

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Sopraansaxofoon

- 1 maximumscore 4
uitkomst: $F_d = 7,1 \text{ N}$

voorbeeld van een bepaling:



Er geldt: $F_z r_z = F_d r_d$. Opmeten in de figuur levert:

$r_z = 2,7 \text{ cm}$ en $r_d = 5,4 \text{ cm}$. Invullen levert: $1,44 \cdot 9,81 \cdot 2,7 = F_d \cdot 5,4$.

Dit geeft $F_d = 7,1 \text{ N}$.

- gebruik van de momentenwet 1
- keuze van het draaipunt en tekenen van de krachttarmen 1
- opmeten van de krachttarmen in de figuur (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling 1

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

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

In figuur 2 is af te lezen dat 9 trillingen 0,042 s duren.

Eén trilling duurt dus $\frac{0,042}{9} = 4,67 \cdot 10^{-3}$ s.

Dus geldt $f_{\text{gemeten}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,67 \cdot 10^{-3}} = 2,1 \cdot 10^2$ Hz.

In figuur 3 is af te lezen dat bij een buislengte van 66 cm voor een open-open buis $f = 1,3 \cdot 10^2$ Hz en voor een gesloten-open buis $f = 2,6 \cdot 10^2$ Hz. (Dus beide hypothesen worden tegengesproken.)

- bepalen van de trillingstijd uit figuur 2 1
- aflezen van de frequenties bij een buislengte van 66 cm 1
- completeren van de berekening van f_{gemeten} 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuur 4 blijkt dat de frequenties van de boventonen een geheel aantal maal de grondtoon is (1 : 2 : 3 : 4...).

De frequentie van de boventonen van een open-open buis is een geheel aantal maal de grondfrequentie (1 : 2 : 3 : 4...) en de frequentie van de boventonen een gesloten-open buis is een oneven aantal maal de grondfrequentie (1 : 3 : 5 : 7...).

(Dus hypothese a wordt tegengesproken en hypothese b wordt gesteund.)

- constateren dat bij de saxofoon de frequenties van de boventonen een geheel aantal maal de grondtoon is (1 : 2 : 3 : 4...) 1
- inzicht dat de frequenties van de boventonen van een open-open buis een geheel aantal maal de grondfrequentie is (1 : 2 : 3 : 4...) 1
- inzicht dat bij een gesloten-open buis de frequenties van de boventonen een oneven aantal maal de grondfrequentie is (1 : 3 : 5 : 7...) 1

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Opmeten in de figuur levert voor de akoestische lengte:

$$L = \frac{13,2}{10,5} \cdot 0,66 = 0,83 \text{ m. Dus } \lambda = 2 \cdot 0,83 = 1,66 \text{ m.}$$

Er geldt $v = \lambda f$. Invullen levert $f = \frac{343}{1,66} = 207 \text{ Hz}$.

(Dit komt overeen met de metingen van figuur 2.)

- bepalen van de akoestische lengte L in de figuur 1
- gebruik van $v = \lambda f$ met $332 \text{ ms}^{-1} \leq v \leq 354 \text{ ms}^{-1}$ 1
- completeren van de berekening van f 1

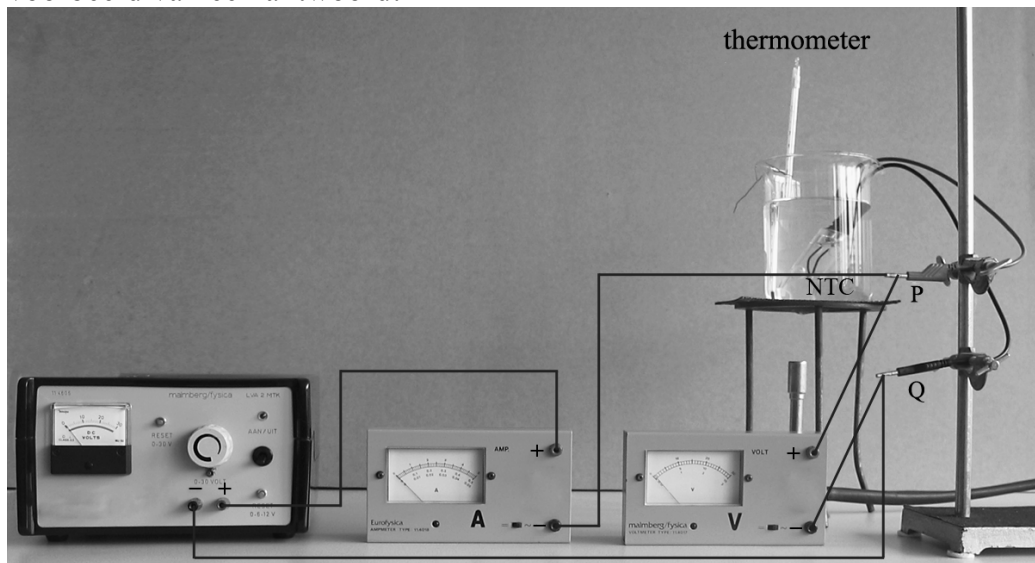
Opmerking

Als bij de beantwoording van vraag 2 een foute waarde voor de grondtoon is verkregen en die waarde hier wordt gebruikt: geen aftrek.

Opgave 2 WaarschuwingsLED

5 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- tekenen van een gesloten kring van de spanningsbron en de NTC 1
- opnemen van ampèremeter in serie in deze kring 1
- opnemen van de voltmeter parallel aan de NTC of aan de spanningsbron 1

Opmerking

Bij deze opgave hoeft geen rekening gehouden te worden met de polariteit van de meters.

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

6 maximumscore 4

voorbeeld van een uitleg:

Bij een lage temperatuur is de weerstand van de NTC groot. Hierdoor is de spanning over de NTC groot en de spanning over de LED dus klein. Als de spanning over de LED kleiner is dan 1,5 V brandt de LED niet.

(Bij een hogere temperatuur brandt de LED dus wel.)

- inzicht dat bij een lage temperatuur R_{NTC} groot is 1
- inzicht dat U_{NTC} groot is als R_{NTC} groot is 1
- inzicht dat U_{LED} klein is als U_{NTC} groot is 1
- completeren van de uitleg 1

7 maximumscore 5

uitkomst: $R = 3,0 \cdot 10^2 \Omega$

voorbeeld van een bepaling:

Aflesen in figuur 2: bij 20°C geldt $R_{NTC} = 5,9 \cdot 10^2 \Omega$.

Aflesen in figuur 3: bij 1,0 mA geldt $U_{LED} = 1,5 \text{ V}$.

Daaruit volgt: $U_{NTC} = 5,0 - 1,5 = 3,5 \text{ V}$.

Er geldt $I_{NTC} = \frac{U_{NTC}}{R_{NTC}} = \frac{3,5}{5,9 \cdot 10^2} = 5,93 \cdot 10^{-3} \text{ A}$.

$I_{LED} = 1,0 \text{ mA}$ zodat $I_R = 5,93 \cdot 10^{-3} - 1,0 \cdot 10^{-3} = 4,93 \cdot 10^{-3} \text{ A}$.

Voor R van de variabele weerstand geldt nu:

$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{1,5}{4,93 \cdot 10^{-3}} = 3,0 \cdot 10^2 \Omega$.

- bepalen van R_{NTC} (met een marge van 20Ω) en bepalen van U_{LED} 1
- inzicht dat $U_{NTC} = U_{bron} - U_{LED}$ 1
- inzicht dat $I_{NTC} = \frac{U_{NTC}}{R_{NTC}}$ 1
- inzicht dat $I_R = I_{NTC} - I_{LED}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opgave 3 Buckeye Bullet

8 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Uit de figuur volgt dat de maximale versnelling gelijk is aan de helling van de grafiek op tijdstip nul. Aflezen uit de grafiek geeft:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{160}{51} = 3,14 \text{ ms}^{-2}.$$

(Op tijdstip $t = 0$ s geldt: $F_{\text{motor}} = F_{\text{res}}$. Dus geldt:)

$$\frac{F_{\text{motor}}}{F_z} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{3,14}{9,81} = 0,32.$$

Dit is gelijk aan één derde / net iets kleiner dan één derde.

Dus de vuistregel geldt.

- inzicht dat de maximale versnelling gelijk is aan de helling van de raaklijn op $t = 0$ s 1
- bepalen van a (met een marge van $0,1 \text{ ms}^{-2}$) 1
- gebruik van $F = ma$ / inzicht dat $\frac{F_{\text{motor}}}{F_z} = \frac{a}{g}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Als de grafiek tot $t = 20$ s opgevat is als een rechte lijn: goed rekenen.

9 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Er geldt $P = F_{\text{motor}}v = \text{constant}$.

De snelheid v neemt toe. (Het vermogen P is constant.)

Dus neemt F_{motor} af.

- inzicht dat $P = Fv = \text{constant}$ 1
- inzicht dat de snelheid v toeneemt 1

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

10 maximumscore 4

uitkomst: $v = 1,5 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_{\text{lucht}} = kv^2$. De waarde van constante k kan bepaald worden door aflezen in het (F, t) - en het (v, t) -diagram op hetzelfde tijdstip.

Dit levert op $t = 70 \text{ s}$: $F_{\text{lucht}} = 1,8 \text{ kN}$ en $v = 133 \text{ ms}^{-1}$.

Hieruit volgt dat de waarde van $k = \frac{1,8 \cdot 10^3}{133^2} = 0,102$.

Extrapoleren levert dat op topsnelheid geldt: $F_{\text{motor}} = F_{\text{lucht}} = 2,3 \text{ kN}$.

Voor de topsnelheid geldt: $2,3 \cdot 10^3 = 0,102v^2$. Dit levert $v = 1,5 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$.

- aflezen van motorkracht en snelheid op hetzelfde tijdstip 1
- bepalen van de waarde van k 1
- inzicht dat op topsnelheid geldt $F_{\text{motor}} = F_{\text{lucht}}$ en schatten van de kracht op topsnelheid (met een marge van 0,1 kN) 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

uitkomst: $F = 5,53 \text{ kN}$

voorbeeld van een bepaling:

Voor het afremmen geldt $W = \Delta E_k$, in dit geval: $-Fs = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$.

Invullen levert: $-F \cdot 2 \cdot 1609 = -\frac{1}{2} \cdot 1740 \cdot 143^2$. Dit levert $F = 5,53 \text{ kN}$.

- gebruik van $W = Fs$ met $s = 2 \cdot 1609,344 \text{ m}$ met 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ met $v = 143 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van 1 ms^{-1}) 1
- completeren van de bepaling 1

Opgave 4 Maanrobotjes

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt } \Delta t = \frac{s}{v} = \frac{2 \cdot 384,4 \cdot 10^6}{2,998 \cdot 10^8} = 2,564 \text{ s.}$$

Als je niet ver genoeg vooruit kijkt, kun je een aanrijding krijgen.

- gebruik van $\Delta t = \frac{s}{v}$ met $v = c$ 1
- completeren van de berekening 1
- noemen van een relevante moeilijkheid 1

Opmerking

Een antwoord in 2 significante cijfers: goed rekenen.

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De gravitatie-energie neemt toe omdat de gravitatiekracht meer arbeid kan verrichten / omdat de gravitatiekracht tijdens de vlucht tegenwerkt.

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

14 maximumscore 4

uitkomst: $E_k = 2,35 \cdot 10^{11} \text{ J}$

voorbeeld van een berekening:

De benodigde kinetische energie komt overeen met het verschil tussen de gravitatie-energie op het maanoppervlak en de gravitatie-energie op 300 km boven de aarde.

$$E_k = \Delta E_{\text{grav}} = -GmM \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) =$$

$$-6,673 \cdot 10^{-11} \cdot 4,0 \cdot 10^3 \cdot 5,976 \cdot 10^{24} \left(\frac{1}{384,4 \cdot 10^6 - 1,74 \cdot 10^6} - \frac{1}{6,38 \cdot 10^6 + 3,00 \cdot 10^5} \right)$$

$$= 2,35 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

- inzicht dat de benodigde kinetische energie overeenkomt met het verschil tussen de gravitatie-energie op het maanoppervlak en de gravitatie-energie op 300 km boven de aarde 1
- gebruik van $E_{\text{grav}} = -\frac{GmM}{r}$ 1
- in rekening brengen van de straal van de aarde, de hoogte boven het aardoppervlak en de afstand van de aarde tot het maanoppervlak 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de kandidaat vergeet de straal van de maan in rekening te brengen: goed rekenen.

15 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Het juiste punt moet verder van de aarde dan van de maan afliggen, omdat de massa van de aarde groter is dan de massa van de maan.

- inzicht dat de massa van de aarde groter is dan de massa van de maan 1
- completeren van de uitleg 1

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

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Op de juiste plaats geldt: $F_{\text{grav aarde}} = F_{\text{grav maan}}$.

Invullen levert: $\frac{GmM_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2} = \frac{GmM_{\text{maan}}}{r_{\text{maan}}^2}$. Dit geeft: $\frac{M_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2} = \frac{M_{\text{maan}}}{r_{\text{maan}}^2}$.

Hieruit volgt: $\frac{r_{\text{maan}}}{r_{\text{aarde}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{maan}}}{M_{\text{aarde}}}} = \sqrt{\frac{0,0735 \cdot 10^{24}}{5,976 \cdot 10^{24}}} = 0,111$.

Dus G is de juiste plaats.

- gebruik van $F_{\text{grav}} = \frac{GmM}{r^2}$ 1
- opzoeken massa van de maan en de massa van de aarde 1
- completeren van de berekening en conclusie 1

17 maximumscore 2

uitkomst: $\lambda = 4,996 \cdot 10^{-7}$ m

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $\lambda_{\text{max}} = \frac{k_w}{T}$. De effectieve temperatuur van de zon is 5800 K.

Invullen levert: $\lambda_{\text{max}} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{5800} = 4,996 \cdot 10^{-7}$ m.

- gebruik van $\lambda_{\text{max}} = \frac{k_w}{T}$ met $T = 5800$ K 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Een antwoord in 2 significante cijfers: goed rekenen.

18 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1:

De lijnen die een gevolg zijn van absorptie door waterstof moeten ook in het emissiespectrum van waterstof zitten.

Voor een lijn in het zichtbare gebied geldt: $\lambda = 656 \text{ nm}$.

Er geldt $E_f = \frac{hc}{\lambda}$. Invullen levert:

$$E_f = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{6,56 \cdot 10^{-7}} = 3,03 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

- inzicht dat de gekozen lijn zowel in het zonnenspectrum als in het emissiespectrum van waterstof moet voorkomen 1
- noemen van een juiste golflengte 1
- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2:

De lijnen die een gevolg zijn van absorptie door waterstof moeten ook in het emissiespectrum van waterstof zitten.

Voor een lijn in het zichtbare gebied geldt: $\lambda = 656 \text{ nm}$.

Aflezen in tabel 21 levert

$$E_f = 12,0888 - 10,2002 = 1,8886 \text{ eV} = 3,03 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

- inzicht dat de gekozen lijn zowel in het zonnenspectrum als in het emissiespectrum van waterstof moet voorkomen 1
- noemen van een juiste golflengte 1
- gebruik van de juiste waarden uit tabel 21 van BINAS 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Voor twee andere lijnen geldt: $\lambda = 397 \text{ nm}$ en $\lambda = 486 \text{ nm}$.

De bijbehorende energiewaarden zijn $5,00 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ en $4,09 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Opgave 5 Protonentherapie

19 maximumscore 3

uitkomst: tot een indringdiepte van 22,5 cm (met een marge van 1,5 cm)

voorbeeld van een bepaling:

De stopping power is gelijk aan de helling van de grafiek.

Voor een indringdiepte van 22,5 cm is de helling gelijk aan 10 MeV cm^{-1} .

Voor waarden kleiner dan 22,5 cm is de stopping power kleiner dan 10 MeV cm^{-1} .

- inzicht dat de stopping power gelijk is aan de helling van de grafiek 1
- bepalen van het punt waar de helling gelijk is aan 10 MeV cm^{-1} 1
- completeren van de bepaling 1

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Waar de helling van de figuur het grootst is, is ook de stralingsdosis het grootst. Dus ontvangt het water een kleine stralingsdosis, de tumor een grote stralingsdosis en ontvangt de plaat helemaal geen straling.

- inzicht dat de stralingsdosis groot is als de helling van figuur 1 groot is 1
- inzicht dat na 26 cm geen straling geabsorbeerd wordt 1
- completeren van de uitleg 1

21 maximumscore 2

uitkomst: $E = 150 \text{ MeV}$

Opmerking

Alle antwoorden van 150 MeV tot en met 155 MeV: goed rekenen.

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij een stopping power van 800 MeV cm^{-1} en een energieverlies per botsing van 72 eV is de afstand tussen twee botsingen gelijk aan

$$\frac{72}{800 \cdot 10^6} = 9 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 9 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,9 \text{ nm. Dus een DNA-keten met een}$$

breedte van 3 nm wordt op ongeveer drie plaatsen geraakt.

- berekenen van de afstand tussen twee botsingen 1
- completeren van het antwoord 1

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

23 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

- Bij fotonen wordt de meeste energie opgenomen in het gebied voor de tumor en bij protonen niet.
- Bij fotonen wordt ook energie opgenomen in het gebied achter de tumor en bij protonen niet.
- Bij protonen wordt de meeste energie opgenomen in de tumor.

24 maximumscore 4

uitkomst: $U = 4,2 \cdot 10^5 \text{ V}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de kinetische energie van een proton geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} (9,0 \cdot 10^6)^2 = 6,76 \cdot 10^{-14} \text{ J.}$$

$$\text{Dus voor de spanning geldt: } U = \frac{\Delta E_k}{q} = \frac{6,76 \cdot 10^{-14}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 4,2 \cdot 10^5 \text{ V.}$$

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- gebruik van $\Delta E_k = qU$ 1
- opzoeken van de massa en de lading van een proton 1
- completeren van de berekening 1

25 maximumscore 1

uitkomst: $E = 0,42 \text{ (MeV)}$

Opmerking

Als bij de beantwoording van vraag 24 een foute waarde voor de spanning is verkregen en die waarde hier wordt gebruikt: geen aftrek.

26 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De stroomrichting is gelijk aan de bewegingsrichting van de protonen.

De lorentzkracht is naar links gericht. Hieruit volgt dat het magnetisch veld gericht is loodrecht op het vlak van tekening, van de lezer af (het papier in).

- aangeven van de stroomrichting 1
- aangeven van de richting van de lorentzkracht 1
- completeren van de bepaling 1