

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

4 Antwoordmodel

Antwoorden

Deel-
scores

Opgave 1 ISO

Maximumscore 3

- 1 uitkomst: $T = 11,6$ K
voorbeeld van een berekening:
Voor de golflengte waarbij de intensiteit maximaal is, geldt de wet van Wien: $\lambda_{\max} T = k_W$.
Bij de laagste temperatuur hoort de grootste λ_{\max} :

$$T_{\min} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 10^{-6}} = 11,6 \text{ K.}$$

- gebruik van de wet van Wien en opzoeken van k_W
- inzicht dat de laagste temperatuur bij de grootste λ_{\max} hoort
- completeren van de berekening

1

1

1

Maximumscore 2

- 2 voorbeeld van een antwoord:
Het is een regelsysteem, want er vindt voortdurend terugkoppeling plaats
(of: want er vindt voortdurend vergelijking plaats met een optimale waarde om de panelen
in de optimale stand te zetten).

- noemen van terugkoppeling of vergelijken met optimale waarde
- conclusie

1

1

Opmerking

Alleen "regelsysteem" genoemd zonder uitleg: 0 punten.

Maximumscore 4

- 3 uitkomst: $P = 3,7$ W
voorbeeld van een berekening:

$$P_{\text{lek}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{cm\Delta T}{\Delta t} = \frac{4,18 \cdot 10^3 \cdot 2100 \cdot 80}{6,0 \cdot 3,15 \cdot 10^7} = 3,7 \text{ W.}$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ en opzoeken van c
- berekenen van Δt in s
- inzicht dat $P_{\text{lek}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$
- completeren van de berekening

1

1

1

1

Opgave 2 Castorvat

Maximumscore 3

- 4 voorbeeld van een antwoord:
a Ja, want radioactief materiaal komt aan de buitenkant en kan dus op/in een persoon terecht komen.
b Ja, want radioactief materiaal bevindt zich aan de buitenkant en kan dus op/in een persoon terecht komen.
c Nee, want er komt dan geen radioactief materiaal naar buiten (er is wel bestraling mogelijk).

- uitleg en conclusie van oorzaak *a*
- uitleg en conclusie van oorzaak *b*
- uitleg en conclusie van oorzaak *c*

1

1

1

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden

Deel-
scores

Maximumscore 5

- 5 □ voorbeeld van een antwoord:

In de brandstofstaven van een kernreactor zit radioactief materiaal, waarvan kernen in brokstukken uiteenvallen (kernsplijting; door het invangen van langzame neutronen). Daarbij komt energie vrij (massadefect). De brokstukken zijn zelf ook radioactief. Het kernafval kan dus bestaan uit (uitgewerkte) brandstofstaven. De moderator remt de te snelle neutronen af (door botsingen met lichte kernen), zodat ze weer een volgende splijting kunnen veroorzaken. In de moderator ontstaat dus geen radioactief materiaal, zodat het kernafval dus niet uit moderator materiaal bestaat.

- uitleg van de functie van brandstofstaven
- notie dat de brokstukken radioactief zijn
- conclusie dat kernafval kan bestaan uit uitgewerkte brandstofstaven
- uitleg van de functie van de moderator
- conclusie dat kernafval niet bestaat uit moderator materiaal

1
1
1
1
1

Opmerking

Geconcludeerd dat het kernafval afkomstig kan zijn van de moderator, omdat daarin radioactieve kernen ontstaan door het invangen van neutronen: goed rekenen.

Opgave 3 Vakantiefoto

Maximumscore 3

- 6 □ uitkomst: $v = 25$ m

voorbeeld van een berekening:

De lineaire vergroting (beeld op negatief) is $N = \frac{0,021}{6,5} = 3,23 \cdot 10^{-3}$.

Bij een dergelijke vergroting is N bij goede benadering gelijk aan $\frac{f}{v}$.

Hieruit volgt: $v = \frac{f}{N} = \frac{0,080}{3,23 \cdot 10^{-3}} = 25$ m.

- berekenen van de lineaire vergroting
- inzicht dat $b = f$ of gebruik van de lenzenformule
- completeren van de berekening

1
1
1

Maximumscore 3

- 7 □ voorbeeld van een antwoord:

De snelheid van de boot is $v = 8,5 \text{ ms}^{-1}$. Bij een sluitertijd van één zestigste seconde legt een bepaald punt $\frac{8,5}{60} = 0,14$ m af. De arm van de stuurman op de foto zou dan (minstens) twee keer zo breed moeten zijn. De sluitertijd was dus zeker niet groter dan één zestigste seconde. Frans heeft dus gelijk.

- berekenen van de verplaatsing van de boot in $\frac{1}{60}$ s
- inzicht dat $\frac{1}{60}$ s tot een grotere onscherpte (in horizontale richting) zou leiden
- conclusie op grond van de foto

1
1
1

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
------------	-------------

Maximumscore 3

- 8 voorbeeld van een antwoord:

Er is (vanwege het gelijkblijvend rendement) bij hoge snelheid evenveel energie beschikbaar als bij lage snelheid. Deze energie wordt omgezet in arbeid, volgens $W = F_w s$.

Omdat F_w bij hoge snelheid groter is, moet s dan kleiner zijn.

Dus bij hoge snelheid kan met een volle tank een kleinere afstand worden afgelegd dan bij lage snelheid.

- gebruik van $W = Fs$
- inzicht dat de beschikbare energie in beide gevallen gelijk is
- conclusie

1
1
1

Opgave 4 Hoorbril

Maximumscore 3

- 9 uitkomst: $T = 293 \text{ K}$

voorbeeld van een berekening:

$$\Delta x = 4 \cdot 24,0 = 96,0 \text{ mm, dus } v_{\text{geluid}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{96,0 \cdot 10^{-3}}{280 \cdot 10^{-6}} = 343 \text{ ms}^{-1}.$$

Volgens Binas (tabel 16A) is dat de geluidssnelheid bij $T = 293 \text{ K}$.

- inzicht dat $v_{\text{geluid}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- berekenen van v_{geluid}
- conclusie

1
1
1

Maximumscore 5

- 10 uitkomst: $f = 1,3 \cdot 10^4 \text{ Hz}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

De afstand tussen het eerste en laatste microfoontje is $\Delta x = 4 \cdot 24,0 = 96,0 \text{ mm}$.

Het weglengteverschil bij een hoek van $30,0^\circ$ is dan $96,0 \cdot \cos 30,0^\circ = 83,14 \text{ mm}$.

Het geluid komt dus aan met een tijdsverschil van $\Delta t = \frac{0,08314}{343} = 2,424 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

Het signaal van A wordt vertraagd met $280 \mu\text{s} = 2,80 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

Het signaal wordt dus verzwakt als $\frac{1}{2} \cdot T = (2,80 - 2,424) \cdot 10^{-4} \text{ s}$, dus $T = 7,52 \cdot 10^{-5} \text{ s}$.

Dan is $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{7,52 \cdot 10^{-5}} = 1,3 \cdot 10^4 \text{ Hz}$.

- aangeven van het weglengteverschil in de figuur op de bijlage
- inzicht dat het weglengteverschil gelijk is aan $96,0 \cdot \cos 30,0^\circ$
- berekenen van het tijdsverschil
- inzicht dat maximale verzwakking optreedt als $\frac{1}{2} \cdot T = (2,80 - 2,424) \cdot 10^{-4} \text{ s}$
- completeren van de berekening

1
1
1
1
1

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
<p>methode 2</p> <p>De afstand tussen het eerste en laatste microfoontje is $\Delta x = 4 \cdot 24,0 = 96,0$ mm .</p> <p>Het weglengteverschil bij een hoek van van $30,0^\circ$ is dan $96,0 \cdot \cos 30,0^\circ = 83,14$ mm .</p> <p>Omdat wordt gecompenseerd voor 96,0 mm zullen golven worden uitgedoofd waarvoor geldt: $\frac{1}{2} \lambda = 96,0 - 83,14 = 12,9$ mm .</p> <p>Uit $f = \frac{v}{\lambda}$ volgt: $f = \frac{343}{0,0258} = 1,3 \cdot 10^4$ Hz .</p>	
<ul style="list-style-type: none">• aangeven van het weglengteverschil in de figuur op de bijlage	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• inzicht dat het weglengteverschil gelijk is aan $96,0 \cdot \cos 30,0^\circ$	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• inzicht dat maximale verzwakking optreedt als $\frac{1}{2} \lambda = 96,0 - 83,14$ mm	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• gebruik van $f = \frac{v}{\lambda}$	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• completeren van de berekening	<u>1</u>
Maximumscore 4	
11 <input type="checkbox"/> voorbeelden van een antwoord:	
<p>methode 1</p> <p>Je hebt nodig: (de hoorbril,) een geluidsbron, iets om het geluidsniveau te meten (een decibelmeter, een spanningmeter of een oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ingestelde ontvangsthoeke te meten. De afstand tot de bron, de frequentie en het vermogen (volume) van de bron moeten constant gehouden worden. De ontvangsthoeke moet gevarieerd worden en het bijbehorende geluidsniveau (bij het luidsprekertje van het gehoorapparaat) moet bepaald worden.</p>	
<ul style="list-style-type: none">• noemen van een geluidsbron	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• noemen van een meetinstrument om het geluidsniveau te meten (decibelmeter, spanningmeter of oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ontvangsthoeke te meten	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• bronvermogen, frequentie en afstand constant	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• ontvangsthoeke variëren en het geluidsniveau bepalen	<u>1</u>
<p>methode 2</p> <p>Je hebt nodig: (de hoorbril,) een geluidsbron, iets om het geluidsniveau te meten (een decibelmeter, een spanningmeter of een oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ingestelde ontvangsthoeke te meten. De afstand tot de bron en de frequentie van de bron moeten constant gehouden worden. De ontvangsthoeke moet gevarieerd worden en het vermogen van de bron (dat nodig is om bij het luidsprekertje van het gehoorapparaat hetzelfde geluidsniveau te verkrijgen) moet gemeten worden.</p>	
<ul style="list-style-type: none">• noemen van een geluidsbron	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• noemen van een meetinstrument om het geluidsniveau te meten (decibelmeter, spanningmeter of oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ontvangsthoeke te meten	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• frequentie en afstand constant	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none">• ontvangsthoeke variëren en benodigde bronvermogen meten	<u>1</u>

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel- scores
Maximumscore 4	
12 □ voorbeeld van een antwoord: Het benodigd elektrische vermogen is $P = UI = 1,2 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 6,0 \cdot 10^{-5}$ W. Gezien het rendement is aan lichtvermogen nodig: $\frac{6,0 \cdot 10^{-5}}{0,20} = 3,0 \cdot 10^{-4}$ W. De oppervlakte van de zonnecellen moet dus minimaal zijn: $A = \frac{3,0 \cdot 10^{-4}}{1,4} = 2,1 \text{ cm}^2$. Het is dus mogelijk om zonnecellen in de bril te verwerken.	
• berekenen van het elektrische vermogen	<u>1</u>
• inzicht in rendement	<u>1</u>
• berekenen van de (minimale) oppervlakte	<u>1</u>
• consequente conclusie	<u>1</u>
Opgave 5 Skater	
Maximumscore 3	
13 □ uitkomst: $M = 2,7 \cdot 10^2$ Nm voorbeeld van een berekening: Er geldt $r = SZ \sin 40^\circ = 0,450$ m. Dan is $M = F_z \cdot r = mgr = 61 \cdot 9,81 \cdot 0,450 = 2,7 \cdot 10^2$ Nm.	
• inzicht dat $M = mgr$	<u>1</u>
• berekenen van r	<u>1</u>
• completeren van de berekening	<u>1</u>
Maximumscore 5	
14 □ uitkomst: $F_N = 1,8 \cdot 10^3$ N voorbeeld van een berekening: Voor de component van de zwaartekracht loodrecht op de baan geldt: $F_{z,\text{loodrecht}} = F_z \cos 40^\circ = 61 \cdot 9,81 \cdot \cos 40^\circ = 4,58 \cdot 10^2$ N. Voor de middelpuntzoekende kracht op de skater geldt: $F_{\text{mpz}} = m\omega^2 r = 61 \cdot 3,2^2 \cdot 2,1 = 1,31 \cdot 10^3$ N. Dan is $F_N = F_{z,\text{loodrecht}} + F_{\text{mpz}} = 4,58 \cdot 10^2 + 1,31 \cdot 10^3 = 1,8 \cdot 10^3$ N.	
• inzicht dat $F_N = F_{z,\text{loodrecht}} + F_{\text{mpz}}$	<u>1</u>
• inzicht dat $F_{z,\text{loodrecht}} = F_z \cos 40^\circ$	<u>1</u>
• inzicht dat $r = MZ$	<u>1</u>
• berekenen van F_{mpz}	<u>1</u>
• completeren van de berekening	<u>1</u>
Maximumscore 3	
15 □ voorbeeld van een antwoord: De resulterende kracht moet een component hebben in de richting van M (want er is een middelpuntzoekende kracht op de skater). De resulterende kracht moet ook een component langs de baan naar beneden hebben (want de snelheid langs de helling neemt toe). Dus pijl 3 is de beste.	
• inzicht dat de resulterende kracht een component in de richting van M moet hebben	<u>1</u>
• inzicht dat de resulterende kracht een component langs de baan moet hebben	<u>1</u>
• keuze voor pijl 3 omdat deze past bij een cirkelbeweging met een snelheid die toeneemt langs de helling	<u>1</u>

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden

Deel-
scores

Opgave 6 Reinigen met UV

Maximumscore 3

- 16 voorbeeld van een antwoord:

Uit $E = \frac{F}{q}$ volgt, dat (bij dezelfde q) de kracht het grootst is als de elektrische veldsterkte het grootst is.

Uit $E = (-) \frac{\Delta V}{\Delta x}$ volgt dat (bij dezelfde spanning) de elektrische veldsterkte het grootst is als Δx het kleinst is. De elektrische kracht is dus het grootst in de korte buis.

- inzicht dat F evenredig is met E
- inzicht dat E omgekeerd evenredig is met Δx
- conclusie

1
1
1

Maximumscore 3

- 17 voorbeeld van een antwoord:

Volgens tabel 19A van Binas wordt zichtbaar licht uitgezonden als bij een stralingsovergang meer dan 1,65 eV en minder dan 3,26 eV vrijkomt.

Volgens het gegeven energieschema is dit het geval bij de overgangen 4, 5 en 6.

- bepalen van de onder- en bovengrens van de fotonenergie voor zichtbaar licht
- aflezen van het niveauverschil bij een van de bedoelde overgangen
- noemen van alle drie de juiste overgangen

1
1
1

Maximumscore 4

- 18 uitkomst: $\lambda = 185 \text{ nm}$

voorbeeld van een berekening:

De minimaal benodigde energie is 4,94 eV. De overgangen 2 en 3 voldoen hieraan.

Het foton bij overgang 2 heeft de kleinste energie. Daarbij hoort (wegens $E = \frac{hc}{\lambda}$) de grootste golflengte.

$$\text{Uit } E = \frac{hc}{\lambda} \text{ volgt } \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{6,69 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 185 \text{ nm.}$$

- keuze voor overgang 2
- gebruik van $E = \frac{hc}{\lambda}$
- opzoeken van h en c
- completeren van de berekening

1
1
1
1

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
------------	-------------

Maximumscore 2

- 19 voorbeeld van een antwoord:

Het fluorescentiepoeder absorbeert de energierijke UV-fotonen en ‘zet deze om’ in minder energierijke fotonen van zichtbaar licht (met een maximale energie van 3,26 eV). Deze fotonen hebben niet voldoende energie om zuurstofmoleculen te splitsen (minimaal benodigde energie is 4,94 eV). De gewone tl-buis is dus niet geschikt voor de beschreven reinigingstechniek.

- inzicht dat fluorescentiepoeder energierijke UV-fotonen omzet in minder energierijke fotonen van zichtbaar licht
- conclusie

1
1

Opmerking 1

Een antwoord als “Een gewone tl-buis is niet geschikt, want het poeder absorbeert de UV-straling.”: 1 punt.

Opmerking 2

Een antwoord als “Een gewone tl-buis is niet geschikt, want gewoon glas laat UV-straling niet door.”: 1 punt.

Opgave 7 Space Shot

Maximumscore 2

- 20 antwoord:

De maximale snelheid is af te lezen uit de grafiek: $20,8 \text{ m s}^{-1}$.
Dat is $20,8 \cdot 3,60 = 74,9 \text{ km h}^{-1}$.
Dit is minder dan de in de folder opgegeven waarde.

- aflezen van de maximale snelheid uit de grafiek (met een marge van $0,2 \text{ m s}^{-1}$)
- omrekenen van m s^{-1} in km h^{-1} (of omgekeerd) en conclusie

1
1

Maximumscore 4

- 21 voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De hoogte volgt uit de oppervlakte onder de (v,t) -grafiek tussen $t = 0$ en $t_{\text{top}} = 3,62 \text{ s}$. Deze is gelijk aan de gegeven waarde van $27,7 \text{ m}$ plus de oppervlakte van de driehoek tussen $t = 1,80 \text{ s}$ en $t = 3,62 \text{ s}$. De hoogte van deze driehoek is $18,5 \text{ m s}^{-1}$, de breedte is $1,82 \text{ s}$, de oppervlakte is dus $\frac{1}{2} \cdot 18,5 \cdot 1,82 = 16,8 \text{ m}$. De totale hoogte is dus $27,7 + 16,8 = 44,5 \text{ m}$. Dat is minder dan de in de folder opgegeven waarde.

- inzicht dat grootste hoogte wordt bereikt op $t = 3,62 \text{ s}$
- inzicht dat de bereikte hoogte gelijk is aan $27,7 \text{ m}$ plus de oppervlakte onder de (v,t) -grafiek tussen $t = 1,80 \text{ s}$ en $t = 3,62 \text{ s}$
- bepalen van de oppervlakte van de driehoek (met een marge van $0,5 \text{ m}$)
- berekenen van de bereikte hoogte en conclusie

1
1
1
1

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
<p>methode 2</p> <p>De hoogte volgt uit de oppervlakte onder de (v,t)-grafiek tussen $t = 0$ en $t_{\text{top}} = 3,62$ s. Deze kan benaderd worden met een driehoek met een basis van 3,62 s en een hoogte van 25 m s^{-1}.</p> <p>De behaalde hoogte is dan $\frac{1}{2} \cdot 3,62 \cdot 25 = 45$ m.</p> <p>Dat is minder dan de in de folder opgegeven waarde.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de grootste hoogte wordt bereikt op $t = 3,62$ s 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de bereikte hoogte gelijk is aan de oppervlakte onder het (v,t)-diagram tussen $t = 0$ s en $t = 3,62$ s 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> schatten van de oppervlakte door een figuur met een berekenbare oppervlakte (met een marge van 2 m) 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> berekenen van de bereikte hoogte en conclusie 	<u>1</u>
<p>methode 3</p> <p>oppervlakte bepalen met TI-83:</p> <p>Voer in ($Y1 = 30,8x - 11,4x^2$ en $Y2 = 36,9 - 10,2x$).</p> <p>Stel de venstervariabelen in: 0, 4, 0.5, 0, 40, 10, 1 en teken de grafiek(en).</p> <p>Selecteer voor het functieonderzoek: het bepalen van de integraal $f(x)dx$.</p> <p>Bepaal de oppervlakte (onder $Y1$ tussen $t = 0$ en $t = 1,8$ s en) onder $Y2$ tussen $t = 1,8$ s en $t = 3,62$ s.</p> <p>Optellen en afronden levert 44,5 m. Dat is minder dan de in de folder opgegeven waarde.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de grootste hoogte wordt bereikt op $t = 3,62$ s 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de hoogte gelijk is aan de oppervlakte onder de (v,t)-grafiek 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> oppervlakte met rekenmachine bepalen en handelingen weergeven op papier 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> berekenen van de bereikte hoogte en conclusie 	<u>1</u>
<p>Maximumscore 4</p> <p>22 <input type="checkbox"/> voorbeelden van een antwoord:</p>	
<p>methode 1</p> <p>De versnelling is gelijk aan de steilheid van de raaklijn aan de (v,t)-grafiek.</p> <p>Teken de raaklijn bij $t = 0$ en lees hierop Δv en Δt af. Dan is $a = \frac{25}{0,80} = 31 \text{ m s}^{-2}$.</p> <p>De waarde van a is dus kleiner dan $4g = 39 \text{ m s}^{-2}$.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de maximale versnelling gelijk is aan de steilheid van het steilste stuk van de (v,t)-grafiek 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> tekenen van de raaklijn bij $t = 0$ 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> aflezen van Δv en Δt en berekenen van a (met een marge van 5 m s^{-2}) 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> omrekenen van a in g of van $4g$ in m s^{-2} en conclusie 	<u>1</u>
<p>methode 2</p> $a = \frac{dv}{dt} = 30,8 - 22,8t.$ <p>Op $t = 0$ is $a = 30,8 \text{ m s}^{-2}$. De waarde van a is dus kleiner dan $4g = 39 \text{ m s}^{-2}$.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de versnelling de afgeleide is van de snelheid 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> afleiden dat $a(t) = 30,8 - 22,8t$ 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat $a_{\text{max}} = a(0) = 30,8 \text{ m s}^{-2}$ 	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"> omrekenen van a in g of van $4g$ in m s^{-2} en conclusie 	<u>1</u>

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2003-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
<p>methode 3 afgeleide bepalen met de TI-83: Voer in $Y1 = 30,8x - 11,4x^2$.</p> <p>Selecteer voor het functieonderzoek: het bepalen van $\frac{dy}{dx}$.</p> <p>Bepaal $\frac{dy}{dx}$ op $t = 0$. Uitkomst: $a = 30,8 \text{ m s}^{-2}$.</p> <p>De waarde van a is dus kleiner dan $4g = 39 \text{ m s}^{-2}$.</p> <ul style="list-style-type: none">• inzicht dat de versnelling de afgeleide is van de snelheid• inzicht dat $a_{\max} = a(0) = 30,8 \text{ m s}^{-2}$• bepalen van $a(0)$ met de rekenmachine• omrekenen van a in g of van $4g$ in m s^{-2} en conclusie	<p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p>
<p>Maximumscore 3</p> <p>23 □ uitkomst: $W = 1,1 \cdot 10^6 \text{ J}$ voorbeelden van een berekening:</p> <p>methode 1 De arbeid wordt omgezet in zwaarte-energie en bewegingsenergie, dus $W = mg\Delta h + \frac{1}{2}mv^2$ met Δh en v op $t = 1,80 \text{ s}$. Dus $W = 2,4 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 27,7 + \frac{1}{2} \cdot 2,4 \cdot 10^3 \cdot (18,5)^2 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ J}$.</p> <ul style="list-style-type: none">• inzicht dat $W = mg\Delta h + \frac{1}{2}mv^2$• passende keuze van Δh en v• completeren van de berekening	<p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p>
<p>methode 2 In het hoogste punt is alle arbeid omgezet in zwaarte-energie. Gebruik de in een voorgaande vraag berekende hoogte voor h_{top}. Dan is $W = mgh_{\text{top}} = 2,4 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 45 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ J}$.</p> <ul style="list-style-type: none">• inzicht dat $W = mgh_{\text{top}}$• passende keuze van h_{top}• completeren van de berekening	<p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p>
<p>Maximumscore 3</p> <p>24 □ Voorbeeld van een antwoord: Bij het omhooggaan versterken de werking van de wrijvingskracht en de zwaartekracht elkaar. Bij het omlaaggaan na het hoogste punt verzwakt de wrijvingskracht de werking van de zwaartekracht. Daarom is de versnelling bij het omlaaggaan kleiner dan bij het omhooggaan. Het omkeren van de wrijvingskracht leidt dus tot een knik in de (v,t)-grafiek bij t_{top}, waarbij de (absolute waarde van de) steilheid kleiner wordt.</p> <ul style="list-style-type: none">• inzicht dat de (absolute waarde van de) steilheid van de helling in de grafiek bepaald wordt door de resultante van de zwaartekracht en de wrijvingskracht• inzicht dat (de absolute waarde van) de resultante bij het omhoog bewegen groter is dan bij het omlaaggaan• conclusie	<p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p> <p><u>1</u></p>