Vraag	Antwoord	Scores

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

Scheepsradar

1 maximumscore 3

uitkomst: $s = 3{,}9 \cdot 10^4$ m

voorbeeld van een berekening:
Elektromagnetische golven bewegen met de lichtsnelheid. De afstand die het signaal heeft afgelegd is: $s_{\text{signaal}} = ct = 3{,}00 \cdot 10^8 \cdot 0{,}26 \cdot 10^{-3} = 7{,}8 \cdot 10^4 \text{m}$.
Het signaal gaat heen en terug, dus de afstand s tot het voorwerp is:
$\frac{1}{2} \cdot 7{,}8 \cdot 10^4 = 3{,}9 \cdot 10^4$ m.

- gebruik van $s = vt$ met $v = c$ 1
- inzicht $s = \frac{1}{2} s_{\text{signaal}}$ 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 2

uitkomst: n = 938

voorbeeld van een berekening:
De frequentie van de puls is 9,38 GHz. Eén puls duurt 0,100 μs. In één puls zitten dan: $9{,}38 \cdot 10^9 \cdot 0{,}100 \cdot 10^{-6} = 938$ golven.

- inzicht dat het aantal golven gelijk is aan $f \cdot \Delta t$ 1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 3

uitkomst: $\ell = 3{,}2 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de golflengte van de radar geldt: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8}{9{,}38 \cdot 10^9} = 3{,}20 \cdot 10^{-2}$ m.

De minimale lengte van een voorwerp is dan: $0{,}10 \cdot 3{,}20 \cdot 10^{-2} = 3{,}2 \cdot 10^{-3}$ m.

- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- juist gebruik van de factor 0,10 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Wanneer de kandidaat hier dezelfde foutieve waarde voor c gebruikt als in vraag 1: niet opnieuw aanrekenen.

Vraag	Antwoord	Scores

4 **maximumscore 2**
uitkomst: $A = 30 \text{ m}^2$

voorbeeld van een berekening:

Voor de radar geldt: $\dfrac{r^4}{PA} = \text{constant.}$ Bij een bereik van 30 km heeft het doel een reflecterende oppervlakte van $6{,}0 \text{ m}^2$ dus:

$$\frac{(30\cdot 10^3)^4}{P\cdot 6{,}0} = \frac{(45\cdot 10^3)^4}{P\cdot A} \text{ zodat } A = \frac{6{,}0\cdot(45\cdot 10^3)^4}{(30\cdot 10^3)^4} = 30 \text{ m}^2.$$

- inzicht dat $\left(\dfrac{r^4}{PA}\right)_{30\text{ km}} = \left(\dfrac{r^4}{PA}\right)_{45\text{ km}}$ met $P_{30\text{ km}} = P_{45\text{ km}}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 **maximumscore 2**
antwoord:
Een radar met een lager vermogen heeft een **kleiner** bereik voor een doel met een bepaalde oppervlakte *A*.
De tijd tussen twee pulsen kan dan **korter** zijn.
De herhalingsfrequentie is dan **hoger**.

- eerste zin correct 1
- volgende twee zinnen beide consequent met de eerste zin 1

6 **maximumscore 1**
antwoord: frequentiemodulatie

Vraag	Antwoord	Scores

7 maximumscore 2
uitkomst: $s = 25$ km

voorbeelden van een bepaling:
methode 1
Voor de figuur op de uitwerkbijlage geldt dat het tijdsverschil Δt tussen het uitgezonden en het ontvangen signaal (ongeveer) gelijk is aan $0,33T$. Bij een maximaal tijdsverschil ($\Delta t = T$) hoort een bereik van 75 km. Als het tijdsverschil $0,33T$ is, is de afstand tot het reflecterende doel $0,33 \cdot 75 = 25$ km.

- bepalen van $\dfrac{\Delta t}{T} = 0,33$ (met een marge van 0,03) — 1
- completeren van de bepaling — 1

methode 2
Voor de figuur op de uitwerkbijlage geldt dat het frequentieverschil Δf tussen het uitgezonden en het ontvangen signaal (ongeveer) gelijk is aan $0,33f$. Bij een maximaal frequentieverschil hoort een bereik van 75 km. Als het tijdsverschil $0,33f$ is, is de afstand tot het reflecterende doel $0,33 \cdot 75 = 25$ km.

- bepalen van $\dfrac{\Delta f}{f} = 0,33$ (met een marge van 0,03) — 1
- completeren van de bepaling — 1

Vraag	Antwoord	Scores

Operatiedeken

8 maximumscore 3

uitkomst: $\rho = 1{,}4\cdot 10^{3}\ \text{kg m}^{-3}$

voorbeeld van een berekening:

Het volume van de draad is $V = \ell\cdot A = 8{,}8\cdot 10^{3}\cdot 3{,}85\cdot 10^{-9} = 3{,}39\cdot 10^{-5}\ \text{m}^{3}$.

De massa van de draad is $47\cdot 10^{-3}$ kg. De dichtheid is dan

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{47\cdot 10^{-3}}{3{,}39\cdot 10^{-5}} = 1{,}4\cdot 10^{3}\ \text{kg m}^{-3}.$$

- inzicht dat $V = \ell\cdot A$ — 1
- gebruik van $\rho = \dfrac{m}{V}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

9 maximumscore 4

uitkomst: 23(%) (met een marge van 1(%))

voorbeeld van een bepaling:

De weerstand van 1,00 m draad is 250 Ω. De doorsnede van deze draad is gelijk aan $A = \pi r^{2} = \pi(20\cdot 10^{-6})^{2} = 1{,}26\cdot 10^{-9}\ \text{m}^{2}$. De soortelijke weerstand van deze draad is dan: $\rho = \dfrac{RA}{\ell} = \dfrac{250\cdot 1{,}26\cdot 10^{-9}}{1{,}00} = 3{,}1\cdot 10^{-7}\ \Omega\,\text{m}$.

In figuur 3 is dan af te lezen dat het massapercentage nikkel voor deze draad 23% is.

- gebruik van $\rho = \dfrac{RA}{\ell}$ — 1
- gebruik van $A = \pi r^{2}$ met $r = \dfrac{1}{2}d$ of $A = \dfrac{1}{4}\pi d^{2}$ — 1
- completeren van de berekening van ρ — 1
- consequente bepaling van het massapercentage — 1

Opmerkingen

– *Voor de derde deelscore hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.*

– *Wanneer de eenheid van ρ niet vermeld is: dit niet aanrekenen.*

Vraag	Antwoord	Scores

10 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

De geleidbaarheid van vijf draden parallel is: $G = 5 \cdot \dfrac{1}{R} = \dfrac{5}{3,6} = 1,39$ S.

De weerstand van deze vijf draden samen is dan $R = \dfrac{1}{1,39} = 0,72\ \Omega$.

In deze deken zijn twee van deze groepjes draden in serie aangesloten.
De totale weerstand van de deken is dan $R_{\text{totaal}} = 0,72 + 0,72 = 1,44 = 1,4\ \Omega$.

- inzicht dat $G_{\text{parallel}} = 5G_{\text{draad}}$ of $\dfrac{1}{R_{\text{parallel}}} = \dfrac{5}{R_{\text{draad}}}$ 1
- inzicht dat R_{totaal} gelijk is aan de som van de weerstanden van de twee groepen van vijf draden 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerkingen

– *Voor de laatste deelscore hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.*

– *Wanneer de eenheid niet vermeld is: dit niet aanrekenen.*

11 maximumscore 3

uitkomst: $P = 1,0 \cdot 10^2$ W

voorbeeld van een berekening:

Voor het elektrisch vermogen geldt: $P = UI$. Hierin is $U = 12,0$ V en $I = \dfrac{U}{R_{\text{totaal}}} = \dfrac{12,0}{1,4} = 8,57$ A. Het elektrisch vermogen van de deken is dan $P = UI = 12,0 \cdot 8,57 = 1,0 \cdot 10^2$ W.

- gebruik van $P = UI$ 1
- gebruik van $U = IR$ of $I = GU$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores

12 **maximumscore 3**
antwoord:
Als de deken te warm is, zal het vermogen P van de deken **kleiner** moeten worden.
De stroomsterkte I in de deken moet dan **kleiner** worden.
De weerstand R van de verwarmingsdraden moet dan met het oplopen van de temperatuur **groter** worden.
Deze verwarmingsdraden moeten dan van **PTC**-materiaal gemaakt zijn.

- keuze P kleiner 1
- keuze voor I en R beide consequent met de keuze voor P 1
- consequente materiaalkeuze passend bij de keuze voor R 1

SpaceShipOne

13 **maximumscore 1**
voorbeelden van een antwoord:
– De (verticale) snelheid verandert van richting.
– De (verticale) snelheid is gelijk aan nul.

Opmerking
Een antwoord als "dat staat in de figuur in de opgave": geen scorepunt toekennen.

14 **maximumscore 3**
uitkomst: $a = (-)9{,}55\ \mathrm{m\,s^{-2}}$ $(9{,}36\ \mathrm{m\,s^{-2}} \leq |a| \leq 9{,}74\ \mathrm{m\,s^{-2}})$

voorbeeld van een bepaling:
Er geldt: $a = \left(\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ waarin $\Delta v = (-)2100\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ en $\Delta t = 220$ s.

Hieruit volgt dat: $a = \dfrac{(-)2100}{220} = (-)9{,}55\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

- gebruik van $a = \left(\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ in punt c 1
- aflezen van bij elkaar behorende waarden van Δv en Δt 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Voor de eerste deelscore hoeft de raaklijn niet expliciet getekend te zijn.

Vraag	Antwoord	Scores

15 maximumscore 4

uitkomst: $g = 9{,}518\ \text{m s}^{-2}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $g = \dfrac{GM}{r^2}$ waarin $G = 6{,}674\cdot 10^{-11}\ \text{Nm}^2\,\text{kg}^{-2}$,

$M = 5{,}972\cdot 10^{24}\ \text{kg}$ en $r = 6{,}371\cdot 10^6 + 0{,}100\cdot 10^6 = 6{,}471\cdot 10^6\ \text{m}$.

Invullen levert: $g = \dfrac{6{,}674\cdot 10^{-11}\cdot 5{,}972\cdot 10^{24}}{(6{,}471\cdot 10^6)^2} = 9{,}518\ \text{m s}^{-2}$.

- gebruik van $g = \dfrac{GM}{r^2}$ — 1
- opzoeken van M_{aarde} en G — 1
- inzicht dat $r = r_{\text{aarde}} + 100\cdot 10^3$ en opzoeken van r_{aarde} — 1
- completeren van de berekening — 1

Opmerkingen

- *De constanten moeten opgezocht worden met het aantal significante cijfers minimaal gelijk aan de significantie van het door de kandidaat gegeven antwoord.*
- *Als r_{aarde} niet is meegenomen in de berekening, vervallen de derde en vierde deelscore.*
- *Als er is geantwoord in twee significante cijfers: niet aanrekenen.*

16 maximumscore 2

antwoord:

	wel gewichtloos	**niet** gewichtloos
traject ab		X
traject bc	X	
in punt c	X	
traject cd	X	(X)

indien vier antwoorden juist — 2
indien twee of drie antwoorden juist — 1
indien één of geen antwoord juist — 0

Toelichting

Voor traject cd een kruisje in één van beide kolommen goed rekenen: Uit de vierde streep in de inleidende tekst blijkt dat vóór punt d ook al sprake moet zijn van luchtweerstand.

Vraag	Antwoord	Scores

17 **maximumscore 4**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afstand die het ruimteschip tussen b en c (in verticale richting) aflegt, is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen t_b en t_c.

Deze oppervlakte is: $\frac{1}{2} \cdot 1100 \cdot (195 - 80) = 63 \cdot 10^3 \text{ m} = 63 \text{ km}$.

In punt c bevond het ruimteschip zich op een hoogte van $63 + 45 = 108 \text{ km} (> 100 \text{ km})$.

De inzittenden van het ruimteschip mogen zich dus astronaut noemen na deze vlucht.

- inzicht dat de afstand bepaald kan worden uit een oppervlakte onder de kromme — 1
- bepalen van de afgelegde afstand s tussen t_b en t_c binnen het interval $60 \text{ km} \leq s \leq 65 \text{ km}$ — 1
- inzicht dat hoogte = s + 45 km — 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie — 1

of

methode 2

(Op het traject bc is de luchtweerstand verwaarloosbaar.)

De maximale snelheid is volgens de grafiek 1100 m s^{-1}. (De minimale hoogte wordt bereikt bij de maximale waarde voor g op aarde.)

Uit de wet van behoud van energie volgt dan:

$$h = \frac{{v_{max}}^2}{2g} = \frac{1100^2}{2 \cdot 9{,}81} = 61{,}6 \cdot 10^3 \text{ m} = 61{,}6 \text{ km}.$$

In punt c bevond het ruimteschip zich op een hoogte van $61{,}6 + 45 = 107 \text{ km} (> 100 \text{ km})$.

De inzittenden van het ruimteschip mogen zich dus astronaut noemen na deze vlucht.

- inzicht dat $h = \frac{{v_{max}}^2}{2g}$ — 1
- gebruik van $v_{max} = 1100 \text{ m s}^{-1}$ en $g = 9{,}81 \text{ m s}^{-2}$ — 1
- inzicht dat hoogte = s + 45 km — 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie — 1

Opmerkingen

– *Als voor g een waarde uit vraag 14 of 15 gebruikt wordt: goed rekenen.*

– *Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*

Vraag	Antwoord	Scores

Verontreinigd technetium

18 maximumscore 3

antwoord:

$$^{99}_{42}\text{Mo} \rightarrow {}^{99\text{m}}_{43}\text{Tc} + {}^{0}_{-1}\text{e} \;\; (+{}^{0}_{0}\gamma) \;\; (\text{of } {}^{99}\text{Mo} \rightarrow {}^{99\text{m}}\text{Tc} + \beta^{-}(+\gamma))$$

- Tc-99m rechts van de pijl 1
- elektron (en γ) rechts van de pijl 1
- alleen Mo-99 links van de pijl 1

Opmerkingen

– *Als rechts van de pijl nog andere vervalproducten zijn genoemd, vervalt de tweede deelscore.*

– *Als er Tc-99 is genoteerd: niet aanrekenen.*

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De bron komt in de patiënt terecht, dus er is sprake van besmetting.

- inzicht dat een tracer inwendig gebruikt wordt 1
- consequente conclusie 1

20 maximumscore 3

uitkomst: n = $1{,}6\cdot10^{3}$ (kernen)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $\dfrac{A(t)_{\text{Mo-99}}}{A(t)_{\text{Tc-99m}}} = \dfrac{t_{\frac{1}{2}\text{Tc-99m}} \cdot N(t)_{\text{Mo-99}}}{t_{\frac{1}{2}\text{Mo-99}} \cdot N(t)_{\text{Tc-99m}}}$.

De halveringstijd van Mo-99 is 65,9 uur; de halveringstijd van Tc-99m is 6,0 uur.

De activiteit van Mo-99 is 0,15 kBq; de activiteit van Tc-99m is 1,0 MBq.

Invullen geeft: $\dfrac{0{,}15\cdot10^{3}}{1{,}0\cdot10^{6}} = \dfrac{6{,}0\cdot N(t)_{\text{Mo}}}{65{,}9\cdot1\cdot10^{6}}$. Hieruit volgt dat het aantal kernen Mo-99 dat er maximaal mag voorkomen per miljoen Tc-99m-kernen gelijk is aan $1{,}6\cdot10^{3}$.

- opzoeken van de halveringstijden van Tc-99m en Mo-99 1
- gebruik van gelijke eenheden voor *A* 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores

21 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:
Deze deeltjes dringen niet door het lood van de pot heen. / Het doordringend vermogen van de bètastraling is te laag.

22 maximumscore 3

antwoord:

	0,1 MeV	1,0 MeV
halveringsdikte in cm	0,011	0,86

intensiteit buiten de pot (%)	
Tc-99m	**Mo-99**
50-100	**50-100**
10-50	10-50
1-10	1-10
10^{-3}-1	10^{-3}-1
10^{-6}-10^{-3}	10^{-6}-10^{-3}
<10^{-6}	<10^{-6}

- correcte halveringsdiktes bij 0,1 MeV en bij 1,0 MeV 1
- consequente intensiteit Tc-99m 1
- consequente intensiteit Mo-99 1

Opmerking
De halveringsdikte bij 0,1 MeV *is volgens Binas* 0,0106 cm. *Dit goed rekenen.*

23 maximumscore 2

antwoord:
De halveringstijd van Tc-99m is **kleiner dan** de halveringstijd van Mo-99.
De activiteit van Tc-99m neemt daardoor **sneller** af dan de activiteit van Mo-99.

Voor de verhouding $\dfrac{A(t)_{\text{Mo-99}}}{A(t)_{\text{Tc-99m}}}$ geldt dan dat deze in de loop van de tijd **groter wordt.**

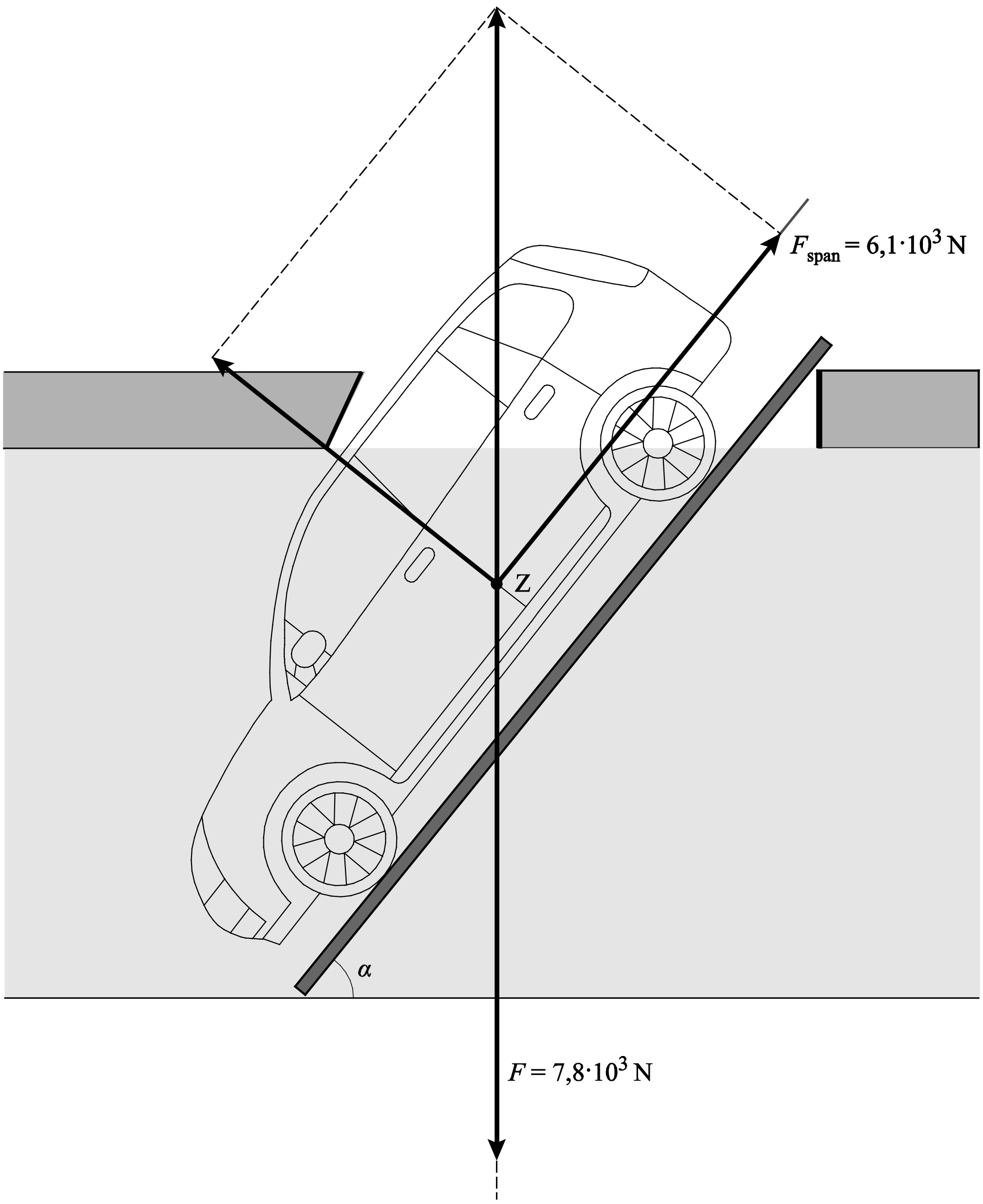
- eerste zin correct 1
- volgende twee zinnen beide consequent met de eerste zin 1

Vraag	Antwoord	Scores

Auto uit het ijs

24 **maximumscore 4**
uitkomst: $F = 7{,}8 \cdot 10^3$ N

voorbeeld van een bepaling:
–



- juiste constructie van de normaalkracht 1
- juiste constructie van F uit F_{span} en F naar beneden ingetekend 1

Vraag	Antwoord	Scores

– Uit de vector van de spankracht volgt de schaal: $1{,}0\text{ cm} = 1{,}0\cdot 10^3$ N.
Hieruit volgt voor de kracht F: $F = 7{,}8\cdot 1{,}0\cdot 10^3 = 7{,}8\cdot 10^3$ N.

- bepalen van de schaal met behulp van vector F_{span} 1
- completeren van de bepaling van F met een marge van $0{,}5\cdot 10^3$ N 1

Opmerking
Wanneer F niet naar beneden is ingetekend, vervalt de tweede deelscore, maar is de vierde deelscore nog wel te behalen.

25 maximumscore 3

uitkomst: $F = 1{,}1\cdot 10^2$ N

voorbeeld van een berekening:
In deze situatie geldt de hefboomwet: $F_1 r_1 = F_2 r_2$.
De balk is 5,0 m lang; de as heeft een diameter van 18 cm; de spankracht in de kabel is $6{,}1\cdot 10^3$ N. Invullen geeft:
$F\cdot 5{,}0 = 6{,}1\cdot 10^3\cdot \frac{1}{2}\cdot 18\cdot 10^{-2}$. Hieruit volgt dat $F = 110\text{ N} = 1{,}1\cdot 10^2$ N.

- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ 1
- inzicht dat geldt: $r_2 = \frac{1}{2}d$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores

26 **maximumscore 4**
uitkomst: $\Delta\ell = 5{,}7\cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de spanning in de kabel geldt $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{6{,}1\cdot 10^3}{80\cdot 10^{-6}} = 7{,}63\cdot 10^7\ \mathrm{N\,m^{-2}}$.

De elasticiteitsmodulus van koolstofstaal is $0{,}20\cdot 10^{12}\ \mathrm{N\,m^{-2}}$. De relatieve rek in de kabel is dan gelijk aan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{7{,}63\cdot 10^7}{0{,}20\cdot 10^{12}} = 3{,}81\cdot 10^{-4}$.

De lengteverandering van de kabel is dan
$\Delta\ell = \varepsilon\cdot\ell_0 = 3{,}81\cdot 10^{-4}\cdot 15 = 5{,}7\cdot 10^{-3}$ m.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ — 1
- gebruik van $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ — 1
- gebruik van $\varepsilon = \frac{\Delta\ell}{\ell_0}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

27 **A**

28 Deze vraag moeten de kandidaten overslaan.
In Wolf is reeds voor alle kandidaten de maximale score ingevoerd bij deze vraag.

29 **maximumscore 3**

verandering in ontwerp	**de kracht die één man aan het einde van de balk moet uitoefenen**		
	wordt groter	wordt kleiner	blijft gelijk
langere dwarsbalk		X	
kleinere hellingshoek		X	
dikkere as	X		
langere kabel			X

indien vier antwoorden juist — 3
indien drie antwoorden juist — 2
indien twee antwoorden juist — 1
indien één of geen antwoord juist — 0