Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Opgave 1 Millenniumbrug

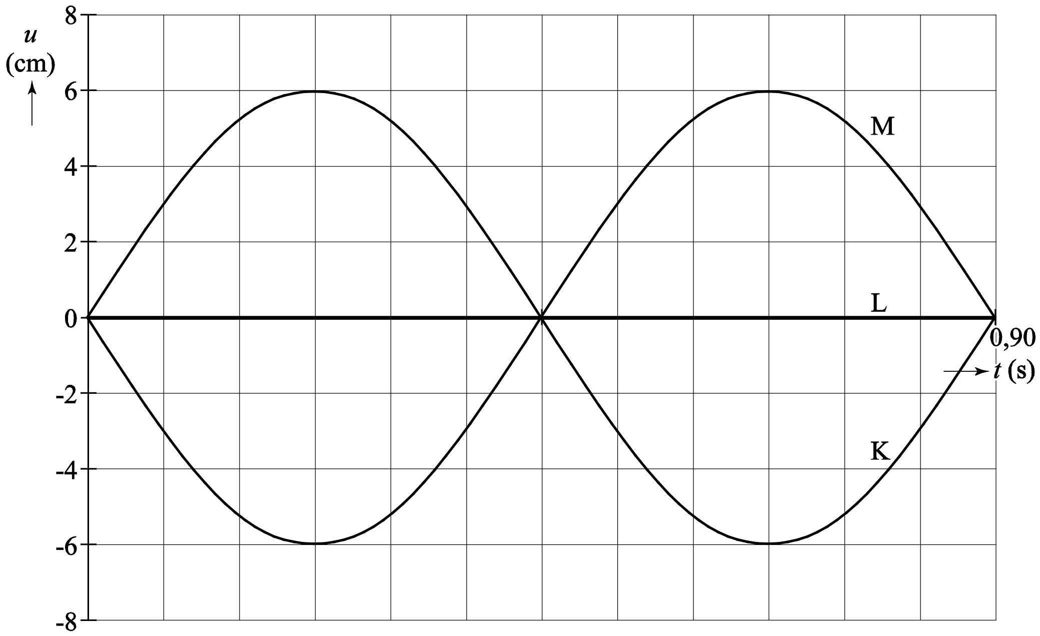
1 **maximumscore 1**
antwoord: resonantie

2 **maximumscore 3**
uitkomst: $v = 1{,}6 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:
Er geldt: $\lambda = vT$ met $\lambda = 144$ m en $T = 0{,}90$ s. De golfsnelheid in het wegdek is dan gelijk aan: $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{144}{0{,}90} = 1{,}6 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$.

- gebruik van $\lambda = vT$ of $s = vt$ — 1
- inzicht dat $\lambda = 144$ m — 1
- completeren van de berekening — 1

3 **maximumscore 3**
voorbeeld van een antwoord:

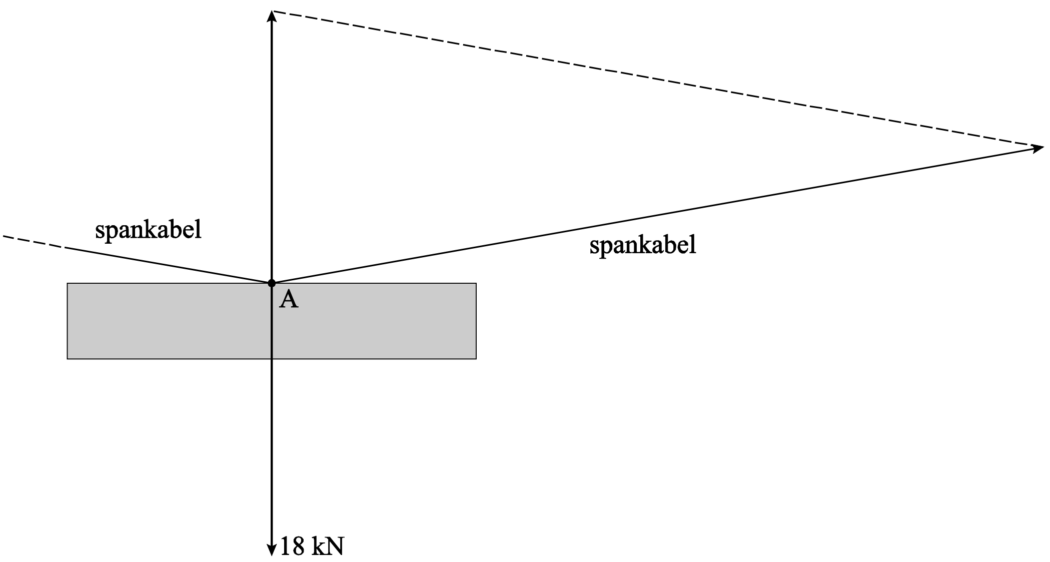


- inzicht dat Linda niet beweegt — 1
- inzicht dat Maureen in negatieve richting beweegt als Karen in positieve richting beweegt en vice versa — 1
- inzicht dat de grootte van de uitwijking van Maureen even groot en tegengesteld is aan die van Karen — 1

4 maximumscore 4

uitkomst: $F_s = 53$ kN (met een marge van 10 kN)

voorbeeld van een bepaling:



In de figuur komt 1 cm overeen met 5 kN. De lengte van de vector van de spankracht is 10,5 cm, zodat de grootte van de spankracht gelijk is aan 53 kN.

- bepalen van de schaalfactor in de figuur 1
- inzicht dat de vectorsom van de spankrachten gelijk is aan $-\vec{F}_z$ 1
- construeren van de spankracht 1
- completeren van de bepaling 1

5 maximumscore 3

uitkomst: $m = 2{,}30 \cdot 10^3$ (ton)

voorbeeld van een antwoord:
Als de frequentie van de brug drie keer zo klein gemaakt moet worden, moet de trillingstijd drie keer zo groot worden. Volgens $T = k\sqrt{m}$ moet de massa dan negen keer zo groot worden, dus $9 \cdot 288 = 2592$ ton. De extra massa is dus gelijk aan $2592 - 288 = 2304 \ = 2{,}30 \cdot 10^3$ ton.

- inzicht dat de trillingstijd drie keer groter moet worden 1
- inzicht dat de massa negen keer groter moet worden 1
- completeren van de berekening 1

Opgave 2 Radiotherapie met jood-125

6 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:
In figuur 1 is de activiteit A gelijk aan het aantal kernen dat vervalt per seconde.
Na 3 dagen zijn er $0,44 \cdot 10^{13}$ kernen vervallen, dus:

$$A = \frac{0,44 \cdot 10^{13}}{3 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 16,98 \cdot 10^{6} = 17 \text{ MBq}.$$

- inzicht dat de activiteit gelijk is aan het aantal kernen dat vervalt per seconde — 1
- aflezen van ΔN met bijbehorende Δt — 1
- completeren — 1

7 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
Na honderd dagen is al een groot deel van de jood-125-kernen vervallen. De activiteit van de jood-125-kernen is daardoor afgenomen (zodat het aantal kernen dat vervalt minder snel toeneemt).

- inzicht dat na honderd dagen een groot deel van de jood-125-kernen vervallen is — 1
- inzicht dat de activiteit hierdoor in het verloop van de tijd afneemt — 1

8 **maximumscore 3**

uitkomst: $t_{\frac{1}{2}} = 62$ dagen (de uitkomst moet liggen tussen 60 en 65 dagen)

voorbeeld van een bepaling:
Na 500 dagen zijn er $12,7 \cdot 10^{13}$ jood-125-kernen vervallen; de helft hiervan is $6,35 \cdot 10^{13}$. In de grafiek van figuur 2 is af te lezen dat er na 62 dagen $6,35 \cdot 10^{13}$ kernen vervallen zijn. De halveringstijd is dus 62 dagen.

- inzicht in het begrip halveringstijd — 1
- aflezen van het totaal aantal kernen dat vervallen is, met een marge van $0,1 \cdot 10^{13}$ — 1
- completeren van de bepaling — 1

Opmerking
Als de halveringstijd uit Binas is gehaald (59 dagen): geen scorepunten toekennen.

9 maximumscore 4

uitkomst: $m = 2,63 \cdot 10^{-2}$ (µg)

voorbeeld van een bepaling:
In tabel 25 van Binas staat dat de massa van één jood atoom 124,90 u is.
Dit is $124,90 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} = 2,074 \cdot 10^{-25}$ kg. Er zijn in totaal $12,7 \cdot 10^{13}$ jood-125-kernen vervallen. De massa van het jood in het staafje is dan $12,7 \cdot 10^{13} \cdot 2,074 \cdot 10^{-25} = 2,634 \cdot 10^{-11}$ kg $= 2,63 \cdot 10^{-2}$ µg.

- opzoeken van de atoommassa van jood-125 — 1
- omrekenen van atomaire massa-eenheid naar kg — 1
- berekenen van de massa van de vervallen jood atomen in kg aan het begin van de behandeling — 1
- completeren van de bepaling — 1

Opmerkingen
– *Als bij de beantwoording van vraag 8 een fout is gemaakt in het aflezen van het totaal aantal kernen dat vervallen is, en dat aantal hier opnieuw is gebruikt: geen aftrek.*
– *Als met een atoommassa van 125 u gerekend is: geen aftrek.*

10 maximumscore 4

uitkomst: $D = 2,1 \cdot 10^{2}$ (J kg^{-1}of Gy)

voorbeeld van een bepaling:
Op $t = 365$ dagen zijn er $12,6 \cdot 10^{13}$ kernen vervallen. De energie hiervan is:
$E = 4,49 \cdot 10^{-15} \cdot 12,6 \cdot 10^{13} = 0,5657$ J.
Voor de dosis geldt: $D = \frac{E}{m}$.
Hierin is $E = 0,30 \cdot 50 \cdot 0,5657 = 8,49$ J en m $= 0,040$ kg. Invullen geeft
$D = \frac{8,49}{0,040} = 2,1 \cdot 10^{2}$ J kg^{-1} (of Gy).

- aflezen van het aantal kernen bij $t = 365$ dagen met een marge van $0,1 \cdot 10^{13}$ — 1
- inzicht dat E gelijk is aan het aantal geabsorbeerde fotonen maal de energie van een foton — 1
- juist gebruik van 30% — 1
- completeren van de bepaling — 1

Opgave 3 Curiosity

11 maximumscore 3

uitkomst: $2{,}57\cdot 10^4\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

De gemiddelde snelheid $v_{\text{gem}} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{567\cdot 10^9}{255\cdot 24\cdot 3600} = 2{,}57\cdot 10^4\,\text{m s}^{-1}$.

- gebruik van $v_{\text{gem}} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ — 1
- omrekenen van km naar m en van dagen naar s — 1
- completeren van de berekening — 1

12 maximumscore 2

uitkomst: $1{,}3\cdot 10^4\ \text{N}$

voorbeeld van een berekening:
Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = mg$ waarbij g de gravitatieversnelling op Mars is (Binas tabel 31). Invullen levert: $F_z = mg = 3{,}6\cdot 10^3\cdot 3{,}7 = 1{,}3\cdot 10^4$ N.

- gebruik van $F_z = mg$ met $g = 3{,}7\ \text{m s}^{-2}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

13 D

14 maximumscore 1

antwoord: tussen $10^9 - 10^{10}$ Hz

voorbeeld van een antwoord:
In Binas tabel 19 B is te vinden dat de UHF band ligt tussen $10^9 - 10^{10}$ Hz.

- juiste ondergrens en juiste bovengrens — 1

15 maximumscore 3

uitkomst: 261 s

voorbeeld van een berekening:
De kortste afstand tussen Aarde en Mars is gelijk aan:
$(0{,}2278-0{,}1496)\cdot 10^{12}$ m. (De straal van Aarde en van Mars is te verwaarlozen ten opzicht van deze afstand.)
De snelheid van het signaal is gelijk aan de lichtsnelheid: $2{,}9979\cdot 10^{8}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.
De tijd die het signaal er minimaal over zal doen is dan:

$$t=\frac{(0{,}2278-0{,}1496)\cdot 10^{12}}{2{,}9979\cdot 10^{8}}=261\ \mathrm{s}.$$

- opzoeken van afstand van Aarde - Zon en Mars - Zon 1
- inzicht dat het signaal met de lichtsnelheid beweegt 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
– *Bij de correctie hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
– *Als er met een lichtsnelheid van* $3{,}0\cdot 10^{8}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ *gerekend is: geen aftrek.*

16 maximumscore 2

uitkomst: $2{,}8\cdot 10^{6}$ W

voorbeeld van een berekening:
Het vermogen $P=\dfrac{\Delta E}{t}=\dfrac{14\cdot 10^{-3}}{5{,}0\cdot 10^{-9}}=2{,}8\cdot 10^{6}$ W.

- gebruik van $P=\dfrac{\Delta E}{t}$ 1
- completeren van de berekening 1

17 **maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Het granieten steentje heeft een volume van $0{,}0015\ \text{mm}^3$; de dichtheid van graniet is $2{,}7\cdot10^3\ \text{kg}\,\text{m}^{-3}$ zodat de massa van het stukje graniet gelijk is aan $m=\rho V=2{,}7\cdot10^3\cdot0{,}0015\cdot10^{-9}=4{,}05\cdot10^{-9}$ kg.

Er geldt: $Q=cm\Delta T$, met $c=0{,}82\cdot10^3\ \text{J}\,\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$, $Q=14\cdot10^{-3}$ J en $m=4{,}05\cdot10^{-9}$ kg.

Invullen geeft: $14\cdot10^{-3}=0{,}82\cdot10^3\cdot4{,}05\cdot10^{-9}\cdot\Delta T$ waaruit volgt dat $\Delta T=4{,}2\cdot10^3$ K. Dit is ruim boven $1{,}5\cdot10^3$ K; het stukje graniet kan dus door een laserpuls gaan smelten.

- gebruik van $m=\rho V$ 1
- gebruik van $Q=cm\Delta T$ 1
- opzoeken van ρ_{graniet} en c_{graniet} 1
- completeren van de berekening en conclusie 1

Opgave 4 Highland Games

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De kinetische energie is maximaal als de snelheid maximaal is. De snelheid van het gewicht op een bepaald tijdstip is te bepalen als de helling van (de raaklijn aan) de (h,t)-grafiek op dat tijdstip.
Op $t = 0,35$ s loopt (de raaklijn aan) de (h,t)-grafiek het meest steil, zodat daar de snelheid en daarmee ook de kinetische energie maximaal is.

- inzicht dat de snelheid op een tijdstip bepaald kan worden met de helling van (de raaklijn aan) de (h,t)-grafiek — 1
- completeren — 1

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1:
De maximale waarde van de zwaarte energie is:
$E_z = mgh = 25 \cdot 9,81 \cdot 5,0 = 1,23 \cdot 10^3$ J.
Op $t = 0,35$ s is de zwaarte energie $E_z = mgh = 25 \cdot 9,81 \cdot 1,7 = 4,17 \cdot 10^2$ J.
Volgens de wet van behoud van energie is de maximale kinetische energie gelijk aan de toename van de zwaarte energie, dus
$E_{kin} = 1,23 \cdot 10^3 - 4,17 \cdot 10^2 = 0,81 \cdot 10^3$ J.

- gebruik van $E_z = mgh$ — 1
- inzicht dat de maximale kinetische energie gelijk is aan de toename van de zwaarte energie tussen $t = 0,35$ s en $t = 1,1$ s — 1
- completeren — 1

methode 2:
Tussen $t = 0{,}35$ s en $t = 1{,}1$ s is de toename van de zwaarte energie
$\Delta E_z = mg\Delta h = 25 \cdot 9{,}81 \cdot (5{,}0 - 1{,}7) = 0{,}81 \cdot 10^3$ J.
Volgens de wet van behoud van energie is de maximale kinetische energie gelijk aan de toename van de zwaarte energie, dus $E_{kin} = 0{,}81 \cdot 10^3$ J.

- gebruik van $\Delta E_z = mg\Delta h$ met $\Delta h = 3{,}3$ m (met een marge van 0,1 m) 1
- inzicht dat de maximale kinetische energie gelijk is aan de toename van de zwaarte energie tussen $t = 0{,}35$ s en $t = 1{,}1$ s 1
- completeren 1

Opmerking
Als de kinetische energie berekend is met behulp van de snelheid als helling van de raaklijn aan de (h,t)-grafiek: maximaal 1 scorepunt.

20 maximumscore 3
uitkomst: $P = 5{,}6 \cdot 10^3$ W

voorbeeld van een bepaling:
methode 1
Voor het (gemiddelde) mechanische vermogen geldt: $P = \dfrac{\Delta E}{\Delta t}$.
Hierin is $\Delta E = \Delta E_{z,max} = mg\Delta h = 25 \cdot 9{,}81 \cdot (5{,}0 - 0{,}4) = 1{,}128 \cdot 10^3$ J en $\Delta t = 0{,}20$ s.
Invullen geeft: $P = \dfrac{1{,}128 \cdot 10^3}{0{,}20} = 5{,}6 \cdot 10^3$ W.

- gebruik van $P = \dfrac{\Delta E}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat $\Delta E = E_{z,max}$ (met een marge $\Delta h = 0{,}1$ m) 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

Voor het (gemiddelde) mechanische vermogen geldt: $P = \dfrac{\Delta E}{\Delta t} = \dfrac{\Delta E_z + E_{kin}}{\Delta t}$.

Hierin is:

$\Delta E_z = mg\Delta h = 25 \cdot 9{,}81 \cdot (1{,}70 - 0{,}4) = 3{,}19 \cdot 10^2$ J ;

$E_{kin} = 0{,}81 \cdot 10^3$ J; $\Delta t = 0{,}20$ s.

Invullen geeft: $P = \dfrac{3{,}19 \cdot 10^2 + 0{,}81 \cdot 10^3}{0{,}20} = 5{,}6 \cdot 10^3$ W.

- gebruik van $P = \dfrac{\Delta E}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat $\Delta E = \Delta E_z + E_{kin}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als met $\Delta E = \dfrac{(E_{kin} + E_z)}{2}$ *gerekend wordt: maximaal 1 scorepunt.*

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

	Welke kracht/krachten werken er?
$t = 0{,}05$ s (vlak voor de worp)	spierkracht (of spankracht) en zwaartekracht
$t = 1{,}10$ s (op het hoogste punt)	zwaartekracht
$t = 10$ s (het blok ligt op de grond)	zwaartekracht en normaalkracht

per juiste regel 1

Opmerking

Als er in een regel, naast het goede antwoord, één of meerdere krachten genoemd worden die onjuist zijn: geen scorepunt toekennen.

22 maximumscore 2

antwoord: (grafiek) b

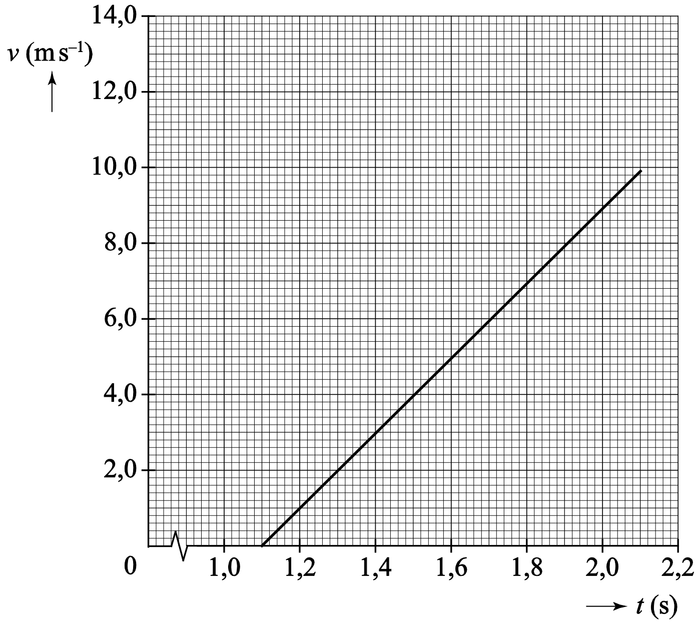
23 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor deze valbeweging geldt: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ waarin $h = 5{,}0$ m en $g = 9{,}81$ m s^{-2}.

Invullen levert $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 5{,}0} = 9{,}9$ m s^{-1}.

De valbeweging duurt dan $\Delta t = \dfrac{\Delta v}{g} = \dfrac{9{,}9}{9{,}81} = 1{,}01$ s.



- inzicht dat $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- gebruik van $g = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- juiste indeling van de verticale en de horizontale as, waarbij meer dan de helft van de as gebruikt wordt 1
- tekenen van het bijbehorende lijnstuk vanaf $t = 1{,}1$ s tot de berekende eindtijd 1

Opmerking

– *Als de snelheid waarmee het blok de grond raakt niet juist berekend is: maximaal 2 scorepunten.*
– *Als de snelheid negatief is: goed rekenen.*
– *Als het lijnstuk te ver is doorgetekend vervalt de vierde deelscore.*

Opgave 5 Zekeringen in een auto

24 maximumscore 3

uitkomst: 3,5 A

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte door één remlicht is gelijk aan $I = \frac{P}{U} = \frac{21}{12} = 1,75$ A.

Omdat beide remlichten parallel geschakeld zijn, is de stroomsterkte door zekering 3 gelijk aan $2 \cdot 1,75 = 3,5$ A.

- gebruik van $P = UI$ — 1
- inzicht dat $I_{\text{zekering}} = 2 \cdot I_{\text{remlicht}}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

25 maximumscore 2

- De stroomsterkte door zekering 2 is gelijk gebleven — 1
- De stroomsterkte door zekering 1 is kleiner geworden — 1

26 maximumscore 4

uitkomst: $P = 1,5 \cdot 10^2$ W

voorbeeld van een berekening:

methode 1

De stroomsterkte door de achterruitverwarming is gelijk aan

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{(0,900 + 0,022)} = 13,0 \text{ A.}$$

Het elektrische vermogen van de achterruitverwarming is dan gelijk aan

$P = I^2R = (13,0)^2 \cdot 0,900 = 152 = 1,5 \cdot 10^2$ W.

- gebruik van $U = IR$ — 1
- inzicht dat $R = (0,900 + 0,022)\ \Omega$ — 1
- gebruik van $P = I^2R$ met $R = 0,900\ \Omega$ — 1
- completeren van de berekening — 1

methode 2

Voor de achterruitverwarming geldt: $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{(0,900 + 0,022)} = 13,0\ \text{A}$;

zodat $U = IR = 13,0 \cdot 0,900 = 11,7\ \text{V}$. Het elektrische vermogen van de achterruitverwarming is dan $P = UI = 11,7 \cdot 13,0 = 152 = 1,5 \cdot 10^2\ \text{W}$.

- gebruik van $U = IR$ 1
- inzicht dat $R = (0,900 + 0,022)\ \Omega$ 1
- gebruik van $P = UI$ of $P = \frac{U^2}{R}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als bij methode 2 voor de spanning over de achterruitverwarming 12,0 Volt *is gebruikt: maximaal 2 scorepunten.*

27 maximumscore 4

voorbeelden van antwoorden:

– De stroomsterkte door de nieuwe audioversterker is gelijk aan $I = \frac{P}{U} = \frac{420}{12} = 35\ \text{A}$. De zekering van 40 A is groot genoeg en is dus een goede keuze.

– De stroomsterkte door de aansluitdraden is aanzienlijk hoger geworden dan 20 A. Het ontwikkelde vermogen in de bestaande draden kan dan (te) hoog worden waardoor brand kan ontstaan.
Dikkere aansluitdraden hebben minder weerstand, zodat het ontwikkelde vermogen in de draden minder wordt en de brandveiligheid groter wordt.

- inzicht dat de stroomsterkte door de audioversterker berekend moet worden 1
- vergelijken van de berekende stroomsterkte met 40 A 1
- inzicht dat het vermogensverlies in de dunnere draden te hoog kan worden en de draden daardoor te warm worden 1
- inzicht dat dikkere draden minder weerstand hebben zodat minder vermogen ontwikkeld wordt 1

28 **maximumscore 4**

voorbeeld van antwoorden:

– De weerstand van de PPTC is bij $120\ °\text{C}$ gelijk aan $85\ \Omega$.
  De stroomsterkte door de PPTC is dan: $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{85} = 0{,}14\ \text{A}$.

– Tijdens de kortsluiting zal de temperatuur van de PPTC toenemen.
  De weerstand van de PPTC neemt bij hoge temperatuur toe, waardoor de stroomsterkte in de tak met de PPTC uiteindelijk laag zal worden.

• bepalen van de weerstand van de PPTC bij $120\ °\text{C}$, met een marge van $1\ \Omega$	1
• completeren van de bepaling van de stroomsterkte door de PPTC	1
• inzicht dat de temperatuur van de PPTC eerst toeneemt	1
• inzicht dat de weerstand van de PPTC toeneemt bij hoge temperatuur zodat de stroomsterkte afneemt	1