

## Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

### Sluis van Fankel

#### 1 maximumscore 2

uitkomst: 9,6 (minuten)

voorbeeld van een bepaling:

Op de heenweg ligt het schip stil tussen  $t = 0,12$  h en  $t = 0,28$  h.

Dit is  $0,28 - 0,12 = 0,16$  h =  $0,16 \cdot 60 = 9,6$  minuten.

- aflezen van tijdsduur waarop het schip stilligt 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Als het antwoord is afgerond op 10 minuten: maximaal 1 scorepunt.*

#### 2 maximumscore 3

uitkomst: 10 km

voorbeeld van een bepaling:

De afstand tussen Beilstein en Cochem is te bepalen als de oppervlakte onder het  $(v,t)$ -diagram.

Oppervlakte =  $(v \cdot \Delta t_1) + (v \cdot \Delta t_2) = (11,4 \cdot 0,67) + (11,4 \cdot 0,25) =$

$7,64 + 2,85 = 10,49$  km = 10 km.

- inzicht dat de afstand bepaald kan worden als de oppervlakte onder het  $(v,t)$ -diagram 1
- aflezen van de snelheid van het schip (met een marge van  $0,1 \text{ km h}^{-1}$ ) 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Als het antwoord is afgerond op 11 km: goed rekenen.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**3 maximumscore 3**

uitkomst:  $1,4 \text{ km h}^{-1}$  (met een marge van  $0,1 \text{ km h}^{-1}$ )

voorbeeld van een bepaling:

Op de heenweg is de snelheid van het schip ten opzichte van de oever  $14,2 \text{ km h}^{-1}$ , op de terugweg is die snelheid  $11,4 \text{ km h}^{-1}$ .

Op de heenweg is de snelheid van het schip groter, dus de richting van de stroomsnelheid van de rivier is gelijk aan de richting van de snelheid van het schip. Er geldt  $v_{\text{schip tov oever}} = v_{\text{schip}} + v_{\text{water}}$ .

Op de terugweg is die stroomsnelheid tegengesteld aan de snelheid van het schip. Er geldt  $v_{\text{schip tov oever}} = v_{\text{schip}} - v_{\text{water}}$ .

Hieruit volgt dat  $\Delta v_{\text{schip tov oever}} = 2 \cdot v_{\text{water}}$ .

Invullen geeft  $(14,2 - 11,4) = 2,8 = 2 \cdot v_{\text{water}}$  zodat  $v_{\text{water}} = 1,4 \text{ km h}^{-1}$ .

- bepalen van de snelheid van het schip op de heenreis en op de terugreis 1
- inzicht dat  $\Delta v_{\text{schip tov oever}} = 2 \cdot v_{\text{water}}$  1
- completeren van de bepaling 1

**4 maximumscore 3**

uitkomst:  $0,12 \text{ m s}^{-1}$  (met een marge van  $0,02 \text{ m s}^{-1}$ )

voorbeeld van een bepaling:

De maximale stijgsnelheid van het water in de sluis is te bepalen als de maximale helling van de raaklijn aan het  $(h, t)$ -diagram.

Voor deze raaklijn geldt:  $v_{\text{max}} = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{10}{85} = 0,12 \text{ m s}^{-1}$ .

- gebruik van  $v = \left( \frac{\Delta h}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$  1
- bepalen van  $\Delta h$  en  $\Delta t$  bij een raaklijn met maximale helling 1
- completeren van de bepaling 1

**5 C**

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**6 maximumscore 4**

uitkomst: 0,60 of 60%

voorbeeld van een berekening:

Er valt per seconde  $400 \text{ m}^3$  water  $7,0 \text{ m}$  omlaag. Het vermogen hiervan is:

$$P = \frac{E_z}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} = 0,9982 \cdot 10^3 \cdot 400 \cdot 9,81 \cdot 7,0 = 2,74 \cdot 10^7 \text{ W.}$$

De stuw levert  $16,4 \text{ MW}$  aan elektrisch vermogen. Het rendement van de

stuw is dan:  $\eta = \frac{P_{\text{el}}}{P} = \frac{16,4 \cdot 10^6}{2,74 \cdot 10^7} = 0,599 = 0,60 = 60\%$ .

- gebruik van  $P = \frac{E_z}{t}$  1
- gebruik van  $m = \rho V$  1
- gebruik van  $\eta = \frac{P_{\text{el}}}{P}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als met een dichtheid  $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  gerekend is: geen aftrek.*

**7 maximumscore 4**

uitkomst:  $2,0 \cdot 10^4$  (huishoudens)

voorbeeld van een berekening:

Als er  $209 \text{ m}^3$  water door de stuw stroomt, is het elektrisch vermogen:

$$\frac{209}{400} \cdot 16,4 = 8,57 \text{ MW.}$$

De jaarlijkse energieopbrengst van de stuw is dan:

$$E_{\text{jaar}} = 8,57 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 365 = 7,5 \cdot 10^7 \text{ kWh.}$$

Het energiegebruik van een gemiddeld huishouden is  $3750 \text{ kWh}$ , dus er

kunnen  $\frac{7,5 \cdot 10^7}{3750} = 2,0 \cdot 10^4$  huishoudens van energie worden voorzien.

- berekenen van elektrisch vermogen bij  $209 \text{ m}^3$  water 1
- inzicht dat  $E_{\text{jaar}} (\text{kWh}) = P(\text{kW}) \cdot 24 \cdot 365$  1
- inzicht dat aantal huishoudens  $= \frac{E_{\text{jaar}} (\text{kWh})}{3750 \text{ kWh}}$  1
- completeren van de berekening 1

## Wieg

---

**8 maximumscore 2**

uitkomst:  $u = 9,2 \cdot 10^{-2}$  m

voorbeeld van een berekening:

Als de wieg stil hangt, geldt:  $F_{\text{veer}} = F_z$ . Hierin is  $F_z = mg$  en  $F_{\text{veer}} = Cu$ .

Invullen geeft:  $12,2 \cdot 9,81 = 1,3 \cdot 10^3 \cdot u$ .

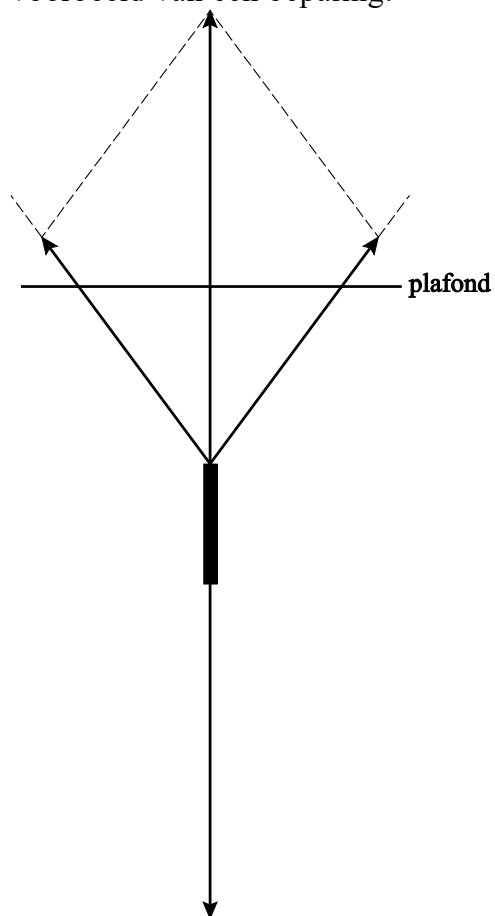
Hieruit volgt dat:  $u = \frac{12,2 \cdot 9,81}{1,3 \cdot 10^3} = 9,2 \cdot 10^{-2}$  m.

- gebruik van  $F_{\text{veer}} = Cu$  met  $F_{\text{veer}} = F_z$  1
- completeren van de berekening 1

**9 maximumscore 3**

uitkomst: 74 N (met een marge van 10 N)

voorbeeld van een bepaling:



- tekenen van  $F_z$  1
- construeren van de spankrachten 1
- completeren van de bepaling 1

**Opmerking**

Als een kandidaat consequent heeft doorgewerkt met een foutieve waarde voor  $F_z$  uit vraag 8 dit niet opnieuw aanrekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**10 maximumscore 3**

uitkomst:  $f = 1,5 \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de trillingstijd van de wieg geldt:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_{\text{totaal}}}{C}}$ .

Hierin is  $m_{\text{totaal}} = 12,2 + 3,2 = 15,4 \text{ kg}$  en  $C = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1}$ .

Invullen geeft:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{15,4}{1,3 \cdot 10^3}} = 0,684 = 6,8 \cdot 10^{-1} \text{ s}$ .

Hieruit volgt voor de frequentie:  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,68} = 1,47 = 1,5 \text{ Hz}$ .

- gebruik van  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$  1
- inzicht dat  $m_{\text{totaal}} = 12,2 + 3,2 = 15,4 \text{ kg}$  1
- completeren van de berekening 1

**11 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Marloes moet de tijd tussen twee of meer hartslagen bepalen om de periode  $T$  van het hart te bepalen. Op het cardiogram staat een schaal die aangeeft met hoeveel seconde een schaaldeel (of hokje) overeenkomt, zodat ze  $T$  kan berekenen.

Daarna moet zij nog berekenen hoeveel slagen er in één minuut plaatsvinden.

- inzicht in het bepalen van de periode van het hart 1
- noemen van de schaal 1
- inzicht dat hartslag =  $\frac{60}{T}$  of  $60 \cdot f$  1

*Opmerking*

*Als de hartslag uitsluitend met een berekening bepaald is volgens bovenstaande methode: goed rekenen.*

**12 maximumscore 2**

- Marloes kan de massa van de wieg groter maken 1
- Zij kan voor een veer kiezen met een kleinere veerconstante 1

Voor vraag 12 moet altijd het tweede scorepunt worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

## Bliksem

### 13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

- De lichtsnelheid ( $3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ) is veel groter dan de geluidssnelheid.
- De geluidssnelheid in lucht is ongeveer  $343 \text{ m s}^{-1}$ . In drie seconden legt het geluid dan  $343 \cdot 3 = 1029 \text{ m} \approx 1 \text{ km}$  af. (De tijd die het licht nodig heeft om die afstand af te leggen, is te verwaarlozen.)

- noemen dat de lichtsnelheid veel groter is dan de geluidssnelheid 1
- gebruik van  $v_{\text{geluid}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  en completeren van het antwoord 1

*Opmerking*

*Voor de geluidssnelheid mag een waarde gebruikt worden die ligt tussen  $320 \text{ ms}^{-1}$  en  $350 \text{ ms}^{-1}$ .*

### 14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Bij de verbranding van  $1 \text{ m}^3$  (Gronings) aardgas komt  $32 \cdot 10^6 \text{ J}$  vrij.

Voor de energie van de blikseminslag geldt:  $E_{\text{inslag}} = Pt$ ,

waarin  $P = UI = 6,0 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 10^3 = 1,8 \cdot 10^{11} \text{ W}$  en  $t = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ .

Dus  $E_{\text{inslag}} = 1,8 \cdot 10^{11} \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 9,0 \cdot 10^6 \text{ J}$ . Dat is inderdaad minder dan de stookwaarde van  $1 \text{ m}^3$  aardgas.

- opzoeken van de stookwaarde van (Gronings) aardgas 1
- gebruik van  $E = Pt$  1
- gebruik van  $P = UI$  1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

### 15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De soortelijke weerstand van aluminium is groter dan die van koper.

De weerstand van een aluminiumdraad is dan groter dan die van een koperdraad met dezelfde afmetingen. Bij gelijke stroomsterkte is de spanning over de aluminiumdraad groter (want  $U = IR$ ) dan over de koperdraad, zodat de warmteontwikkeling per seconde ( $P = UI$ ) in de aluminiumdraad groter is dan in de koperdraad.

- noemen dat de soortelijke weerstand van aluminium groter is dan die van koper 1
- inzicht dat bij gelijke stroomsterkte de spanning over de draad groter is 1
- inzicht dat daaruit volgt dat  $P_{\text{aluminium}} > P_{\text{koper}}$  1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**16 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

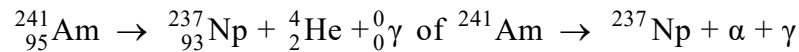
	soort straling	halveringstijd	ioniserend vermogen
Ra-226	$\alpha, \gamma$	$1,60 \cdot 10^3 \text{ y}$	hoog
Co-60	$\beta^-, \gamma$	5,27 y	laag

– Ra-226 zou de beste keuze geweest zijn, omdat deze bron lang meegaat en het ioniserend vermogen van de straling hoog is.

- opzoeken van de soorten straling van Ra-226 en van Co-60 1
- opzoeken van de halveringstijden van Ra-226 en van Co-60 1
- consequente keuze voor toegepaste bron en toelichting 1

**17 maximumscore 3**

antwoord:



- het  $\alpha$ -deeltje en het  ${}_0^0\gamma$  rechts van de pijl 1
- Np als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

**18 maximumscore 3**

uitkomst: 285

voorbeeld van een berekening:

De dosislimiet voor een monteur is 20 mSv per jaar (Binas tabel 27D2).

Hij mag maximaal  $\frac{20 \cdot 10^{-3}}{70 \cdot 10^{-6}} = 285$  bliksemafleiders per jaar verwijderen.

- opzoeken van de dosislimiet 20 mSv (of eventueel 500 mSv) 1
- inzicht dat het aantal bliksemafleiders gelijk is aan  $\frac{\text{dosislimiet}}{70 \cdot 10^{-6}}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*De uitkomst 286 bliksemafleiders: goed rekenen.*



## Aerogel

### 19 maximumscore 3

uitkomst: 70 kg

voorbeeld van een berekening:

Het volume van een gipsplaat is  $V = 3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,010 = 0,030 \text{ m}^3$ . De dichtheid van gips is  $2,32 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . De gipsplaat heeft een massa van  $m = \rho V = 2,32 \cdot 10^3 \cdot 0,030 = 70 \text{ kg}$ .

- berekenen van het volume van een gipsplaat 1
- gebruik van  $\rho = \frac{m}{V}$  met  $\rho = 2,32 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  1
- completeren van de berekening 1

### 20 maximumscore 3

uitkomst:  $4,7 \cdot 10^3 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmtestroom geldt:  $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$ . Hierin is:

$\lambda = 0,020 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $A = 3,0 \text{ m}^2$ ;  $\Delta T = 833 - 53 = 780 \text{ K}$ ;  $d = 0,010 \text{ m}$ .

Invullen geeft:  $P = 0,020 \cdot 3,0 \cdot \frac{780}{0,010} = 4680 = 4,7 \cdot 10^3 \text{ W}$ .

- gebruik van  $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$  met  $\lambda = 0,020 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$  1
- gebruik van  $\Delta T = 780 \text{ K}$  en  $d = 0,010 \text{ m}$  1
- completeren van de berekening 1

### 21 A

### 22 maximumscore 3

	waar	niet waar
1	x	
2		x
3		x
4		x

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

## Airbus E-fan

### 23 maximumscore 2

uitkomst:  $v = 59 \text{ km h}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Volgens Binas is 1 knoop =  $0,51444 \text{ ms}^{-1}$ . Een snelheid van 32 knopen komt dus overeen met  $32 \cdot 0,51444 = 16,46 \text{ ms}^{-1} = 16,46 \cdot 3,6 = 59 \text{ km h}^{-1}$ .

- opzoeken 1 knoop =  $0,51444 \text{ ms}^{-1}$  1
- completeren van de berekening 1

### 24 maximumscore 2

uitkomst: 16 A

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $P = UI$ . Invullen levert:  $4,0 \cdot 10^3 = 250 \cdot I$  zodat

$$I = \frac{4,0 \cdot 10^3}{250} = 16 \text{ A.}$$

- gebruik van  $P = UI$  1
- completeren van de berekening 1

### 25 maximumscore 3

uitkomst:  $4,2 \cdot 10^5 \text{ (Jkg}^{-1}\text{)}$

voorbeeld van een berekening:

De energiedichtheid van een accu is de totale energie per kg.

De energie in een accu is  $E = P \cdot t = 4,0 \cdot 10^3 \cdot 70 \cdot 60 = 1,68 \cdot 10^7 \text{ J}$ .

De energiedichtheid is dan  $\frac{1,68 \cdot 10^7}{40} = 4,2 \cdot 10^5 \text{ Jkg}^{-1}$ .

- inzicht dat energiedichtheid =  $\frac{E_{\text{totaal}}}{m}$  1
- gebruik van  $E = Pt$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**26 maximumscore 2**

antwoord:

I - onjuist

II - onjuist

III - juist

indien drie antwoorden goed

2

indien twee antwoorden goed

1

indien één of geen antwoord goed

0

**27 maximumscore 4**

uitkomst: 6,2 (L)

voorbeeld van een berekening:

Het energiegebruik in 2,5 uur is:  $E = Pt = 8,0 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 3600 = 7,2 \cdot 10^7$  J.

Het rendement van de energieomzetting is 35%, dus de verbrandingsmotor

heeft  $\frac{7,2 \cdot 10^7}{0,35} = 2,06 \cdot 10^8$  J gebruikt.

De verbrandingswarmte van benzine is  $33 \cdot 10^9$  J m<sup>-3</sup>; dit is  $33 \cdot 10^6$  J L<sup>-1</sup>.

De hybride variant gebruikt dan minimaal  $\frac{2,06 \cdot 10^8}{33 \cdot 10^6} = 6,2$  L benzine.

• gebruik van  $E = Pt$  met  $t = 2,5 \cdot 3600$  s

1

• juist gebruik van rendement

1

• opzoeken van de verbrandingswarmte van benzine

1

• completeren van de berekening

1