Natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Correctievoorschrift VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20**01**

Tijdvak 1

Inzenden scores
Uiterlijk op 30 mei de scores van de alfabetisch eerste tien 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 80 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) 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

Antwoorden	Deel-scores

Opgave 1 Hoogspanningskabel

Maximumscore 4

1 □ uitkomst: $1{,}4\cdot10^3$ (draden)
voorbeeld van een berekening:

methode 1

Uit $R = \frac{\rho l}{A}$ volgt $A_{\text{kabel}} = \frac{\rho l}{R} = \frac{17\cdot10^{-9}\cdot 3{,}0\cdot10^3}{7{,}2\cdot10^{-2}} = 7{,}08\cdot10^{-4}$ m^2.

Er geldt $A_{\text{draad}} = \pi(0{,}40\cdot10^{-3})^2 = 5{,}03\cdot10^{-7}$ m^2.

Dus het aantal draden in de kabel is $\frac{A_{\text{kabel}}}{A_{\text{draad}}} = \frac{7{,}08\cdot10^{-4}}{5{,}03\cdot10^{-7}} = 1{,}4\cdot10^3$.

- gebruik van $R = \frac{\rho l}{A}$ en opzoeken van ρ **1**
- berekenen van A_{kabel} **1**
- berekenen van A_{draad} **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2

Voor één draad geldt $R = \frac{\rho l}{A} = \frac{17\cdot10^{-9}\cdot 3{,}0\cdot10^3}{\pi(0{,}40\cdot10^{-3})^2} = 101\ \Omega$.

(Er geldt: $\frac{n}{101} = \frac{1}{R}$, met n het aantal draden.) Dus $n = \frac{101}{7{,}2\cdot10^{-2}} = 1{,}4\cdot10^3$ (draden).

- gebruik van $R = \frac{\rho l}{A}$ en opzoeken van ρ **1**
- berekenen van R_{draad} **1**
- inzicht dat $\frac{n}{R_{\text{draad}}} = \frac{1}{R_{\text{kabel}}}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Uitkomst in vier significante cijfers: goed rekenen.

Maximumscore 4

2 □ uitkomst: $P_{\text{verlies}} = 5{,}1\cdot10^5$ W
voorbeeld van een berekening:

$P = UI$, dus $I = \frac{P}{U} = \frac{400\cdot10^6}{150\cdot10^3} = 2{,}67\cdot10^3$ A.

Dus $P_{\text{verlies}} = I^2R = (2{,}67\cdot10^3)^2\cdot 7{,}2\cdot10^{-2} = 5{,}1\cdot10^5$ W.

- gebruik van $P = UI$ **1**
- berekenen van de stroomsterkte **1**
- inzicht dat $P_{\text{verlies}} = I^2R_{\text{kabel}}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

3 □ antwoord: Bij de warmteafgifte aan het water is sprake van geleiding door de wanden van de buisjes en in de draden (stilstaand medium); stroming treedt op doordat de warmte met het water de kabel uitstroomt (bewegend medium).

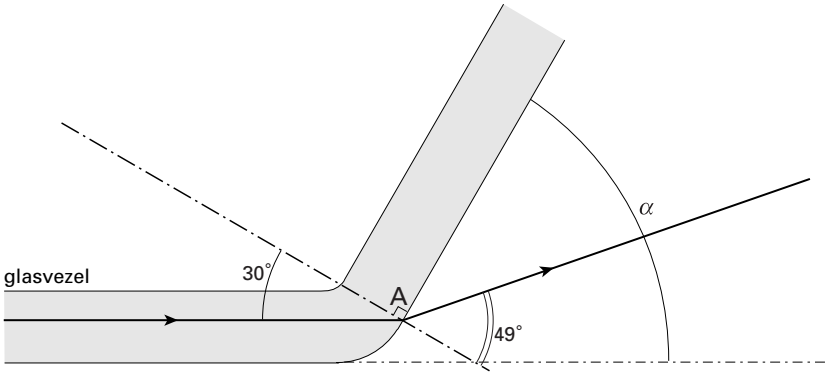
- geleiding door de wanden van de buisjes en/of in de draden **1**
- stroming door het stromende water **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Glasvezel

Maximumscore 4

4 □ uitkomst: $r = 49°$
voorbeeld van een bepaling:



Na het tekenen van de normaal kan i opgemeten worden: $i = 30°$.
Er geldt $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{1{,}52}$, dus $\sin r = 1{,}52 \sin 30° = 0{,}76$.

Hieruit volgt $r = 49°$.

- meten van i ($i = 30°$ met een marge van 2°) **1**
- toepassen van de wet van Snellius met $n = 1{,}52$ **1**
- berekenen van r **1**
- tekenen van de gebroken straal **1**

Opmerking
Breking naar de normaal toe: maximaal 2 punten.

Maximumscore 3

5 □ uitkomst: $\alpha = 48{,}9°$
voorbeeld van een berekening:
Er geldt $\sin g = \frac{1}{n} = \frac{1}{1{,}52} = 0{,}658$. Dan is $g = 41{,}1°$.
Dus $\alpha = 90 - 41{,}1 = 48{,}9°$.

- gebruik van $\sin g = \frac{1}{n}$ **1**
- berekenen van g **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 2

6 □ antwoord: Bij de lijn met frequentie $f - \Delta f$ is de frequentie verlaagd (en dus de golflengte vergroot). In het spectrum van zichtbaar licht horen de lage frequenties (of de grote golflengtes) bij rood licht. De lijn met frequentie $f - \Delta f$ hoort dus bij de roodverschuiving.

- inzicht dat rood licht lage frequenties in het zichtbare gebied heeft **1**
- conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

7 □ uitkomst: $\lambda_{max} = 1{,}055 \cdot 10^{-6}$ m

voorbeeld van een berekening:

$f_{min} = 2{,}855 \cdot 10^{14} - 1{,}3 \cdot 10^{12} = 2{,}842 \cdot 10^{14}$ Hz.

Dus $\lambda_{max} = \frac{c}{f_{min}} = \frac{2{,}9979 \cdot 10^{8}}{2{,}842 \cdot 10^{14}} = 1{,}055 \cdot 10^{-6}$ m.

- inzicht dat f_{min} gebruikt moet worden **1**
- berekenen van f_{min} **1**
- gebruik van $v = f\lambda$ met $v = c$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking

$c = 3{,}00 \cdot 10^{8}$ m s^{-1} gebruikt (levert als uitkomst $\lambda = 1{,}06 \cdot 10^{-6}$ m): goed rekenen.

Opgave 3 Nieronderzoek

Maximumscore 4

8 □ uitkomst: $m = 2{,}0 \cdot 10^{-13}$ kg

voorbeeld van een berekening:

De halveringstijd is $t_{½} = 6{,}0$ uur. Dit is $6{,}0 \cdot 3600 = 2{,}16 \cdot 10^{4}$ s.

Er geldt: $39 \cdot 10^{6} = \frac{N \ln 2}{2{,}16 \cdot 10^{4}}$. Dus $N = \frac{2{,}16 \cdot 10^{4} \cdot 39 \cdot 10^{6}}{\ln 2} = 1{,}22 \cdot 10^{12}$.

Dan is $m = 1{,}22 \cdot 10^{12} \cdot 99 \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27} = 2{,}0 \cdot 10^{-13}$ kg.

- omrekenen van $t_{½}$ in s **1**
- berekenen van N **1**
- berekenen van de massa van één atoom **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking

Molaire massa 99 g gebruikt: goed rekenen.

Maximumscore 4

9 □ uitkomst: $H = 0{,}15$ mSv

voorbeeld van een berekening:

$H = \frac{8{,}0 \cdot 10^{11} \cdot 140 \cdot 10^{3} \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}60}{70} = 1{,}5 \cdot 10^{-4}$ Sv.

- inzicht dat $E = NE_{\gamma}$ **1**
- omrekenen van E in joule **1**
- gebruik van 60% **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Oorthermometer

Maximumscore 3

10 □ antwoord: Bij de stralingsthermometer vermindert een verontreiniging de energie die binnen de vaste periode de sensor bereikt. Hij wijst daardoor een te lage temperatuur aan. Bij een vloeistofthermometer heeft een verontreiniging nauwelijks invloed, want na wat langer meten wordt steeds de omgevingstemperatuur weergegeven.
Bij een vloeistofthermometer wordt de nauwkeurigheid dus het minst beïnvloed.

- inzicht dat bij de stralingsthermometer door verontreiniging minder straling wordt opgevangen **1**
- inzicht dat bij een vloeistofthermometer een verontreiniging nauwelijks invloed heeft **1**
- conclusie **1**

Maximumscore 3

11 □ antwoord: Uit de definitie volgt: $[P] = [\frac{E}{t}] = \text{Js}^{-1} = \text{W}$.

Uit de gegeven formule volgt: $[P] = \text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K} = \text{Wm}$.
Dit is niet met elkaar in overeenstemming, dus de gegeven formule kan niet juist zijn.

- opzoeken van de eenheid van λ **1**
- omwerken van de eenheden van het rechterlid van de gegeven formule tot Wm **1**
- conclusie **1**

Maximumscore 3

12 □ antwoord: Met een stapgrootte van 0,1 °C is het aantal stappen: $\frac{45{,}0 - 30{,}0}{0{,}1} = 150$.

Er geldt $128 < 150 < 256$, dus $2^7 < 150 < 2^8$.
Er zijn dus (minimaal) 8 binaire uitgangen nodig (8 bits AD-omzetter).

- berekenen van het aantal stappen (150 met een marge van 1) **1**
- inzicht dat 150 vergeleken moet worden met machten van 2 **1**
- completeren van de redenering **1**

Maximumscore 3

13 □ uitkomst: $P = 6{,}6$ mW
voorbeeld van een berekening:
$P = \frac{Q}{t} = \frac{cm\Delta T}{t} = \frac{2{,}2\cdot10^3\cdot4{,}5\cdot10^{-6}\cdot0{,}60}{0{,}90} = 6{,}6\cdot10^{-3}$ W.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ en opzoeken van c **1**
- gebruik van $P = \frac{Q}{t}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Geluidsanalyse

Maximumscore 4

14 □ antwoord: De frequenties van de boventonen bestaan uit even en oneven veelvouden van de frequentie van de grondtoon (dus een aan twee kanten ingeklemde snaar).
De grondtoon van Maarten is lager (of: die van Zohra is hoger), dus (bij dezelfde spankracht en dezelfde dikte) zijn de stembanden van Maarten langer.

- boventonen als veelvouden van de grondtoon zijn van belang **1**
- zowel even als oneven veelvouden zijn aanwezig **1**
- de grondtonen zijn van belang **1**
- inzicht dat lange stembanden een lage grondtoon hebben **1**

Maximumscore 4

15 □ antwoord: Als er bij de lippen een knoop is, moet de golflengte van de grondtoon $2 \cdot 0{,}12 = 0{,}24$ m zijn (bij een buik is die golfglengte $4 \cdot 0{,}12 = 0{,}48$ m).
Voor de golflengte geldt $\lambda = \frac{v}{f_2} = \frac{354}{750} = 0{,}472$ m.
Bij de lippen is dus geen knoop (maar een buik).

- berekenen van λ als er een knoop zou zijn **1**
- aflezen van f_2 **1**
- opzoeken van de geluidssnelheid **1**
- berekenen van de werkelijke λ en conclusie **1**

Maximumscore 4

16 □ uitkomst: afstand = 0,30 m
voorbeeld van een berekening:

methode 1
Er geldt $78 = 10\log\frac{I}{10^{-12}} = 10\log I + 120$, dus $\log I = \frac{78 - 120}{10} = -4{,}2$.
Dan is $I = 6{,}31 \cdot 10^{-5}$ Wm^{-2}.
Uit $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ volgt $P = 4\pi(0{,}030)^2 \cdot 6{,}31 \cdot 10^{-5} = 7{,}14 \cdot 10^{-7}$ W.
Bij de gehoorgrens geldt: $58 = 10\log I_g + 120$, dus $\log I_g = \frac{58 - 120}{10} = -6{,}2$.
Dan is $I_g = 6{,}31 \cdot 10^{-7}$ Wm^{-2}. Dus $6{,}31 \cdot 10^{-7} = \frac{7{,}14 \cdot 10^{-7}}{4\pi r^2}$.
Hieruit volgt $r = \sqrt{\frac{7{,}14 \cdot 10^{-7}}{4\pi \cdot 6{,}31 \cdot 10^{-7}}} = 0{,}30$ m.

- berekenen van I **1**
- berekenen van P **1**
- berekenen van I_g bij de gehoorgrens **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2
De gehoorgrens ligt 20 dB lager. Omdat bij elke 10 dB verschil een factor 10 hoort in de geluidsintensiteit, is de geluidsintensiteit 10^2 keer zo klein. De afstand is dus volgens de kwadratenwet 10 keer zo groot, dus $10 \cdot 3{,}0 = 30$ cm = 0,30 m.

- inzicht dat 20 dB minder correspondeert met een 10^2 keer zo kleine geluidsintensiteit **2**
- inzicht dat dit overeenkomt met een 10 keer zo grote afstand **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 2

17 □ antwoord: Behalve de grondtonen produceert de kat ook nog boventonen.
De gehoorgrens voor die frequenties is lager.

- noemen van boventonen 1
- noemen van lagere gehoorgrens 1

Opgave 6 Zwemmers

Maximumscore 4

18 □ uitkomst: $P = 2{,}4 \cdot 10^2$ W
voorbeeld van een berekening:
Er geldt $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{1{,}5 \cdot 10^2 \cdot 200}{127{,}2} = 2{,}4 \cdot 10^2$ W.

- gebruik van $W = Fs$ 1
- gebruik van $P = \frac{W}{t}$ 1
- berekenen van t in seconden 1
- completeren van de berekening 1

Maximumscore 4

19 □ antwoord: Beide zwemmers ondervinden een even grote wrijvingskracht (want ze oefenen een even grote kracht uit en hebben een constante snelheid): $F_{w,1} = F_{w,2}$.
Dus $A_1 v_1^2 = A_2 v_2^2$.

Omdat A evenredig is met $\frac{1}{l}$, geldt $\frac{v_1^2}{l_1} = \frac{v_2^2}{l_2}$.

Dus $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{1{,}90}{1{,}70}} = 1{,}06$. Dus v_{lang} is inderdaad 6% groter dan v_{kort}.

- inzicht dat beide zwemmers dezelfde wrijvingskracht ondervinden 1
- gebruik van $A \sim \frac{1}{l}$ 1
- inzicht dat $\frac{v^2}{l}$ voor beide zwemmers even groot is 1
- completeren van de berekening 1

Maximumscore 3

20 □ uitkomst: (gemiddelde) gevoeligheid = 4,2 V m^{-1}.
voorbeeld van een berekening:
De spanning U_{KL} is 5,0 V.

Omdat KL = 1,18 m geldt: de gevoeligheid $= \frac{5{,}0}{1{,}18} = 4{,}2$ V m^{-1}.

- inzicht in de definitie van gevoeligheid (spanning per lengte-eenheid) 1
- invullen van de juiste spanning en lengte 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

21 □ voorbeeld van een antwoord:
Het verschil in de eindsnelheden bedraagt $0{,}96 - 0{,}90 = 0{,}06$ m^{-1}.

De eindsnelheid van het lange blok is dus $\frac{0{,}06}{0{,}90} \cdot 100\% = 6{,}7\%$ groter.

De metingen zijn dus (vrijwel) in overeenstemming met de voorspelling.

- bepalen van het verschil in de eindsnelheden **1**
- berekenen van het procentuele verschil in de eindsnelheden **1**
- conclusie **1**

Opmerkingen
Conclusie: de metingen stemmen niet overeen want 6,7% ≠ 6%: geen aftrek.
Procentuele verschil berekend ten opzichte van het lange blok: geen aftrek.

Maximumscore 4

22 □ voorbeeld van een antwoord:
Als de snelheid constant is, geldt $F_{span} = F_w = F_{z,P}$, waarin $F_{z,P}$ bekend is. De constante eindsnelheid is af te lezen uit één van de gegeven (v,t)-diagrammen.
A moet opgemeten worden (oppervlak dat onder water steekt).
Invullen van alle bekende grootheden in de formule $F_w = kAv^2$ levert de waarde voor k.

- inzicht dat geldt $F_w = F_{z,P}$ als de snelheid constant is **1**
- inzicht dat geldt $F_w = kAv^2$ gebruikt moet worden **1**
- inzicht dat v afgelezen en A bepaald kan worden **1**
- completeren van de uitleg **1**

Maximumscore 5

23 □ uitkomst: $F_{w,gem} = 37$ N
voorbeeld van een berekening:
$\Delta E_z = m_P g \Delta h = 4{,}0 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}99 = 38{,}8$ J.

$\Delta E_k = \frac{1}{2}(m_P + m_B)v^2 = \frac{1}{2}(4{,}0 + 1{,}0) \cdot 0{,}90^2 = 2{,}0$ J.

Het verschil is wrijvingsarbeid, dus $F_{w,gem} \cdot s = 38{,}8 - 2{,}0 = 36{,}8$ J.
Dus $F_{w,gem} = \frac{36{,}8}{0{,}99} = 37$ N.

- inzicht dat $\Delta h = 0{,}99$ m en berekenen van ΔE_z **1**
- inzicht dat $\Delta E_k = \frac{1}{2}(m_p + m_B)v^2$ **1**
- inzicht dat $v = 0{,}90$ m s^{-1} en berekenen van ΔE_k **1**
- inzicht dat $\Delta E_z - \Delta E_k = F_{w,gem} \cdot s$ **1**
- completeren van de berekening **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