methode 1
Als de diameter van de lichtvlek tweemaal zo groot is als de diameter van de lens, is (op grond van de gelijkvormigheid van de betreffende driehoeken) de afstand tussen B en het scherm tweemaal zo groot als de afstand van de lens tot B (de beeldafstand).
De afstand tussen de lens en het scherm is dan driemaal zo groot als de beeldafstand en dus gelijk aan $3 \cdot 0,039 \cdot 10 = 1,2$ m.

- inzicht dat, als de diameter van de lichtvlek tweemaal zo groot is als de diameter van de lens, (op grond van de gelijkvormigheid van de betreffende driehoeken) de afstand tussen B en het scherm tweemaal zo groot is als de afstand van de lens tot B (de beeldafstand) **1**
- inzicht dat de afstand tussen de lens en het scherm dan driemaal zo groot is als de beeldafstand **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerking
Als bij de oplossing van vraag 24 *de schaalfactor niet is toegepast en als dat hier opnieuw achterwege blijft: geen aftrek.*

methode 2
In de figuur worden een lichtstraal en de hoofdas doorgetrokken.
Vervolgens wordt de positie van het scherm bepaald waarbij de diameter van de lichtcirkel tweemaal zo groot is als de diameter van de lens.
De afstand van lens tot scherm is dan $0,12 \cdot 10 = 1,2$ m.

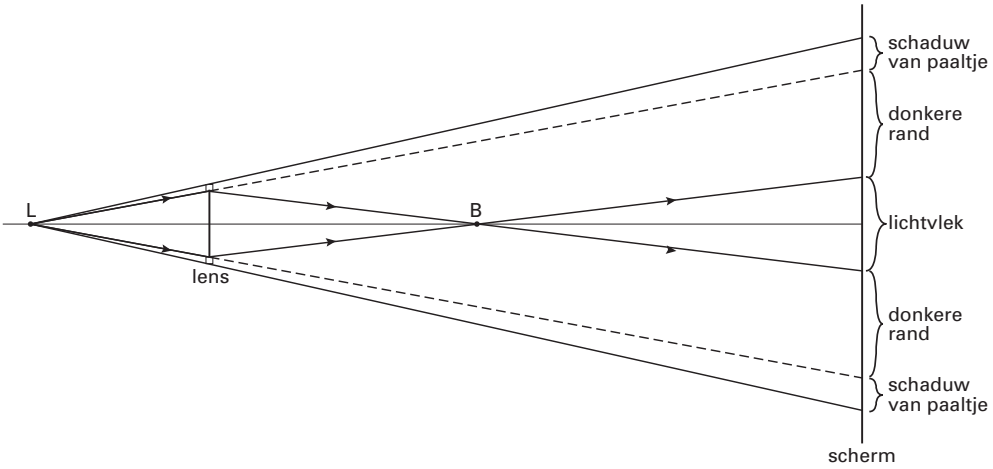
- doortrekken van een lichtstraal en de hoofdas **1**
- bepalen van de positie van het scherm waarbij de diameter van de lichtcirkel tweemaal zo groot is als de diameter van de lens **1**
- completeren van de bepaling **1**

Opmerking
Als bij de oplossing van vraag 24 *de schaalfactor niet is toegepast en als dat hier opnieuw achterwege blijft: geen aftrek.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

26 ☐ voorbeeld van een antwoord:



- trekken van de twee lijnen die de schaduw van een paaltje begrenzen **1**
- aangeven van het schaduwbeeld van een paaltje op het scherm **1**
- aangeven van de donkere rand op het scherm **1**
- aangeven van de lichtvlek op het scherm **1**

Opmerkingen
Als alleen het bovenste gedeelte of alleen het onderste gedeelte is getekend: goed rekenen.
Voor een tekening waarin zowel de 'schaduw' van de paaltjes, de donkere rand als de lichtvlek zich binnen de gegeven lichtstralen bevinden: 0 punten.

Maximumscore 3

27 ☐ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
De bundel achter de lens moet dan minder convergeren.
Er moet dus een zwakkere lens genomen worden.

- inzicht dat de bundel dan minder moet convergeren **2**
- inzicht dat dan een zwakkere lens genomen moet worden **1**

methode 2
De beeldafstand wordt dan groter.
Uit $\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$ volgt dat $\frac{1}{f}$ dan kleiner is.
De brandpuntsafstand moet dus groter zijn en de lens dus zwakker.

- inzicht dat de beeldafstand groter wordt **1**
- inzicht dat uit $\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$ volgt dat $\frac{1}{f}$ kleiner is **1**
- inzicht dat f dus groter moet zijn en de lens dus zwakker **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