Correctievoorschrift VWO

2010

tijdvak 2

natuurkunde

tevens oud programma **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-09.0313, 31 maart 2009, zie www.examenblad.nl). Deze regeling blijft ook na het aantreden van het College voor Examens van kracht.
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 het College voor Examens.
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 het College voor Examens.

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 *Regeling beoordeling centraal examen* 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 het College voor Examens. 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 80 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 antwoordmodel 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

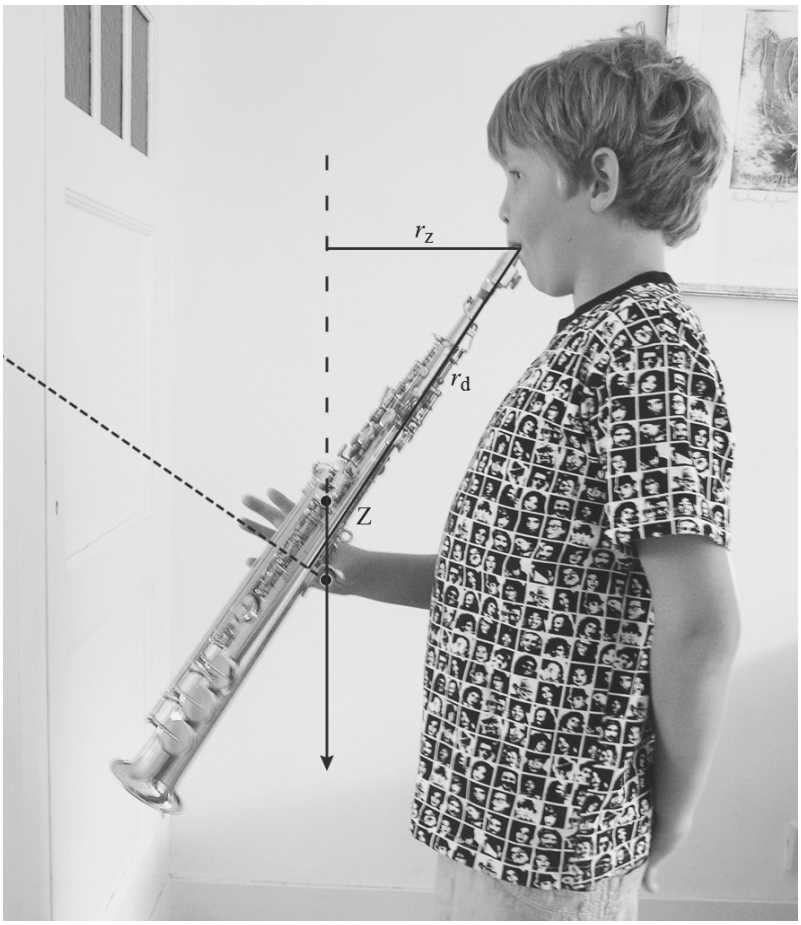
Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Sopraansaxofoon

1 maximumscore 4

uitkomst: $F_d = 7{,}1$ N

voorbeeld van een bepaling:



Er geldt: $F_z r_z = F_d r_d$. Opmeten in de figuur levert:
$r_z = 2{,}7$ cm en $r_d = 5{,}4$ cm. Invullen levert: $1{,}44 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}7 = F_d \cdot 5{,}4$.
Dit geeft $F_d = 7{,}1$ N.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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 hypotheses 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

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Opmeten in de figuur levert voor de akoestische lengte:

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

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

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

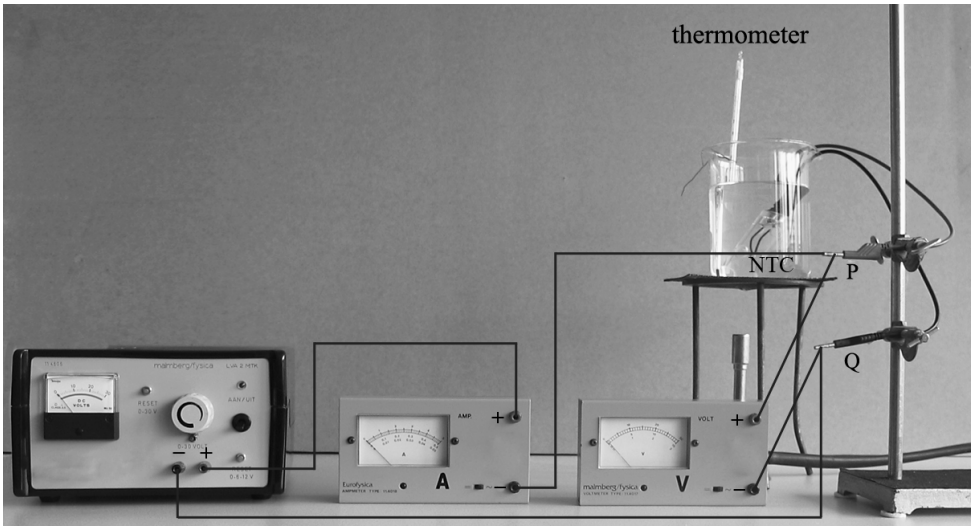
- bepalen van de akoestische lengte L in de figuur 1
- gebruik van $v = \lambda f$ met $332 \text{ m s}^{-1} \leq v \leq 354 \text{ m s}^{-1}$ 1
- completeren van de berekening van f 1

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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:
Aflezen in figuur 2: bij 20 °C geldt $R_{NTC} = 5{,}9 \cdot 10^{2}\ \Omega$.
Aflezen in figuur 3: bij 1,0 mA geldt $U_{LED} = 1{,}5$ V.
Daaruit volgt: $U_{NTC} = 5{,}0 - 1{,}5 = 3{,}5$ V.
Er geldt $I_{NTC} = \frac{U_{NTC}}{R_{NTC}} = \frac{3{,}5}{5{,}9 \cdot 10^{2}} = 5{,}93 \cdot 10^{-3}$ A.
$I_{LED} = 1{,}0$ mA zodat $I_R = 5{,}93 \cdot 10^{-3} - 1{,}0 \cdot 10^{-3} = 4{,}93 \cdot 10^{-3}$ 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 20 Ω) 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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:

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

(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 $0{,}1 \text{ m s}^{-2}$) 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

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 4

uitkomst: 56(%)

voorbeeld van een bepaling:
Het motorvermogen wordt gebruikt om de luchtweerstand te overwinnen en de kinetische energie te laten toenemen. Dus $P_{\text{motor}} = P_{\text{lucht}} + P_{\text{kinetische-energie}}$.
Op tijdstip t = 50 s geldt: $F_{\text{motor}} = 3{,}2$ kN en $F_{\text{lucht}} = 1{,}4$ kN.
Op dat tijdstip geldt: $\frac{P_{\text{lucht}}}{P_{\text{motor}}} = \frac{F_{\text{lucht}}}{F_{\text{motor}}}$.
Dus wordt van het motorvermogen $\frac{1{,}4}{3{,}2} = 0{,}44 = 44\%$ gebruikt voor het opheffen van de luchtwrijvingskracht. Dus wordt $100\% - 44\% = 56\%$ gebruikt om de kinetische energie te laten toenemen.

- inzicht dat $P_{\text{motor}} = P_{\text{lucht}} + P_{\text{kinetische-energie}}$ 1
- inzicht dat op een tijdstip geldt $\frac{P_{\text{lucht}}}{P_{\text{motor}}} = \frac{F_{\text{lucht}}}{F_{\text{motor}}}$ 1
- aflezen van de krachten op t = 50 s (met een marge van 0,1 kN) 1
- completeren van de bepaling 1

11 maximumscore 4

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

voorbeeld van een bepaling:
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 s: F_{lucht} = 1,8 kN en v = 133 m s^{-1}.
Hieruit volgt dat de waarde van $k = \frac{1{,}8 \cdot 10^3}{133^2} = 0{,}102$.
Extrapoleren levert dat op topsnelheid geldt: $F_{\text{motor}} = F_{\text{lucht}} = 2{,}3$ kN.
Voor de topsnelheid geldt: $2{,}3 \cdot 10^3 = 0{,}102v^2$. Dit levert $v = 1{,}5 \cdot 10^2$ m s^{-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 bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De gemiddelde snelheid over 'Mile 5' bedraagt 308,317 mph.

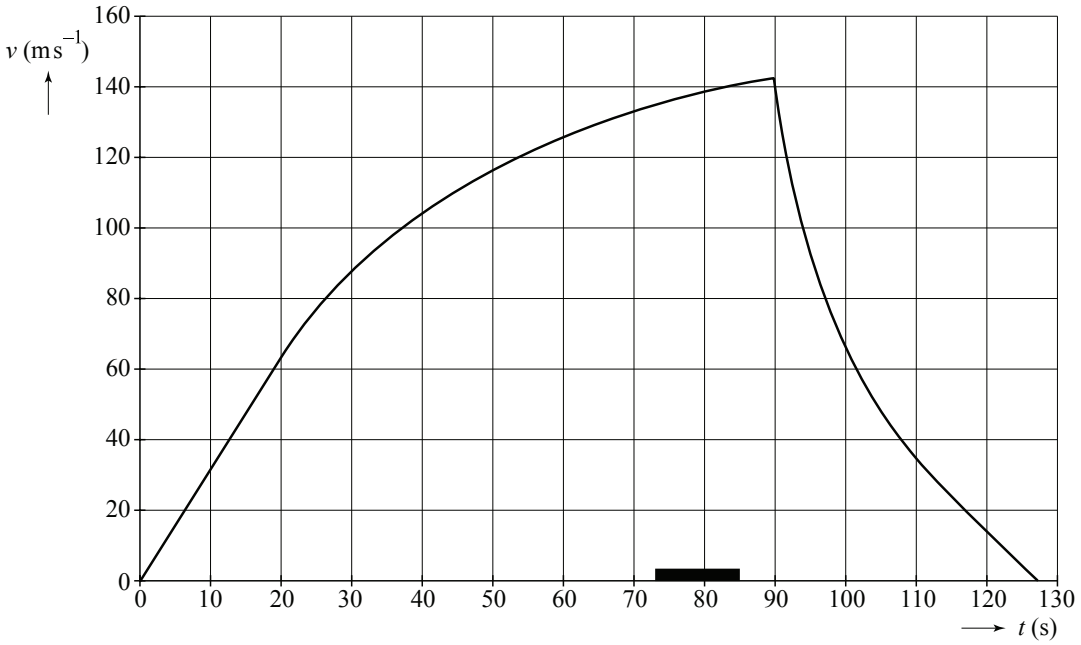
Dit is $308{,}317 \cdot 1{,}609344 = 496{,}188 \text{ km h}^{-1} = \frac{496{,}188}{3{,}6} = 137{,}83 = 137{,}8 \text{ m s}^{-1}$.

Voor de tijd dat de auto over deze mijl doet, geldt: $s = v_{gem} t$.

Invullen levert: $1609{,}344 = 137{,}8 \cdot t$.

Dit geeft: $t = 11{,}7$ s.

Tekenen in de grafiek levert:



- omrekenen van mph naar m s^{-1} 1
- berekenen van de tijdsduur 1
- aangeven van het tijdsinterval in het (v,t)-diagram (met het midden van het tijdsinterval tussen t = 77 s en t = 80 s) 1

Opmerking
Als het tijdinterval niet op de tijdas is aangegeven maar erboven: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 3

uitkomst: De remweg bedraagt 1,9 km (met een marge van 0,2 km).

voorbeeld van een bepaling:
De remweg is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek vanaf $t = 90$ s.
Hokjes tellen levert: $s = 1{,}9$ km.

- inzicht dat de remweg gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek vanaf $t = 90$ s 1
- bepalen van de oppervlakte onder de grafiek (door hokjes tellen of afschatten) 1
- completeren van de bepaling 1

Opgave 4 Protonentherapie

14 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

15 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

16 maximumscore 2

uitkomst: $E = 150$ MeV

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

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij een stopping power van $800\ \text{MeV cm}^{-1}$ 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

18 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.

19 maximumscore 4

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

voorbeeld van een berekening:

Voor de kinetische energie van een proton geldt:

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

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

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

20 maximumscore 1

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

Opmerking

Als bij de beantwoording van vraag 19 een foute waarde voor de spanning is verkregen en die waarde hier wordt gebruikt: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De stroomrichting is gelijk aan de bewegingsrichting van de protonen.
De lorentzkracht is gericht naar het middelpunt van de cirkel.
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

22 maximumscore 4

uitkomst: $B = 0{,}031$ T

voorbeeld van een berekening:

Voor de cirkelbaan geldt: $F_L = F_{mpz}$. Invullen levert: $Bqv = \frac{mv^2}{r}$.

Hieruit volgt: $B = \frac{mv}{qr}$.

Invullen van $B = \frac{mv}{qr}$ levert: $B = \frac{1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 9{,}0 \cdot 10^{6}}{1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 3{,}0} = 0{,}031$ T.

- inzicht dat $F_L = F_{mpz}$ 1
- gebruik van $F_L = Bqv$ 1
- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Waterlens

23 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:
Bij een oog verandert bij het scherpstellen de sterkte (bolling) van de lens (en blijft de beeldstand gelijk). Bij een gewone camera verandert bij het scherpstellen de beeldafstand (en blijft de sterkte van de lens gelijk). (Dus lijkt het scherpstellen van de waterlens meer op het scherpstellen van het oog.)

- inzicht dat bij het scherpstellen van het oog de sterkte (bolling) van de lens verandert 1
- inzicht dat bij het scherpstellen van een gewone camera de beeldafstand verandert 1

24 maximumscore 3

uitkomst: $R = 17$ mm

voorbeeld van een berekening:
$S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0{,}025} = 40$ dpt. Invullen in de formule levert: $40 = (n-1)\left(\frac{2}{R}\right)$.
Met $n = 1{,}330$ voor rood licht levert dit:
$R = (1{,}330-1)\cdot\frac{2}{40} = 1{,}65\cdot10^{-2}$ m $= 17$ mm.

- gebruik van $S = \frac{1}{f}$ 1
- inzicht dat $R_1 = R_2$ en opzoeken van de brekingsindex van water bij rood licht 1
- completeren van de berekening 1

25 maximumscore 2

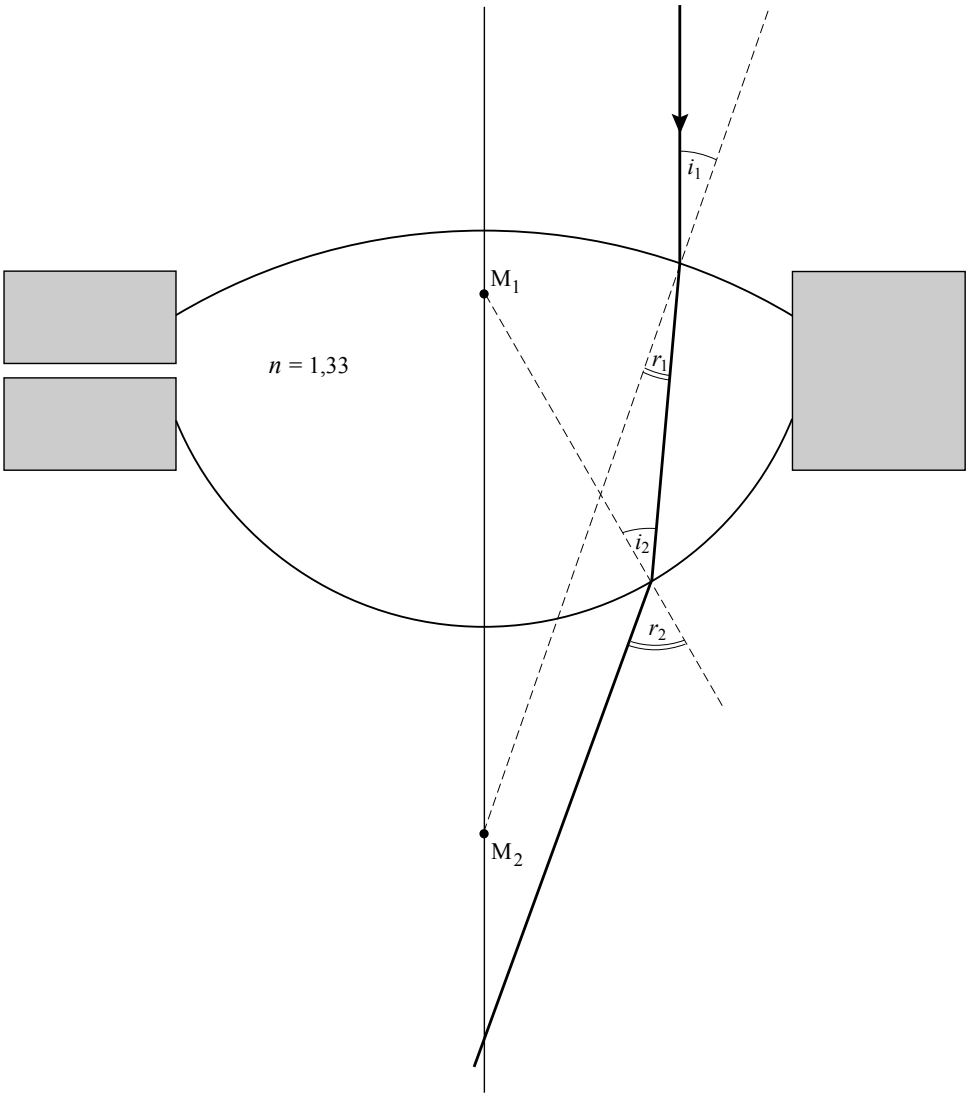
voorbeeld van een antwoord:
Het getal tussen haakjes was $\left(\frac{2}{R}\right)$ en wordt $\left(\frac{1}{2R}+\frac{2}{R}\right)=\left(\frac{5}{2R}\right)$ en dit is groter dan $\left(\frac{2}{R}\right)$. Dus de lens wordt sterker.

- inzicht in de verandering van de factor tussen haakjes 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

26 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:



Bepaling van de brekingshoek: $i_1 = 19°$ en $\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = 1{,}33$ zodat $r_1 = 14°$.

Bepaling van de brekingshoek: $i_2 = 35°$ en $\frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{1}{n}$ zodat $r_2 = 50°$.

- tekenen van de normaal richting M_2 en opmeten van de invalshoek i_1 (met een marge van 1°) 1
- gebruik van $\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = n$ 1
- tekenen van de lichtstraal in de waterlens 1
- bepalen van r_2 1
- tekenen van de uittredende straal tot aan de hoofdas 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 25 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