Correctievoorschrift VWO

2010

tijdvak 1

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
6 Bronvermeldingen

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 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 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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Kingda Ka

1 maximumscore 4

uitkomst: $a_{max} = 3{,}8g$ (met een marge van $0{,}2g$)

voorbeeld van een bepaling:
De maximale versnelling is gelijk aan de steilheid van de steilste raaklijn.
$a_{max} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{70-0}{2{,}6-0{,}7} = \frac{70}{1{,}9} = 36{,}8\ \text{m s}^{-2}$. Dit is $\frac{36{,}8}{9{,}8(1)} = 3{,}8g$.

- inzicht dat a de steilheid van het (v,t)-diagram is 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat de bepaalde steilheid gedeeld moet worden door 9,8(1) 1
- completeren van de bepaling 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $P_{gem} = 1{,}4 \cdot 10^6$ W

voorbeeld van een bepaling:
$P_{gem} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\Delta t}$ dus: $P_{gem} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3{,}1 \cdot 10^3 \cdot 57^2}{3{,}5} = 1{,}4 \cdot 10^6$ W.

- inzicht dat het gemiddelde vermogen gelijk is aan $\frac{\Delta E_k}{\Delta t}$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

uitkomst: 16%.

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Als de trein naar boven beweegt, wordt bewegingsenergie omgezet in zwaarte-energie en warmte.

Voor de bewegingsenergie geldt:

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 3{,}1 \cdot 10^3 \cdot (57)^2 = 5{,}04 \cdot 10^6$ J.

Voor de zwaarte-energie op de top geldt:

$E_z = mgh = 3{,}1 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 139 = 4{,}23 \cdot 10^6$ J.

Er mag dus hoogstens $5{,}04 \cdot 10^6$ J – $4{,}23 \cdot 10^6$ J = $0{,}81 \cdot 10^6$ J worden omgezet in warmte.

Dit is $\frac{0{,}81 \cdot 10^6}{5{,}04 \cdot 10^6} \cdot 100\% = 16\%$ van de oorspronkelijke bewegingsenergie.

- inzicht dat de bewegingsenergie wordt omgezet in zwaarte-energie en warmte 1
- gebruik van $E_z = mgh$ en $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als bij de vorige vraag E_k foutief berekend is en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.

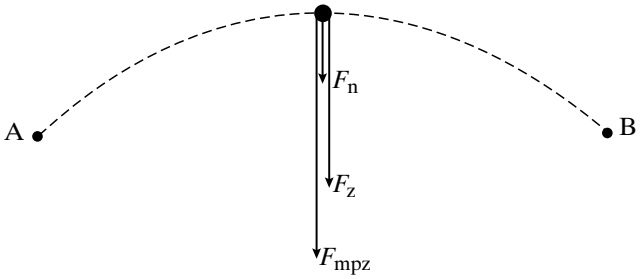
natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
Als de trein naar boven beweegt, wordt bewegingsenergie omgezet in zwaarte-energie en warmte. Voor het gedeelte van E_k dat moet worden omgezet in E_z geldt: $\frac{E_z}{E_k} = \frac{mgh}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{2gh}{v^2} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot 139}{(57)^2} = 0{,}84 = 84\%$.
Er mag dus maximaal 16% worden omgezet in warmte.

- inzicht dat de bewegingsenergie wordt omgezet in zwaarte-energie en warmte 1
- inzicht dat $\frac{E_z}{E_k} = \frac{mgh}{\frac{1}{2}mv^2}$ bepaald moet worden 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als bij de vorige vraag E_k foutief berekend is en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.

4 maximumscore 3
voorbeeld van een antwoord:



- juiste richting van de kracht 1
- juiste lengte van de kracht 1
- noemen van normaalkracht 1

Opmerkingen
Wanneer voor F_n de naam F_{beugel} wordt gebruikt: goed rekenen.
Wanneer voor F_n de naam F_{stoel} wordt gebruikt: niet goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

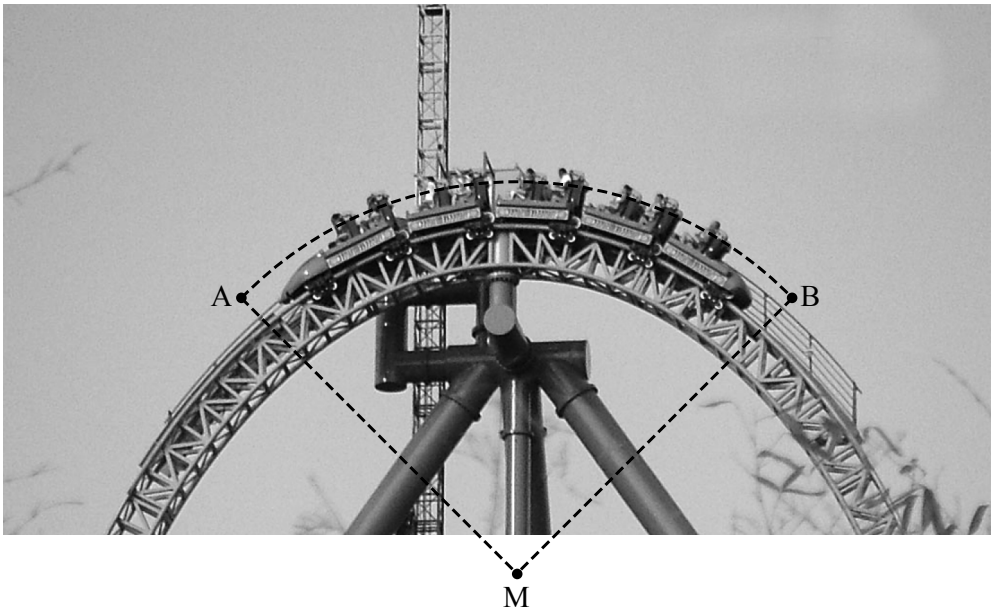
5 maximumscore 5

uitkomst: $v_{min} = 8{,}3\ \text{m s}^{-1}$ (met een marge van $0{,}7\ \text{m s}^{-1}$)

voorbeeld van een berekening:
Op het moment dat de passagier loskomt van het stoeltje geldt: $F_{mpz} = F_z$

zodat $\frac{mv^2}{r} = mg$. Hieruit volgt dat $v = \sqrt{gr}$.

De straal r kan bepaald worden in de figuur op de uitwerkbijlage. Teken daarvoor zowel bij punt A als bij punt B een loodlijn. Het snijpunt van deze loodlijnen is het middelpunt. Die moet liggen op de middelloodlijn van AB.



De straal van de bocht komt overeen met 5,6 cm.
De lengte van het voorste karretje komt overeen met 1,9 cm.
De straal is dus gelijk aan $\frac{5{,}6}{1{,}9} \cdot 2{,}4\ \text{m} = 7{,}07\ \text{m}$.

Voor de minimale snelheid geldt dan: $v_{min} = \sqrt{9{,}81 \cdot 7{,}07} = 8{,}3\ \text{m s}^{-1}$.

- inzicht dat bij loskomen geldt: $F_{mpz} = F_z$ 1
- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- tekenen van de loodlijnen en bepalen van het middelpunt 1
- bepalen van de werkelijke straal r van het stuk cirkelbaan AB 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Massaspectrometer

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor het versnellen geldt: $qU_{\mathrm{AB}} = \Delta E_{\mathrm{k}} = \frac{1}{2}mv^2$.

q en U_{AB} zijn voor alle ionen gelijk. De snelheid van de isotopen met de kleinste massa is dus het grootst. Dus lood-206 heeft de grootste snelheid.

- inzicht dat de kinetische energie voor alle ionen gelijk is 1
- completeren van de redenering 1

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

In punt S is de richting van de snelheid gelijk aan de raaklijn.

De middelpuntzoekende kracht (wordt geleverd door de lorentzkracht en) is naar het middelpunt van de cirkelbaan gericht. Hieruit volgt dat het magnetische veld vanuit het vlak van tekening omhoog gericht is.

- aangeven van de richting van de snelheid 1
- aangeven van de richting van de lorentzkracht 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor het versnellen van een deeltje geldt: $qU_{AB} = \frac{1}{2}mv^2$.

Voor de cirkelbeweging geldt: $Bqv = \frac{mv^2}{r}$.

Uit de tweede formule volgt: $v = \frac{Bqr}{m}$.

Invullen in de eerste formule levert: $qU_{AB} = \frac{1}{2}m\frac{B^2q^2r^2}{m^2}$.

Hieruit volgt: $m = \frac{B^2qr^2}{2U_{AB}}$.

- inzicht dat $qU_{AB} = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat $Bqv = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de afleiding 2

Opmerking
De twee scorepunten voor het completeren van de afleiding mogen alleen worden toegekend als de afleiding helemaal goed is. In alle andere gevallen mogen geen punten worden toegekend voor het completeren van de afleiding.

9 maximumscore 3

uitkomst: U_{AB} = 604 V of 605 V

voorbeeld van een berekening:

Uit $m = \frac{B^2qr^2}{2U_{AB}}$ volgt $U_{AB} = \frac{B^2qr^2}{2m}$.

Voor m geldt: $m = 206{,}98 \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27} = 3{,}446 \cdot 10^{-25}$ kg.

Invullen geeft: $U_{AB} = \frac{0{,}182^2 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 0{,}560\right)^2}{2 \cdot 3{,}446 \cdot 10^{-25}} = 604$ V.

- inzicht dat $m = Au$ 1
- inzicht dat $q = e$ en opzoeken van e 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Nucleaire batterijen

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$^{63}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{63}_{29}\text{Cu} + {}^{0}_{-1}\text{e}$ of $^{63}\text{Ni} \rightarrow {}^{63}\text{Cu} + \beta^-$

- Cu als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts kloppend 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als de β^--deeltjes in het koperplaatje terechtkomen, wordt dit negatief geladen. Door het uitzenden van de elektronen is het plaatje met nikkel positief geladen. Plus- en minladingen trekken elkaar aan, waardoor het koperplaatje op het trilplaatje in de richting van het plaatje met nikkel beweegt.

Als het koperplaatje het plaatje met nikkel raakt, worden beide ontladen en het koperplaatje veert weer terug. (Dit proces herhaalt zich voortdurend.)

- inzicht dat het koperplaatje negatief en het plaatje met nikkel positief geladen worden 1
- inzicht dat plus- en minladingen elkaar aantrekken 1
- inzicht dat de plaatjes ontladen als ze elkaar raken 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $m = 2{,}0 \cdot 10^{-5}$ (kg)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $A(t) = \dfrac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$. Hieruit volgt:

$$N(t) = A(t)\frac{t_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = 5{,}0 \cdot 10^{10} \cdot \frac{85 \cdot 3{,}15 \cdot 10^{7}}{0{,}693} = 1{,}93 \cdot 10^{20}.$$

De massa van één nikkel atoom is $62{,}9 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 1{,}04 \cdot 10^{-25}$ kg.

De totale massa is dus: $m = 1{,}93 \cdot 10^{20} \cdot 1{,}04 \cdot 10^{-25} = 2{,}0 \cdot 10^{-5}$ kg.

- opzoeken van $t_{\frac{1}{2}}$ en omrekenen naar seconde 1
- berekenen van de massa van één nikkelatoom 1
- inzicht dat $m_{\text{totaal}} = N m_{\text{Ni-atoom}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als voor de atoommassa 63 u *is genomen: geen aftrek.*

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 4

uitkomst: $P_{\text{elektrisch}} = 2{,}0 \cdot 10^{-5}$ W

voorbeeld van een berekening:

$P_{\text{kern}} = AE_{\beta} = 5{,}0 \cdot 10^{10} \cdot 62 \cdot 10^{3} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 4{,}97 \cdot 10^{-4}$ W.

Dan geldt: $P_{\text{elektrisch}} = 0{,}040 \cdot 4{,}97 \cdot 10^{-4} = 2{,}0 \cdot 10^{-5}$ W.

- inzicht dat $P_{\text{kern}} = AE_{\beta}$ 1
- omrekenen van keV naar J 1
- in rekening brengen van het rendement 1
- completeren van de berekening 1

14 maximumscore 3

uitkomst: $t = 13$ jaar

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $N(t) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$.

Invullen van $\frac{N(t)}{N(0)} = 0{,}90$ levert: $0{,}90 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$.

Met $t_{\frac{1}{2}} = 85$ jaar geeft dit $t = 12{,}92 = 13$ jaar.

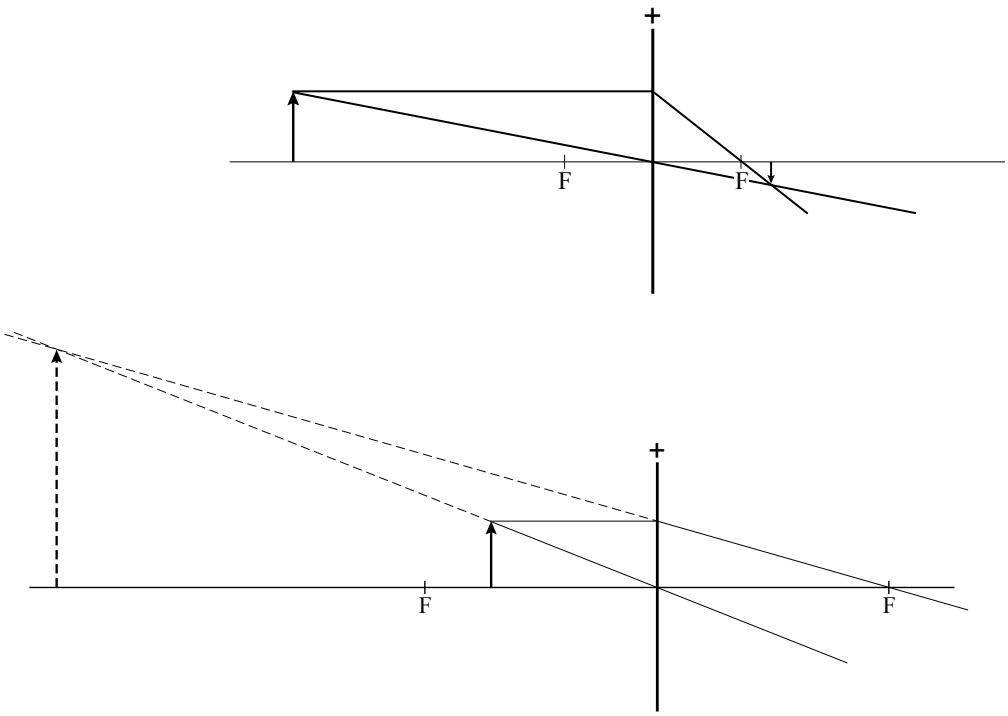
- gebruik van $N(t) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- inzicht dat $\frac{N(t)}{N(0)} = 0{,}90$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Minister

15 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:



Uit de constructies bij een positieve lens blijkt dat het beeld of omgekeerd en verkleind is, of rechtopstaand en vergroot is.
Het beeld van de minister in het brillenglas is rechtopstaand en verkleind en hoort dus niet bij een positieve lens.

- construeren van het beeld in de eerste figuur 1
- tekenen van twee constructiestralen in de tweede figuur 1
- construeren van het beeld in de tweede figuur 1
- conclusie op grond van de eerste figuur 1
- conclusie op grond van de tweede figuur 1

16 maximumscore 1

antwoord: bijziend

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:
Het (virtuele) beeld dat door het brillenglas van het hoofd van de minister wordt gevormd, bevindt zich dichter bij (het fototoestel) dan het hoofd van de minister zelf. Het fototoestel beeldt de twee dus met een andere (lineaire) vergroting af op (het negatief van) de foto. Dus de verhouding die Joke bepaalt, is niet de (lineaire) vergroting van het brillenglas.

- inzicht dat het beeld van de minister zich dichter bij (het fototoestel) bevindt dan de minister zelf 1
- inzicht dat de twee voorwerpsafstanden verschillen / inzicht dat er sprake is van perspectivische vertekening 1
- consequente conclusie 1

Opgave 5 Spaken van een fietswiel

18 maximumscore 4

antwoord: $F_s = 6{,}5 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een berekening:
In de grondtoon is de lengte van die spaak $l = \frac{1}{2}\lambda = 30$ cm.
Dus $\lambda = 60$ cm $= 0{,}60$ m.
Voor de voortplantingssnelheid van golven in een spaak geldt: $v = f\lambda$.
Invullen levert $v = 300 \cdot 0{,}60 = 180$ m s^{-1}.
Er geldt: $v = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$ met $m_l = \frac{6{,}00 \cdot 10^{-3}}{0{,}30} = 2{,}0 \cdot 10^{-2}$ kg.
Invullen levert $F_s = 180^2 \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-2} = 6{,}5 \cdot 10^2$ N.

- inzicht dat $l = \frac{1}{2}\lambda$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- inzicht dat $m_l = \frac{6{,}00 \cdot 10^{-3}}{0{,}30} = 2{,}0 \cdot 10^{-2}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

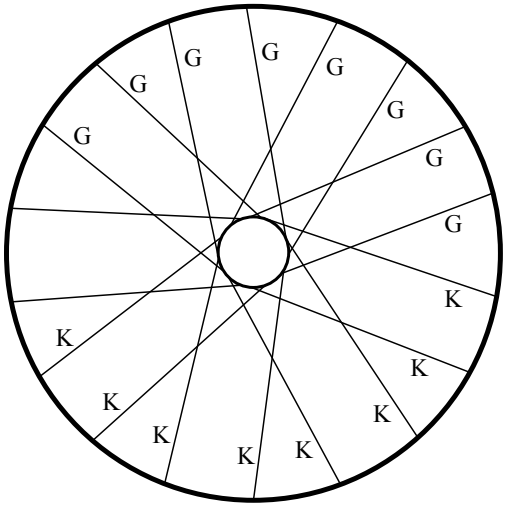
19 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:
Als de spaak strakker gespannen wordt, neemt de spankracht toe. Uit de formule volgt dat dan ook de snelheid van de golven in de spaak toeneemt. Omdat de golflengte gelijk blijft, neemt de frequentie en dus de toonhoogte van de spaak toe.

- inzicht dat $v = \lambda f = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$ 1
- completeren van de uitleg 1

20 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



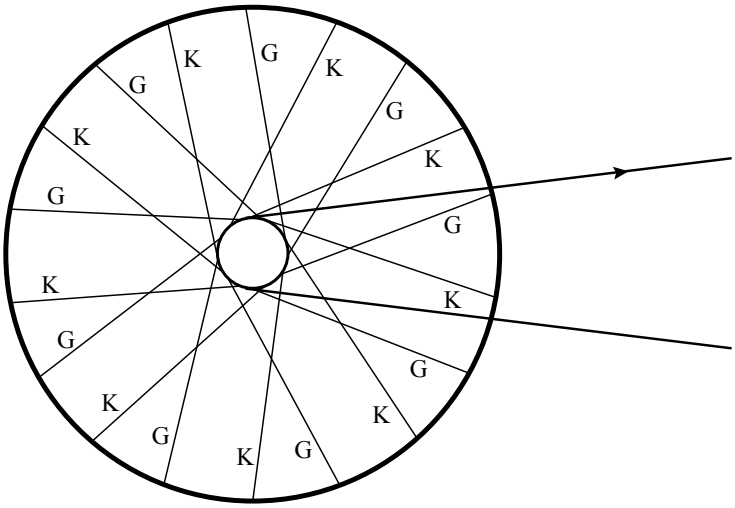
- twee spaken met de juiste letter G 1
- twee spaken met de juiste letter K 1

Opmerking
Als de letters G en K onderling verwisseld zijn: geen punten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- twee spaken met de juiste letter G 1
- twee spaken met de juiste letter K 1

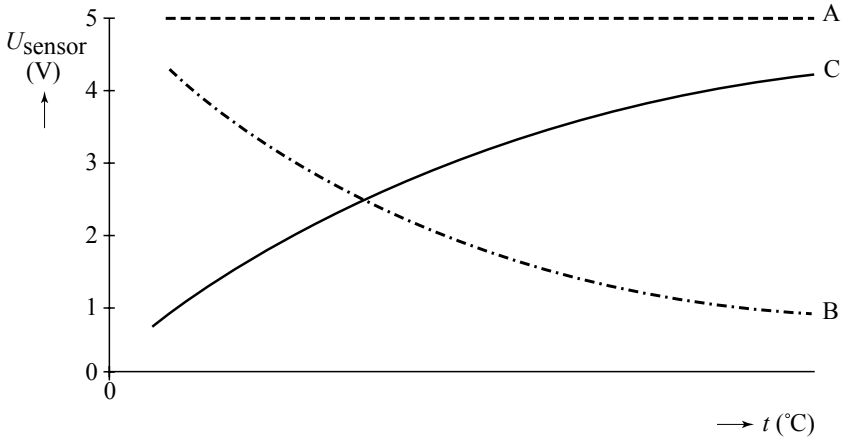
Opmerking
Als de letters G en K onderling verwisseld zijn: maximaal 1 punt toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Een temperatuursensor maken

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat de ijkgrafiek van schakeling A een horizontale lijn is op $U = 5{,}0$ V 1
- inzicht dat de ijkgrafiek van schakeling B een dalende kromme is 1

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De spanning over de NTC en de spanning over de weerstand zijn samen gelijk aan 5,0 V. Als de temperatuur hoger wordt, daalt de weerstand van de NTC. Hierdoor daalt ook de spanning over de NTC. Dus neemt de spanning over de weerstand (dit is de sensorspanning) toe.

- inzicht dat de som van de spanning over de NTC en de spanning over de weerstand gelijk is aan 5,0 V 1
- inzicht dat de spanning over de NTC kleiner wordt, als de temperatuur stijgt 1
- completeren van de uitleg 1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 4

uitkomst: R = (minimaal) 3,0 kΩ of 3,1 kΩ

voorbeeld van een berekening:

Voor het vermogen van de NTC geldt: $P = I^2 R_{\text{NTC}}$.

Invullen levert: $I_{\text{NTC}} = 0{,}953 \cdot 10^{-3}$ A.

Voor de spanning over de NTC geldt dan:

$U_{\text{NTC}} = I_{\text{NTC}} \cdot R_{\text{NTC}} = 0{,}953 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}2 \cdot 10^{3} = 2{,}1$ V.

Voor de grootte van de weerstand geldt dan:

$R = \frac{U}{I} = \frac{5{,}0 - 2{,}1}{0{,}953 \cdot 10^{-3}} = 3{,}0 \cdot 10^{3}$ Ω.

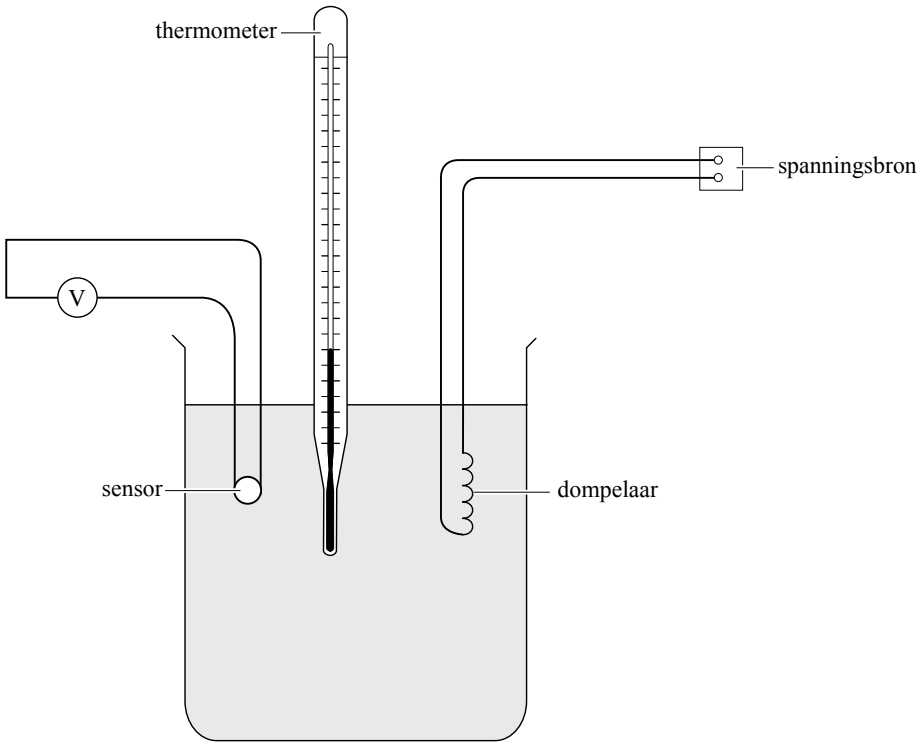
- gebruik van $P = I^2 R$ 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- toepassen van de regels voor stroom en spanning in een serieschakeling 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Vraag	Antwoord	Scores

25 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



Jeroen moet de temperatuur laten toenemen / afnemen. Tijdens dit proces moet hij een aantal maal gelijktijdig de sensorspanning en de temperatuur aflezen.

- tekenen van een vat met vloeistof met een warmtebron 1
- tekenen van een thermometer en de temperatuursensor met daarop aangesloten een spanningsmeter 1
- inzicht dat een aantal malen gelijktijdig de thermometer en de spanningsmeter moeten worden afgelezen 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 28 mei naar Cito.

6 Bronvermeldingen

Opgave 1 naar: de Gelderlander, 21 mei 2005

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