Correctievoorschrift VWO

2009

tijdvak 2

natuurkunde 1,2

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Beoordelingsmodel
5 Inzenden scores

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.-v.b.o. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de *Regeling beoordeling centraal examen* vastgesteld (CEVO-02-806 van 17 juni 2002 en bekendgemaakt in Uitleg Gele katern nr 18 van 31 juli 2002).
Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 36, 41, 41a en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
3 De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past de beoordelingsnormen en de regels voor het bepalen van de score toe die zijn gegeven door de CEVO.

natuurkundeuitgelegd.nl

De gecommitteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommitteerde.

4 De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.

5 Indien de examinator en de gecommitteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommitteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examinator. Indien het geschil niet kan worden beslecht, wordt hiervan melding gemaakt aan de inspectie. De inspectie kan een derde onafhankelijke gecommitteerde aanwijzen. De beoordeling van de derde gecommitteerde komt in de plaats van de eerdere beoordelingen.

2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de CEVO-regeling van toepassing:

1 De examinator vermeldt op een lijst de namen en/of nummers van de kandidaten, het aan iedere kandidaat voor iedere vraag toegekende aantal scorepunten en het totaal aantal scorepunten van iedere kandidaat.

2 Voor het antwoord op een vraag worden door de examinator en door de gecommitteerde scorepunten toegekend, in overeenstemming met het beoordelingsmodel. Scorepunten zijn de getallen 0, 1, 2, ..., n, waarbij n het maximaal te behalen aantal scorepunten voor een vraag is. Andere scorepunten die geen gehele getallen zijn, of een score minder dan 0 zijn niet geoorloofd.

3 Scorepunten worden toegekend met inachtneming van de volgende regels:

3.1 indien een vraag volledig juist is beantwoord, wordt het maximaal te behalen aantal scorepunten toegekend;

3.2 indien een vraag gedeeltelijk juist is beantwoord, wordt een deel van de te behalen scorepunten toegekend, in overeenstemming met het beoordelingsmodel;

3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het beoordelingsmodel;

3.4 indien slechts één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, wordt uitsluitend het eerstgegeven antwoord beoordeeld;

3.5 indien meer dan één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, worden uitsluitend de eerstgegeven antwoorden beoordeeld, tot maximaal het gevraagde aantal;

3.6 indien in een antwoord een gevraagde verklaring of uitleg of afleiding of berekening ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is aangegeven;

3.7 indien in het beoordelingsmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord of onderdeel van dat antwoord;

natuurkundeuitgelegd.nl

3.8 indien in het beoordelingsmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen.
3.9 indien een kandidaat op grond van een algemeen geldende woordbetekenis, zoals bijvoorbeeld vermeld in een woordenboek, een antwoord geeft dat vakinhoudelijk onjuist is, worden aan dat antwoord geen scorepunten toegekend, of tenminste niet de scorepunten die met de vakinhoudelijke onjuistheid gemoeid zijn.

4 Het juiste antwoord op een meerkeuzevraag is de hoofdletter die behoort bij de juiste keuzemogelijkheid. Voor een juist antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal punten toegekend. Voor elk ander antwoord worden geen scorepunten toegekend. Indien meer dan één antwoord gegeven is, worden eveneens geen scorepunten toegekend.
5 Een fout mag in de uitwerking van een vraag maar één keer worden aangerekend, tenzij daardoor de vraag aanzienlijk vereenvoudigd wordt en/of tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
6 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
7 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een examen of in het beoordelingsmodel bij dat examen een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof examen en beoordelingsmodel juist zijn. Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO. Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het beoordelingsmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.
8 Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.
9 Het cijfer voor het centraal examen wordt als volgt verkregen.
Eerste en tweede corrector stellen de score voor iedere kandidaat vast. Deze score wordt meegedeeld aan de directeur.
De directeur stelt het cijfer voor het centraal examen vast op basis van de regels voor omzetting van score naar cijfer.

NB Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 77 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:
1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
2 De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.

natuurkundeuitgelegd.nl

3 Het laatste scorepunt, aangeduid met ‘completeren van de berekening’, wordt niet toegekend in de volgende gevallen:
   – een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst
   – een of meer rekenfouten
   – het niet of verkeerd vermelden van de eenheid van een uitkomst, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.
4 Het laatste scorepunt wordt evenmin toegekend als juiste antwoordelementen foutief met elkaar worden gecombineerd of als een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening tot gevolg heeft.
5 In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Vallend foton

1 maximumscore 2
antwoord: ${}^{57}_{27}\mathrm{Co} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} \rightarrow {}^{57}_{26}\mathrm{Fe}$ of ${}^{57}\mathrm{Co} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} \rightarrow {}^{57}\mathrm{Fe}$

- inzicht dat ${}^{57}_{27}\mathrm{Co}$ en het geabsorbeerde deeltje aan de linkerkant van de pijl horen 1
- completeren van het antwoord 1

2 maximumscore 2
voorbeeld van een antwoord:
Zolang de halveringstijd van de oorspronkelijke isotoop groot genoeg is (270 dagen bij ${}^{57}_{27}\mathrm{Co}$), wordt er tijdens het experiment steeds nieuw ${}^{57}_{26}\mathrm{Fe}$ aangemaakt.

- inzicht voor het ontstaan van ${}^{57}_{26}\mathrm{Fe}$ een veel grotere halveringstijd geldt dan voor het verval 1
- inzicht dat er steeds voldoende ${}^{57}_{26}\mathrm{Fe}$ beschikbaar komt 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

voorbeeld van een afleiding:

Uit $E = mc^2 = hf$ volgt $m = \frac{hf}{c^2}$. Invullen in $E_z = mgH$ met $f = f_h$ levert $E_z = \frac{hf_h}{c^2} gH$.

- inzicht dat $mc^2 = hf$ 1
- gebruik van $E_z = mgH$ 1
- completeren van de afleiding 1

4 maximumscore 4

uitkomst: $\frac{E_z}{E_{foton}} = 2{,}47 \cdot 10^{-15}$

voorbeeld van een berekening:

$E_z = mgh = \frac{hf_h}{c^2} gH = E_{foton} \frac{gH}{c^2} \rightarrow \frac{E_z}{E_{foton}} = \frac{gH}{c^2} = \frac{9{,}81 \cdot 22{,}6}{(2{,}998 \cdot 10^8)^2} = 2{,}47 \cdot 10^{-15}$.

- gebruik van $E_{foton} = hf$ 1
- inzicht $\frac{E_z}{E_{foton}} = \frac{gH}{c^2}$ 2
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Radarcontrole

5 maximumscore 3

uitkomst: $f = 3{,}3 \cdot 10^{10}$ Hz

voorbeeld van een berekening:

Uit $c = f\lambda$ volgt $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3{,}00 \cdot 10^{8}}{9{,}0 \cdot 10^{-3}} = 3{,}3 \cdot 10^{10}$ Hz.

- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- opzoeken van de lichtsnelheid 1
- completeren van de berekening 1

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Slechts een klein gedeelte van de uitgezonden radargolven raakt de auto en kan worden teruggekaatst / maar een klein gedeelte van de golven die worden teruggekaatst bereiken het radarapparaat.

Door het dopplereffect wordt de golflengte kleiner (, omdat de auto nadert en fungeert als bewegende bron in de richting van de waarnemer).

- oorzaak van de veel kleinere amplitudo 1
- oorzaak van de kleinere λ 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $v = 90$ (km h^{-1})

voorbeeld van een bepaling:

$\Delta T = 180 \cdot 10^{-6}$ s. Dus $\Delta f = \frac{1}{\Delta T} = 5{,}56 \cdot 10^{3}$ Hz.

$\Delta f = \frac{2v}{\lambda}$ Omschrijven levert

$v = \frac{\Delta f \lambda}{2} = \frac{5{,}56 \cdot 10^{3} \cdot 9{,}0 \cdot 10^{-3}}{2} = 25 \text{ m s}^{-1} = 90 \text{ km h}^{-1}$.

- bepalen van ΔT (met een marge van 4 μs) 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- omrekenen van m s^{-1} naar km h^{-1} 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:
De component van de snelheid in de richting van het radarapparaat is kleiner dan de snelheid. Dus geeft de formule een te kleine waarde voor v.

- inzicht dat de component in de richting van het radarapparaat kleiner is dan de snelheid 1
- consequente conclusie 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uitgang 1 van teller A staat steeds $\frac{1}{40}$ seconde aan en $\frac{1}{40}$ seconde uit. Dus de aan/uit-ingang van teller B staat krijgt gedurende $\frac{1}{40}$ seconde een hoog signaal waardoor teller B pulsen telt.
Als uitgang 1 van teller A laag wordt, gaat er via de invertor een hoog signaal naar de reset van teller B waardoor deze gereset wordt.

- inzicht dat uitgang 1 van teller A staat steeds $\frac{1}{40}$ seconde aan en $\frac{1}{40}$ seconde uit staat 1
- inzicht dat de aan/uit-ingang van teller B dus gedurende $\frac{1}{40}$ seconde een hoog signaal krijgt 1
- inzicht dat de reset van teller B daarna een hoog signaal krijgt 1

10 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Als binnen $\frac{1}{40}$ seconde 128 pulsen geteld worden, komt dit overeen met een frequentie van $40 \cdot 128 = 5120$ Hz = 5,1 kHz. Dus bij deze frequentie (en hoger) geeft uitgang 128 van teller B een hoog signaal aan het fototoestel.

- omrekenen van het aantal pulsen in $\frac{1}{40}$ seconde naar de frequentie 1
- completeren van de redenering 1

methode 2
Als er $5{,}1 \cdot 10^3$ pulsen per seconde zijn, zijn dat in $\frac{1}{40}$ seconde $\frac{5{,}1 \cdot 10^3}{40} = 128$ pulsen. Dus bij 128 (en meer) pulsen geeft uitgang 128 van teller B een hoog signaal aan het fototoestel.

- omrekenen van de frequentie naar het aantal pulsen in $\frac{1}{40}$ seconde 1
- completeren van de redenering 1

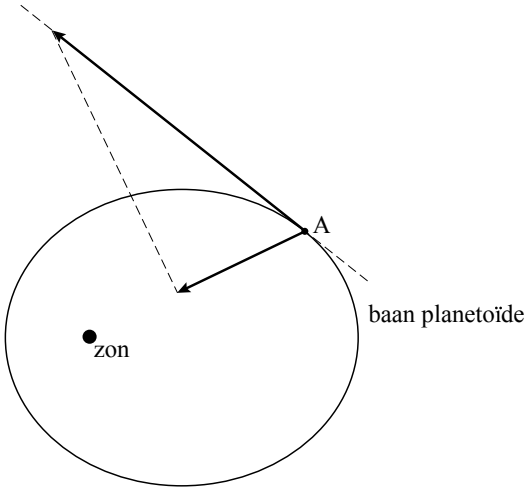
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Planetoïde

11 maximumscore 3

uitkomst: $v = 18\ \text{km s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:



De snelheidsvector heeft de richting van de raaklijn aan de ellips.
De lengte van de snelheidsvector is 2,25 keer zo groot als de component in de richting van de zon, dus $v_A = 2{,}25 \cdot v_{zon} = 2{,}25 \cdot 8{,}0 = 18\ \text{km s}^{-1}$.

- inzicht dat v de richting heeft van de raaklijn aan de baan 1
- construeren van de snelheidsvector in A rakend aan de baan 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als een kandidaat de component van de gegeven vector in de richting van de stippellijn construeert: maximaal 1 punt toekennen.

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De totale energie is constant. Dichter bij de zon heeft een planetoïde minder gravitatie-energie dan verder weg van de zon. Dus is de kinetische energie en daarmee de snelheid dichterbij de zon groter dan verder weg van de zon.

- inzicht in de wet van behoud van energie 1
- inzicht dat de gravitatie-energie kleiner is dichter bij de zon 1
- consistente conclusie 1

Opmerking
Wanneer beredeneerd met de wetten van Kepler: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de gravitatiekracht door de aarde geldt: $F_{\text{g aarde}} = \dfrac{GmM_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2}$.

Voor de gravitatiekracht door de zon geldt: $F_{\text{g zon}} = \dfrac{GmM_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2}$.

We vergelijken $\dfrac{GmM_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2}$ met $\dfrac{GmM_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2}$, dus $\dfrac{M_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2}$ met $\dfrac{M_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2}$.

$r_{\text{aarde}} = 5{,}38 \cdot 10^8 + 6{,}378 \cdot 10^6 = 5{,}444 \cdot 10^8 \rightarrow \dfrac{M_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2} = \dfrac{5{,}976 \cdot 10^{24}}{\left(5{,}444 \cdot 10^8\right)^2} = 2{,}02 \cdot 10^7$.

$r_{\text{zon}} = 1{,}496 \cdot 10^{11} + 5{,}444 \cdot 10^8 = 1{,}501 \cdot 10^{11} \rightarrow \dfrac{M_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2} = \dfrac{1{,}989 \cdot 10^{30}}{\left(1{,}501 \cdot 10^{11}\right)^2} = 8{,}83 \cdot 10^7$.

Dus de zon trekt TU24 sterker aan dan de aarde.

- gebruik van $F_g = \dfrac{GmM}{r^2}$ 1
- opzoeken van de massa's van de aarde en de zon 1
- opzoeken van de afstanden tot de aarde en de zon 1
- completeren van de berekeningen 1

Opmerking
Wanneer de kandidaat geen rekening houdt met de straal van de aarde en/of bij de zon geen rekening houdt met de afstand van TU24 tot de aarde: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_g$.

Invullen levert:

$1{,}9 \cdot 10^{10} \cdot 3{,}7 \cdot 10^4 - 280 \cdot 10^3 \cdot 1{,}3 \cdot 10^4 = (1{,}9 \cdot 10^{10} + 280 \cdot 10^3) v_g$.

Dit levert: $v_g = 3{,}7 \cdot 10^4$ ms^{-1}.

De snelheid is dus niet of nauwelijks veranderd.

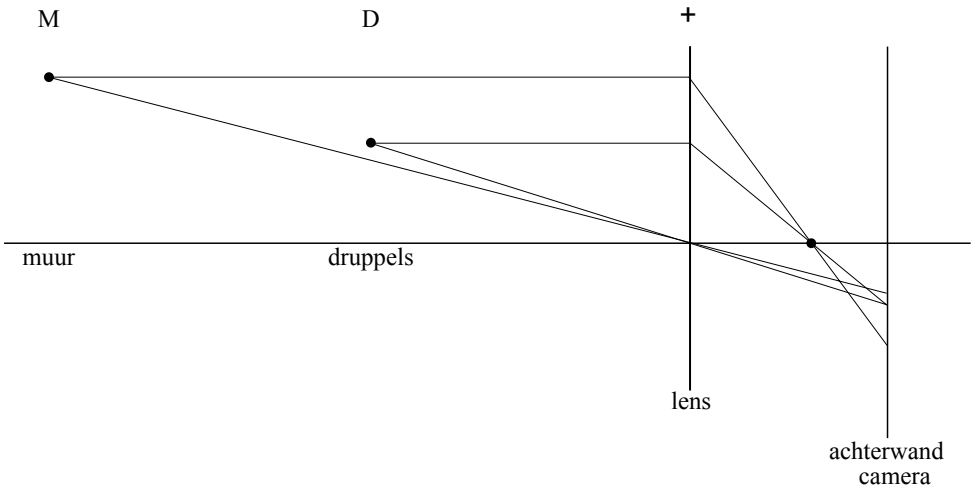
- gebruik van $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_g$ 1
- gebruik van de juiste tekens bij de snelheden 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Regendruppels

15 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



Het beeldpunt van de bakstenen ligt niet op achterwand van de camera.
Hierdoor is het beeld niet scherp.

- construeren van het beeld van punt D op de achterwand van de camera 1
- aangeven van de plaats van een brandpunt 1
- construeren van het beeld van punt M 1
- inzicht dat het beeldpunt van de bakstenen niet op achterwand van de camera valt / inzicht dat op de achterwand van de camera een lichtvlek van de bakstenen valt 1

natuurkundeuitgelegd.nl

16 maximumscore 4

antwoord: $k = \dfrac{8\rho_w g}{3\rho_l c_w}$.

voorbeeld van een afleiding:

Bij constante snelheid geldt: $F_w = F_z$ zodat $\frac{1}{2} c_w \rho_l A v^2 = mg$.

Voor de massa van de druppel geldt $m = \rho_w V = \rho_w \frac{4}{3}\pi r^3$.

Voor het frontale oppervlak van de druppel geldt $A = \pi r^2$.

Invullen geeft: $\frac{1}{2} c_w \rho_l \pi r^2 v^2 = \rho_w \frac{4}{3}\pi r^3 g$.

Omschrijven levert $v^2 = \dfrac{8\rho_w g}{3\rho_l c_w} r$. Dus $k = \dfrac{8\rho_w g}{3\rho_l c_w}$.

- inzicht dat $F_z = F_w$ 1
- inzicht dat $mg = \frac{1}{2} c_w \rho A v^2$ 1
- gebruik van $m = \rho V$ 1
- completeren van de afleiding 1

17 maximumscore 5

uitkomst: d = 3,8 mm

voorbeeld van een bepaling:

De lengte van het spoor gemeten aan de hand van de bakstenen en de voegen is 29 cm.

De vergroting van de druppelsporen is de helft van de vergroting van de bakstenen. De werkelijke lengte van het spoor is dus 14,5 cm.

De snelheid van de druppel is dan $v = \dfrac{s}{t} = \dfrac{0{,}145}{\frac{1}{60}} = 8{,}7 \text{ m s}^{-1}$.

$v^2 = 4{,}0 \cdot 10^4 r$. Hieruit volgt $r = \dfrac{(8{,}7)^2}{4{,}0 \cdot 10^4} = 1{,}9 \cdot 10^{-3}$ m.

Dus $r = 1{,}9$ mm en $d = 3{,}8$ mm.

- opmeten van de lengte van het spoor (met een marge van 2 cm) 1
- juist gebruik van de factor $\frac{1}{2}$ 1
- gebruik van $v = \dfrac{s}{t}$ 1
- gebruik van $v^2 = 4{,}0 \cdot 10^4 r$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Voor het verdampen is warmte nodig. De benodigde warmte wordt onttrokken aan de druppel. Dat betekent dat de temperatuur van de druppel zal dalen.

- inzicht dat er warmte nodig is voor het verdampen van water 1
- inzicht dat deze warmte aan de druppel onttrokken wordt 1
- consequente conclusie 1

19 maximumscore 4

uitkomst: $\Delta T = 0,23\ ^{o}\text{C}$

voorbeeld van een berekening:
Tijdens het vallen wordt het verlies aan zwaarte-energie omgezet in warmte, zodat $mg\Delta h = cm\Delta T$.

Invullen geeft $\Delta T = \frac{g\Delta h}{c} = \frac{9,81 \cdot 100}{4,18 \cdot 10^{3}} = 0,23\ ^{o}\text{C}$.

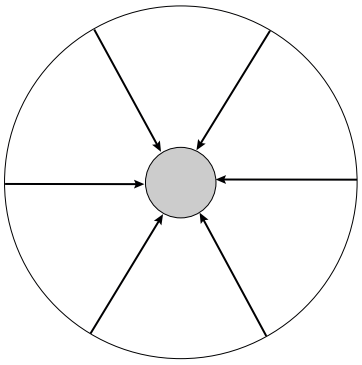
- inzicht dat $Q = \Delta E_z = mg\Delta h$ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ en opzoeken van c van water 1
- inzicht dat m wegvalt of berekenen van de massa van de waterdruppel 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Plasmalamp

20 maximumscore 2

voorbeeld van een tekening:



- tekenen van rechte regelmatig verdeelde lijnen tussen de glazen bol en de metalen elektrode 1
- richting van de pijlen naar de metalen elektrode gericht 1

Opmerking
Als de kandidaat de lijnen doortekent tot in de metalen elektrode: niet aanrekenen.

21 maximumscore 3

uitkomst: $f = 31$ kHz

voorbeeld van een bepaling:
We tellen 5 volledige trillingen over 8 schaaldelen. Dus $5T = 8 \cdot 20$ µs.

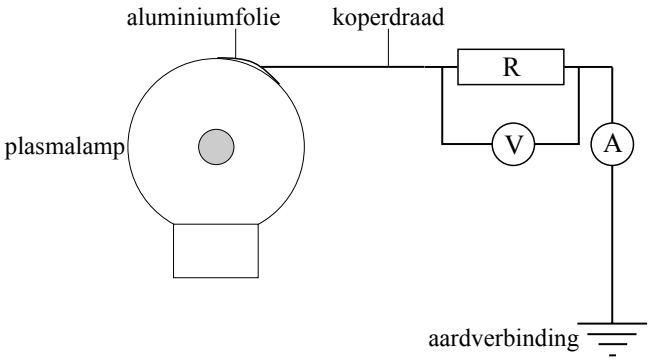
Dus $T = \dfrac{8 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{5} = 3{,}2 \cdot 10^{-5}$ s. Uit $f = \dfrac{1}{T}$ volgt $f = 31$ kHz.

- bepalen van T (met een marge van 2 µs) 1
- gebruik van $f = \dfrac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- tekenen van een spanningsmeter parallel aan R 1
- tekenen van een stroommeter in serie met R 1
- completeren van de schakeling 1

23 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:

Op het moment dat de binnenkant van de bol positief wordt, wordt (door elektrische influentie) het aluminiumfolie negatief. Er stromen dan elektronen van aarde naar het aluminiumfolie.

De stroomrichting is dan gericht van het aluminiumfolie naar aarde.

- inzicht dat het aluminiumfolie een lading krijgt tegengesteld aan de lading in de bol 1
- inzicht dat er door de geleidende verbinding van aarde naar het aluminiumfolie elektronen stromen 1
- inzicht dat de stroomrichting hieraan tegengesteld is 1

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als de gasdruk laag is, is de gemiddelde afstand tussen de moleculen relatief groot en is dus de vrije weglengte groot. De elektronen kunnen dan tussen opeenvolgende botsingen voldoende snelheid (kinetische energie) krijgen om elektronen uit de schil van een heliumatoom te slaan, dus om heliumatomen te ioniseren.

- inzicht dat bij lage gasdruk de vrije weglengte relatief groot is 1
- inzicht dat een grotere vrije weglengte een grotere kinetische energie tot gevolg heeft 1

natuurkundeuitgelegd.nl

25 maximumscore 4

uitkomst: Het aantal moleculen is $2{,}2\cdot10^{21}$.

voorbeeld van een berekening:

Voor het gas in de bol geldt de algemene gaswet $\frac{pV}{T} = nR$.

Het aantal mol $n = \frac{pV}{RT} = \frac{0{,}10\cdot1{,}0\cdot10^{5}\cdot0{,}90\cdot10^{-3}}{8{,}315\cdot291} = 3{,}72\cdot10^{-3}$ mol.

n mol bevat $nN_A = 3{,}72\cdot10^{-3}\cdot6{,}02\cdot10^{23} = 2{,}2\cdot10^{21}$ moleculen.

- gebruik van de algemene gaswet 1
- inzicht dat $p = 0{,}10\cdot1{,}0\cdot10^{5}$ Pa 1
- inzicht dat het aantal moleculen gelijk is aan nN_A en opzoeken van N_A 1
- completeren van de berekening 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 26 juni naar Cito.

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl