Correctievoorschrift

V5 csi oefentoets spectroscopie

natuurkunde vwo

Extra oefening botsingen

1 **maximumscore: 1**

De kogel blijft in het blokje hout steken.

2 **maximumscore: 3**

snelheid massamiddelpunt is 17,5 m/s
$v_{mmp} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 17,5 m/s$
m1 = 7,5 g, m2 = 150 g, v1 is ? en v2 = 0

dus $v_2 = \frac{(m_1 + m_2) v_{mmp}}{m_1} = 368 m/s$

3 **maximumscore: 3**

Het afschieten van een pistool kan je beschouwen als een omgekeerde inelastische botsing. Voor het schot zit de kogel in het pistool, en beweegt het pistool niet. De snelheid van het massamiddelpunt is dus gelijk aan 0.

$v_{mmp} = 0 = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$
$m_1 v_1 = -m_2 v_2$
$v_1 = -\frac{m_1}{m_2} v_2 = -\frac{7,5}{650} 368 = -4,2 m/s$

dus de snelheid van het pistool is gelijk aan -4,2 m/s. Deze snelheid is negatief omdat we de snelheid van de kogel als positief hebben genomen.

4 **maximumscore: 3**

de snelheid van het massamiddelpunt is

$$v_{mmp} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{350 \cdot 8{,}33 - 600 \cdot 2{,}5}{950} = 1{,}49 m/s$$

de relatieve snelheden van de bootjes tov het massa middelpunt zijn dus

$$\bar{v}_1 = v_1 - v_{mmp} = 8{,}33 - 1{,}49 = 6{,}84 m/s$$
$$\bar{v}_2 = v_2 - v_{mmp} = -2{,}5 - 1{,}49 = -3{,}99 m/s$$

de relatieve snelheden voor de botsing vermenigvuldigen we met -1 om de snelheden na de botsing te krijgen:

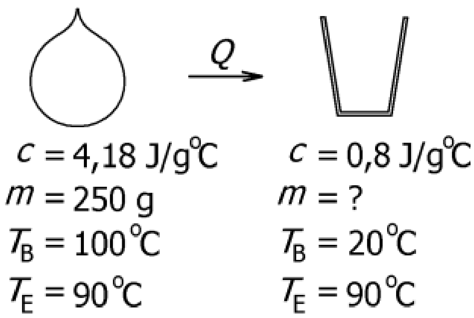
$$\bar{v}_1 = -6{,}84 m/s$$
$$\bar{v}_2 = 3{,}99 m/s$$

Door de snelheid van het massamiddelpunt bij de relatieve snelheden op te tellen krijgen we de snelheden van de bootjes na de botsing:

$$v_1 = \bar{v}_1 + v_{mmp} = -6{,}84 + 1{,}49 = -5{,}35 m/s$$
$$v_2 = \bar{v}_2 + v_{mmp} = 3{,}99 + 1{,}49 = 5{,}48 m/s$$

Massa van een (lege) beker

5 **maximumscore: 1**



$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 250 \cdot (100 - 90) = 10450 \text{ J}$$
$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} = \frac{10450}{0{,}80 \cdot (90 - 20)} = 187 \text{ g}$$

In de zon

6 **maximumscore: 4**

voorbeeld van een antwoord:

Uit de figuren lezen we een intensiteitsverhouding af van $\frac{83 \cdot 10^3}{2,1} = 40 \cdot 10^3$ (met een marge van $4 \cdot 10^3$)

Dit zou overeen moeten komen (volgens de kwadratenwet) met het kwadraat van de verhouding $\frac{\text{afstand zon aarde}}{\text{straal van de zon}}$.

Er geldt: $\left(\frac{\text{afstand zon aarde}}{\text{straal van de zon}}\right)^2 = \left(\frac{1,5 \cdot 10^{11}}{7,0 \cdot 10^8}\right)^2 = 46 \cdot 10^3$.

(Het klopt dus heel aardig.)

- bepalen van intensiteitsverhouding uit de figuren
- inzicht dat $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{\text{afstand zon aarde}}{\text{straal van de zon}}\right)^2$
- opzoeken van afstanden
- completeren van de bepaling

Opmerkingen

- Als de kandidaat het tweede scorepunt niet behaald heeft, kan hij/zij het vierde scorepunt niet behalen.
- Bij de vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

7 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

$UV - C$ wordt nagenoeg volledig geabsorbeerd door de dampkring.

Voor $UV - A$ is de weegfactor erg klein en zijn de schadelijke effecten dus zeer beperkt.

- inzicht dat $UV - C$ het aardoppervlak nauwelijks bereikt
- inzicht dat bij $UV - A$ de weegfactor erg klein is

8 maximumscore: 4

uitkomst: $t = 21\ (\text{min})$ (met een marge van $5\ (\text{min})$)
voorbeeld van een bepaling:

De oppervlakte onder het biologisch effectieve spectrum geeft het totaal geabsorbeerde stralingsvermogen per m^2 lichaamsoppervlak. Deze oppervlakte bestaat uit ongeveer 13 hokjes.
Elk hokje is $20\ \text{nm}$ breed en $0,00025\ \text{W m}^{-2}\ \text{nm}^{-1}$ hoog. De oppervlakte van één hokje komt dus overeen met $0,0050\ \text{Wm}^{-2}$.
Totaal levert dit dus $13 \cdot 0,0050 = 0,065\ \text{W m}^{-2}$.
Voor de tijd om de norm van $80\ \text{J m}^{-2}$ te bereiken, geldt dus:
$t = \frac{80}{0,065} = 1231\ \text{s} = 21\ \text{min}.$

- inzicht dat het geabsorbeerd vermogen per m^2 lichaamsoppervlak overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek
- omzetten van de oppervlakte onder de grafiek in de hoeveelheid vermogen per oppervlakte in Wm^{-2}
- inzicht dat $E = Pt$
- completeren van de bepaling

9 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
Het is wenselijk dat er een hele range aan golflengtes wordt geabsorbeerd door de zonnebrandcrème. Een stof met een band-gap heeft veel meer mogelijkheden om straling te absorberen (en is daardoor dus beter geschikt als bestanddeel van zonnebrandcrème).

- inzicht dat er zo veel mogelijk straling geabsorbeerd moet worden
- inzicht dat een band-gap-materiaal meer absorptiemogelijkheden heeft

10 maximumscore: 5

voorbeeld van een antwoord:

- Uit figuur 6 volgt dat de stof golflengtes moet absorberen tot 330 nm, wat overeenkomt met een energie van $3,76 \text{ eV}$. Zichtbaar licht begint bij 380 nm, dus een energie van $3,26 \text{ eV}$, wat de stof niet mag absorberen.
  Iedere stof absorbeert energieën groter en gelijk aan de eigen band-gap energie. Deze moet dus groter zijn dan $3,26 \text{ eV}$ en kleiner dan $3,76 \text{ eV}$. Alleen Titaandioxide voldoet.
- Zilveroxide heeft een te kleine band-gap energie en absorbeert dus ook zichtbaar licht
  Galliumoxide heeft een te grote band-gap energie en absorbeert dus niet het gehele $UV-B$.

- inzicht dat iedere stof energieën absorbeert gelijk aan en groter dan zijn band-gap energie
- gebruik van $E=\frac{hc}{\lambda}$ voor omrekenen energie(ën) en golflengte(s)
- inzicht dat de stof golflengte van $UV-B$ (tot 330 nm) moet absorberen maar golflengtes vanaf de minimale golflengte van het zichtbaar licht $(380-400 \text{ nm})$ niet mag absorberen
- consequente keuze van de geschikte stof
- consequente uitleg voor elk van de beide andere stoffen waarom deze niet geschikt is

Opmerkingen

- Als de kandidaat voor de bovengrens van $UV-B$ een waarde tussen 320 nm en 340 nm gebruikt, dit goed rekenen.
- Als de kandidaat bij de tweede deelscore een rekenfout maakt, maximaal 4 scorepunten toekennen.

Planck

11 maximumscore: 1

voorbeelden van een antwoord:

- De aardatmosfeer laat niet alle straling uit het microgolfgebied door.
- De condities van de aardatmosfeer verschillen in de tijd.
- In de atmosfeer is te veel microgolfstraling uit de omgeving aanwezig.

12 maximumscore: 3

uitkomst: $T = 2,76\ \mathrm{K} (2,40\ \mathrm{K} \leq \mathrm{T} \leq 2,80\ \mathrm{K})$

voorbeeld van een bepaling:
Het maximum van de grafiek ligt bij: $\lambda_{\mathrm{max}} = 1,05\ \mathrm{mm}$.
Met de wet van Wien, $\lambda_{\mathrm{max}} T = k_{\mathrm{W}}$, is de bijbehorende temperatuur uit te rekenen.
Dit geeft: $T = \frac{k_{\mathrm{W}}}{\lambda_{\mathrm{max}}} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{1{,}05 \cdot 10^{-3}} = 2,76\ \mathrm{K}$

- aflezen van λ_{max}
- gebruik van $\lambda_{\mathrm{max}} T = k_{\mathrm{W}}$
- completeren van de bepaling

Opmerking
Als de kandidaat de oppervlakte onder de grafiek bepaalt en vervolgens met de wet van Stefan-Boltzmann de temperatuur berekent, maximaal 2 punten toekennen.
Let op: door een fout in de verticale schaal van de figuur levert de methode via de wet van Stefan-Boltzman een andere numerieke waarde dan in het beoordelingsmodel staat.

Hawkingstraling

13 maximumscore: 3

voorbeeld van een antwoord:
Het stralingsvermogen van de ster is $10^{4,5}$ keer zo groot is als dat van de zon. Voor de massaverhouding geldt dan: $\frac{M}{M_{\mathrm{zon}}} = \left(10^{4,5}\right)^{\frac{1}{3,8}} = 15$.
Deze ster is meer dan 12 keer zo zwaar als de zon en zal dus eindigen als een zwart gat.

- bepalen van $\frac{P}{P_{\mathrm{zon}}}$
- gebruik van $\frac{P}{P_{\mathrm{zon}}} = \left(\frac{M}{M_{\mathrm{zon}}}\right)^{3,8}$
- completeren van de berekening en consequente conclusie

14 maximumscore: 2

uitkomst: $5,9 \cdot 10^4$ m

voorbeeld van een antwoord:
Voor de schwartzschildstraal geldt formule (2) met $v = c$, Dus: $r_s = \frac{2GM}{c^2}$

Invullen geeft: $r_s = \frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 20 \cdot 1{,}99 \cdot 10^{30}}{(3{,}00 \cdot 10^8)^2} = 5,9 \cdot 10^4$ m.

- gebruik van formule (2) met $v = c$
- completeren van de berekening

15 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
(De massa van een zwart gat is in de orde van 10^{31} kg of groter.
Volgens formule (3) is de temperatuur dan in de orde van 10^{-8} K.)

Vanwege de grote massa van een zwart gat is de temperatuur (volgens formule (3)) extreem laag. Hierdoor zal de stralingsintensiteit van het zwarte gat heel laag zijn / Hierdoor zal de bijbehorende $\lambda_{\max}$ erg groot zijn.

- gebruik van het verband tussen massa en temperatuur
- inzicht in het verband tussen de temperatuur en de uitgezonden stralingsintensiteit / $\lambda_{\max}$

16 maximumscore: 3

voorbeeld van een antwoord:
Voor het uitgestraalde vermogen geldt de wet van Stefan-Boltzmann:
$P = \sigma A T^4$, met $A = 4\pi r_s^2$.
Volgens formule (3) geldt: $T \propto M^{-1}$.
Uit formule (2) is af te leiden dat: $r_s \propto M$.
Invullen geeft: $P \propto M^2 \left(M^{-1}\right)^4$, dus $P \propto M^{-2}$.

- gebruik van $P = \sigma A T^4$, met $A = 4\pi r_s^2$.
- inzicht dat geldt $r_s \propto M$ en $T \propto M^{-1}$
- completeren van de bepaling

17 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
Volgens formule (4) is het uitgestraalde vermogen groter naarmate de massa kleiner is. De uitgestraalde energie per seconde is dan groter en daarmee het massaverlies per seconde. In de loop van de tijd zal de massa van een zwart gat dus steeds sneller afnemen. Grafiek A geeft dus het juiste verband weer.

- gebruik van het verband tussen P en M
- gebruik van het verband tussen uitgestraalde energie en massaverlies en consequente conclusie

WMAP

18 maximumscore: 3

voorbeeld van een antwoord:
Een schatting van de energie die per seconde per m^2 het oppervlakte treft, geeft: $E = 10 \cdot 14 \cdot 10^{-8} = 1,4 \cdot 10^{-6}$ J.
Een schatting voor de gemiddelde energie van een foton in het golflengtegebied geeft: $E_\mathrm{f} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3,0 \cdot 10^{8}}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 1,32 \cdot 10^{-22}$ J.
Dus geldt voor het aantal fotonen per seconde: $n = \frac{1,4 \cdot 10^{-6}}{1,32 \cdot 10^{-22}} = 1,0 \cdot 10^{16}$.
(Dus schatting c is de beste.)

- bepalen van de energie per seconde die een oppervlakte van $1\ \mathrm{m}^2$ treft
- gebruik van $E_\mathrm{f} = \frac{hc}{2}$
- completeren van de berekening

19 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
Voor de golflengte van de maximum intensiteit geldt: $\lambda_\mathrm{max} T = k_\mathrm{w}$.
Invullen levert: $T = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{1,1 \cdot 10^{-3}} = 2,6$ K.

- gebruik van $\lambda_\mathrm{max} T = k_\mathrm{w}$
- completeren van de berekening

20 maximumscore: 3

voorbeeld van een antwoord:

De dopplerformule voor de snelheid van de bron luidt: $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}c$.

Bij een temperatuur van $3000\ \mathrm{K}$ horen golflengtes die (ongeveer) 1000 maal kleiner is dan de waargenomen golflengtes.

In de formule levert dat voor de snelheid van de bron $v = 1000c$.

- gebruik van $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}c$
- schatten van de golflengte bij $3000\ \mathrm{K}$
- completeren van het antwoord