Correctievoorschrift HAVO

2013

tijdvak 2

natuurkunde

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 het College voor Examens (CvE) op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet CvE de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.
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 van het College voor Examens 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;

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;

natuurkundeuitgelegd.nl

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 scorepunten 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.

NB1 Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.
Evenmin is er een standaardformulier voorgeschreven voor de vermelding van de scores van de kandidaten.
Het vermelden van het schoolexamencijfer is toegestaan, maar niet verplicht.
Binnen de ruimte die de regelgeving biedt, kunnen scholen afzonderlijk of in gezamenlijk overleg keuzes maken.

NB2 Als het College voor Examens vaststelt dat een centraal examen een onvolkomenheid bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift.
Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk nadat de onvolkomenheid is vastgesteld via Examenblad.nl verstuurd aan de examensecretarissen.
Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

NB
a. Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.
b. Als de aanvulling niet is verwerkt in de naar Cito gezonden WOLF-scores, voert Cito dezelfde wijziging door die de correctoren op de verzamelstaat doorvoeren.

natuurkundeuitgelegd.nl

Een onvolkomenheid kan ook op een tijdstip geconstateerd worden dat een aanvulling op het correctievoorschrift ook voor de tweede corrector te laat komt. In dat geval houdt het College voor Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 78 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 Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening/bepaling', wordt niet toegekend als:
- een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst gemaakt is (zie punt 3),
- een of meer rekenfouten gemaakt zijn,
- de eenheid van een uitkomst niet of verkeerd vermeld is, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is, (In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.)
- antwoordelementen foutief met elkaar gecombineerd zijn,
- een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.

3 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.

4 Het scorepunt voor het gebruik van een formule wordt toegekend als de kandidaat laat zien kennis te hebben van de betekenis van de symbolen uit de formule. Dit blijkt als:
- de juiste formule is geselecteerd, én
- voor minstens één symbool een waarde is ingevuld die past bij de betreffende grootheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Opgave 1 SPECT-CT-scan

1 B

2 maximumscore 3
antwoord:
$^{99}_{42}\text{Mo} \rightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc} + {}^{0}_{-1}\text{e} + (\gamma)$ of $^{99}\text{Mo} \rightarrow {}^{99}\text{Tc} + \text{e} + (\gamma)$

- het elektron rechts van de pijl 1
- Tc als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

3 maximumscore 2
uitkomst: 6,3 (%)

voorbeeld van een antwoord:
De halveringstijd van technetium-99m is 6,0 u. Een etmaal is 24 uur, dit zijn 4,0 halveringstijden. Na een etmaal is er nog
$\left(\frac{1}{2}\right)^{4,0} \cdot 100\% = 0,0625 \cdot 100\% = 6,3\ \%$ van de ingespoten hoeveelheid technetium over.

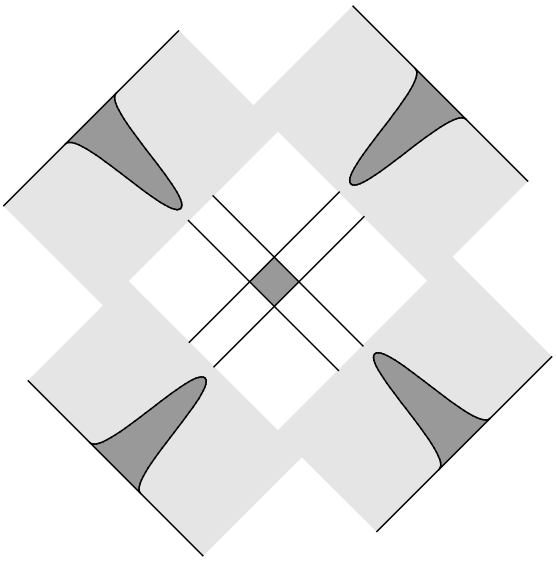
- opzoeken van de halveringstijd van technetium-99m 1
- completeren van de berekening 1

4 maximumscore 1
voorbeeld van een antwoord:
Door de smalle kanaaltjes kunnen alleen fotonen die loodrecht invallen het kristal bereiken. (De fotonen die schuin invallen worden in het lood geabsorbeerd.)

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 2

antwoord:



Opmerking
Als de overlap bepaald is met de totale breedte van de pieken: maximaal 1 scorepunt.

6 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De geabsorbeerde energie $E = 0,4 \cdot 2,2 \cdot 10^{13} \cdot 0,14 \cdot 10^{6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 0,197$ J.

De equivalente dosis $H = Q\frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{0,197}{80} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Sv. Dit is hoger dan (of bijna gelijk aan) de jaarlijkse achtergrondstraling van circa 2 mSv.

- inzicht dat de geabsorbeerde energie $E = 0,4 \cdot 2,2 \cdot 10^{13} \cdot E_{\text{foton}}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- gebruik van $H = Q\frac{E}{m}$ 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Solar Impulse

7 maximumscore 4

uitkomst: 24 (dagen)

voorbeeld van een antwoord:

Voor de gemiddelde snelheid van de Solar Impulse geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$, waarbij $r = (6{,}378 \cdot 10^6 + 10 \cdot 10^3)$ m en $v = \frac{70}{3{,}6} = 19{,}44$ m s^{-1}. Invullen levert

$T = \frac{2\pi(6{,}378 \cdot 10^6 + 10 \cdot 10^3)}{19{,}44} = 2{,}064 \cdot 10^6$ s $= 24$ dagen.

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- opzoeken van r_{aarde} 1
- omrekenen van km h^{-1} naar m s^{-1} 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als er geen rekening gehouden is met de hoogte van 10 km: goed rekenen.

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Het nuttig motorvermogen van de vier motoren samen is 6,0 kW; het rendement van de motoren is 60%. Het vermogen van de zonnecellen moet dan gelijk zijn aan $\frac{6{,}0}{0{,}6} = 10$ kW. (De accu's hoeven dus geen energie te leveren.)

- inzicht dat het nuttig vermogen van de motoren vergeleken moet worden met het vermogen van de zonnecellen 1
- juist gebruik van rendement 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 2
uitkomst: 0,25 kW

voorbeeld van een antwoord:
De zonnecellen leveren een vermogen van 10 kW; het rendement van de zonnecellen is 20%. Het zonlicht heeft dan een vermogen van $\frac{10}{0,2} = 50$ kW.
De oppervlakte van de zonnecellen is $200\ \text{m}^2$, dus per m^2 is het vermogen van het zonlicht $\frac{50}{200} = 0,25$ kW.

- juist gebruik van het rendement van de zonnecellen 1
- completeren van de berekening 1

10 maximumscore 2
uitkomst: 11 h

voorbeeld van een antwoord:
De accu's leveren 10 kW aan de motoren. De energie-inhoud van de accu's is 110 kWh. Er geldt: $E = Pt$, dus $t = \frac{E}{P} = \frac{110}{10} = 11$ h.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

11 maximumscore 5

uitkomst: $1{,}2\cdot10^{2}$ (kWh)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1
De oppervlakte onder de grafiek in figuur 2 stelt de totale geleverde hoeveelheid energie voor, dit is
$(2\cdot\frac{1}{2}\cdot4{,}0\cdot180)+(6{,}0\cdot180)=720+1080=1800$ kWh. Het rendement van de zonnecellen is 20%, dus er blijft $0{,}20\cdot1800=360$ kWh over om te vliegen.
De motoren van het vliegtuig leveren in 24 uur $6{,}0\cdot24=144$ kWh.
Het rendement van de motoren is 60%, dus aan de motoren is dan
$\frac{144}{0{,}60}=240$ kWh aan energie toegevoerd.
De extra geleverde hoeveelheid energie is dus:
$360-240=120=1{,}2\cdot10^{2}$ kWh.

- berekenen van de totale energie die de zonnecellen leveren in 24 uur 1
- juist gebruik van het rendement van de zonnecellen 1
- berekenen van de energie die de motoren leveren in 24 uur 1
- juist gebruik van het rendement van de motoren 1
- completeren van de berekening 1

methode 2
De oppervlakte onder de grafiek in figuur 2 stelt de totale geleverde hoeveelheid energie voor; dit is
$(2\cdot\frac{1}{2}\cdot4{,}0\cdot180)+(6{,}0\cdot180)=720+1080=1800$ kWh. Het rendement van de zonnecellen is 20%, dus er blijft $0{,}20\cdot1800=360$ kWh over om te vliegen.
Als de zonnecellen 10 kW leveren, wordt de energie die in de accu's is opgeslagen niet gebruikt, dus de motoren gebruiken in 24 uur 240 kW.
De extra geleverde hoeveelheid energie is dus:
$360-240=120=1{,}2\cdot10^{2}$ kWh.

- berekenen van de totale energie die de zonnecellen leveren in 24 uur 1
- juist gebruik van het rendement van de zonnecellen 1
- inzicht dat het motorvermogen hier 10 kW is 1
- berekenen van de energie die de motoren gebruiken in 24 uur 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Kerstboomlampjes

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de weerstand van het lampje geldt: $R = \frac{U}{I}$. De spanning over het lampje is $U = \frac{230}{24} = 9{,}58 = 9{,}6$ V. Uit figuur 1 blijkt dat de stroomsterkte I door het lampje dan gelijk is aan 120 mA. De weerstand van het lampje is dus $R = \frac{9{,}6}{0{,}120} = 80\ \Omega$.

- inzicht dat de spanning over het lampje $\frac{1}{24} \cdot 230$ V is 1
- aflezen van de bijbehorende stroomsterkte in figuur 1 1
- completeren 1

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij de gebruikte schakeling staat er opnieuw $\frac{230}{24} = 9{,}6$ V over elk lampje. Dit is niet afhankelijk van de keuze van de gebruikte weerstand omdat bij een parallel schakeling de spanning over elke tak gelijk is. De lampjes zullen dus normaal branden.

- inzicht dat spanning over elk lampje niet veranderd is 1
- conclusie 1

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Het vermogen van één lampje is: $P_{\text{lampje}} = UI = 9{,}6 \cdot 0{,}12 = 1{,}2$ W.

Het vermogen van één weerstand is $P = \frac{U^2}{R} = \frac{9{,}6^2}{2{,}0} = 46$ W. Het totale vermogen is dan gelijk aan $24 \cdot (1{,}2 + 46) = 1133 = 1{,}1$ kW. Dit is veel meer dan het oorspronkelijke vermogen van de kerstboomverlichting.

- berekenen van het vermogen van een lampje 1
- berekenen van het vermogen van een weerstand 1
- berekenen van het totale vermogen 1
- conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De vervangingsweerstand van elk parallel geschakelde deel is:

$\left(\frac{1}{80}+\frac{1}{2000}\right)^{-1} = 76,9 = 77\ \Omega.$

De totale weerstand in de schakeling wordt nu

$(23\cdot 77)+2,0\cdot 10^{3} = 3,8\cdot 10^{3}\ \Omega.$

De stroomsterkte $\left(I_{\text{totaal}} = \frac{230}{3,8\cdot 10^{3}} = 0,06\ \text{A}\right)$ wordt dan te laag om de lampjes normaal te laten branden.

- berekenen van de vervangingsweerstand van een parallel geschakeld deel 1
- inzicht dat de totale weerstand nu (te) hoog wordt 1
- inzicht dat de stroomsterkte door een lampje te laag wordt 1

16 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Als er een lampje kapot gaat, neemt de spanning over de NTC toe. De NTC-weerstand warmt op waardoor de weerstandswaarde kleiner wordt. De stroomsterkte in de schakeling neemt dan toe zodat de lampjes weer gaan gloeien.
– Het totale vermogen blijft vrijwel gelijk aan het gebruik zonder extra weerstanden omdat de NTC bij lage temperatuur een hogere weerstandswaarde heeft dan het lampje.

- inzicht dat de spanning over de NTC eerst stijgt 1
- inzicht dat de NTC opwarmt waardoor de weerstand van de NTC afneemt 1
- inzicht dat de stroomsterkte in de schakeling na verloop van tijd weer toeneemt 1
- inzicht dat het vermogen nu niet te hoog is omdat de NTC bij lage temperatuur een hoge weerstand heeft 1

Opgave 4 Railbaan

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

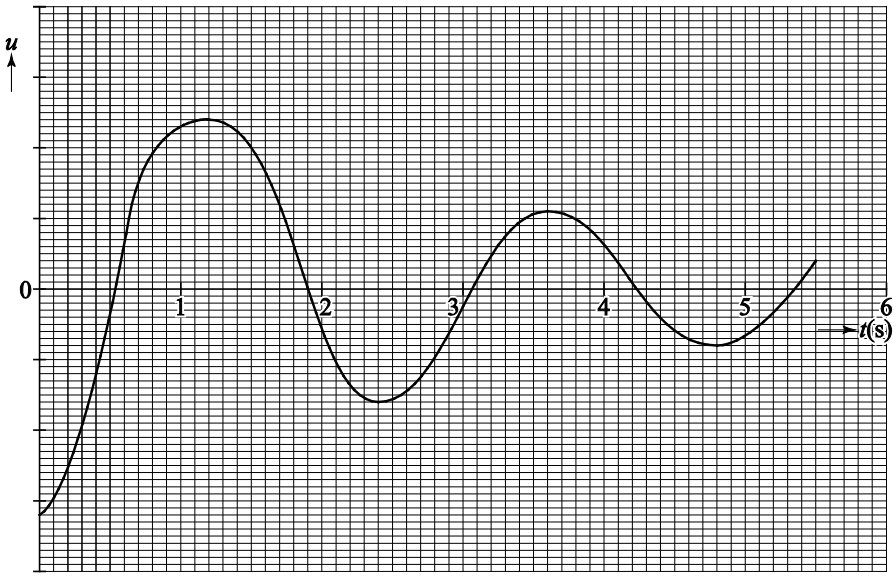
Als Fermi links begint, is hij na 1,2 s in het hoogste punt rechts aangekomen. Na 2,4 s is hij weer in het hoogste punt links, dus D komt overeen met de trillingstijd van deze beweging.

- inzicht dat Fermi na 2,4 s weer terug is op het hoogste punt links 1
- conclusie 1

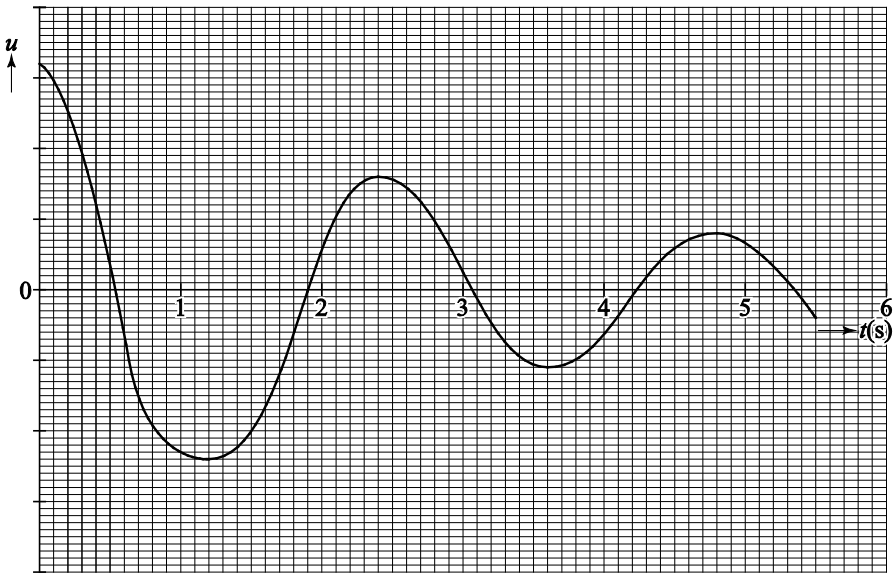
natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:



of



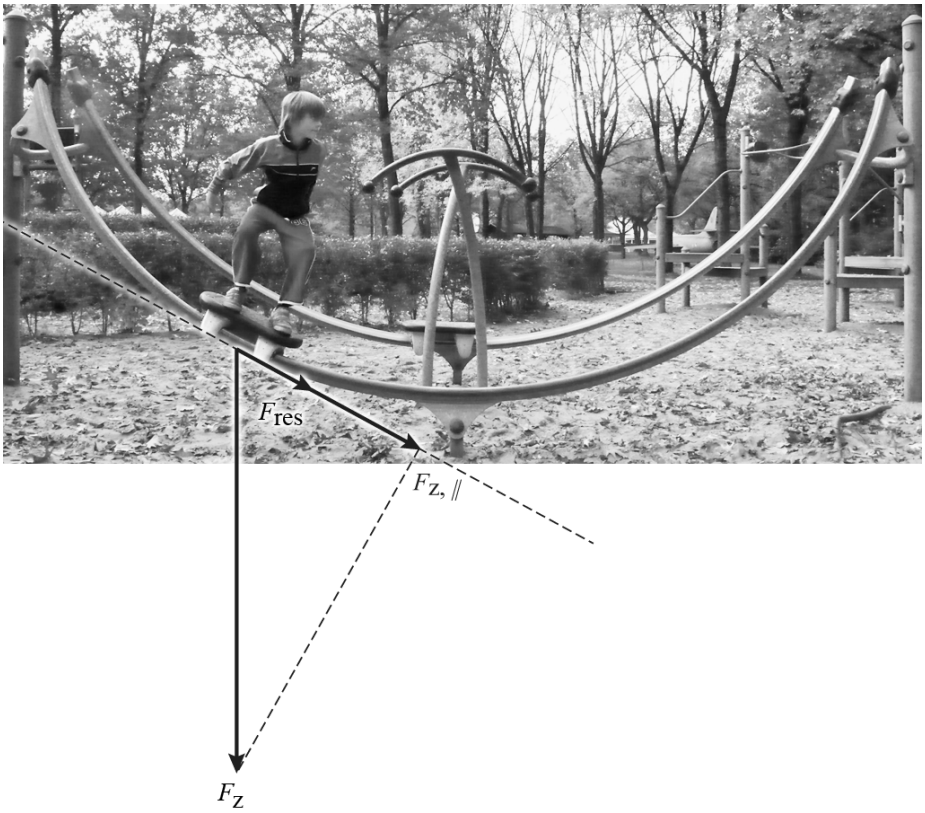
- inzicht dat de amplitude van de trilling afneemt 1
- inzicht dat de trillingstijd niet verandert gedurende 5,5 s 1
- inzicht dat de uitwijking maximaal (of juist minimaal) is als de hoogte boven de rail maximaal is 1
- juiste nulpunten 1

Opmerking
Als de uitwijking uitsluitend positief is getekend: maximaal 2 scorepunten.

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 5

voorbeeld van antwoorden:



– De vector F_z is 6,0 cm lang, dit komt overeen met een kracht van $31 \cdot 9{,}81 = 304$ N. In de figuur komt 1 cm dus overeen met 50,7 N. Voor de wrijvingskracht geldt: $F_w = F_{z,//} - F_{res}$; de vector F_w is $2{,}9 - 1{,}3 = 1{,}6$ cm lang. Dit komt overeen met $1{,}6 \cdot 50{,}7 = 81$ N.

- bepalen van de schaalfactor 1
- lijn getekend vanuit F_z loodrecht op de raaklijn aan de rail om $F_{z,//}$ te bepalen 1
- inzicht dat geldt: $F_w = F_{z,//} - F_{res}$ 1
- bepalen van de lengte van de vector van de wrijvingskracht in cm met een marge van 0,2 cm 1
- completeren 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 3
uitkomst: 2,5 m (met een marge van 0,4 m)

voorbeeld van een antwoord:
De afgelegde afstand is gelijk aan de oppervlakte onder de (v,t)-grafiek. Fermi is voor de eerste keer rechts in het hoogste punt van de baan op $t = 1,2$ s. De oppervlakte onder de (v,t)-grafiek tussen $t = 0,0$ s en $t = 1,2$ s komt overeen met 2,5 m.

- inzicht dat de afgelegde afstand gelijk is aan de oppervlakte onder de (v,t)-grafiek 1
- bepalen van het oppervlak met behulp van 'hokjes tellen' of met gemiddelde snelheid 1
- completeren 1

Opgave 5 Solswitch

21 maximumscore 3
uitkomst: 5,9 cm

voorbeeld van een antwoord:
Om een evenwijdige bundel te krijgen moet de lamp in het brandpunt van de lens staan. De gevraagde afstand is dus gelijk aan de brandpuntsafstand van de lens. De lens heeft een sterkte $S = 17$ dpt;

$f = \frac{1}{S} = \frac{1}{17} = 0,059 \text{ m} = 5,9 \text{ cm}.$

- inzicht dat de lamp in het brandpunt van de lens moet staan 1
- gebruik van $f = \frac{1}{S}$ 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 4
uitkomst: 0,87

voorbeeld van een antwoord:
Bij de overgang van polycarbonaat naar water is de invalshoek $i = 45°$ en de brekingshoek $r = 54°$. De brekingsindex $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45°}{\sin 54°} = 0,87.$

- tekenen van de normaal op het grensvlak polycarbonaat-water 1
- bepalen i en r met een marge van 3° 1
- gebruik van $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 1
- completeren 1

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de grenshoek g geldt: $g = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1,59}\right) = 39°$.

Als de hoek van inval groter is dan de grenshoek treedt er totale reflectie op. In de gegeven situatie is de invalshoek zowel links als rechts in het prisma $45°$, dit is groter dan de grenshoek, dus er treedt totale reflectie op.

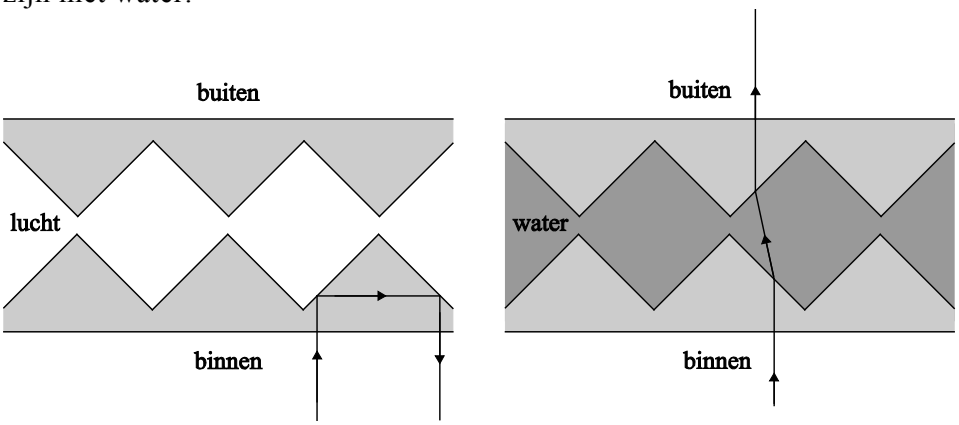
- gebruik van $\sin g = \frac{1}{n}$ met $n = 1,59$ 1
- berekenen van de grenshoek 1
- inzicht dat in dit geval de hoek van inval groter is dan de grenshoek (en de conclusie dat er dus totale reflectie optreedt) 1

24 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als het paneel niet gevuld is met water gaat een lichtstraal van binnen via reflectie terug naar binnen, zie linker figuur. Een lichtstraal die een met water gevuld paneel binnen valt, gaat via breking naar buiten, zie rechter figuur.

Om geen lichtvervuiling te veroorzaken moet het paneel dus niet gevuld zijn met water.



- schetsen van het juiste verloop van een lichtstraal in linker paneel 1
- schetsen van het juiste verloop van een lichtstraal in het rechter paneel 1
- conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

25 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

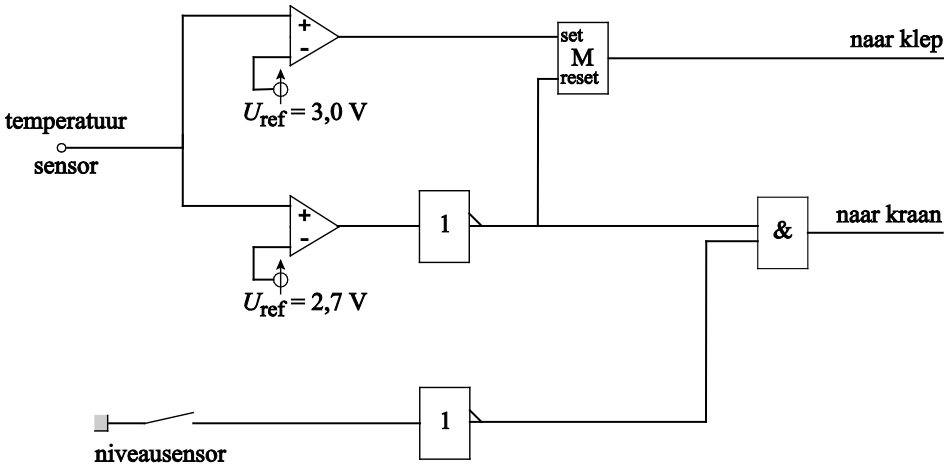
De referentiespanning moet overeenkomen met de spanning die de sensor geeft bij een temperatuur van 30 °C.

$U_{ref} = 1{,}8 + (30 - 10) \cdot 6{,}0 \cdot 10^{-2} = 3{,}0$ V

- inzicht dat de referentiespanning overeen moet komen met de spanning die de sensor afgeeft bij een temperatuur van 30 °C 1
- juist gebruik van de gevoeligheid met $\Delta T = 30 - 10 = 20$ °C 1
- completeren 1

26 maximumscore 4

voorbeeld van een schakeling;



- de bovenste comparator verbinden met de set van een geheugencel en de uitgang van deze geheugencel verbinden met de uitgang “klep” 1
- de onderste comparator via een invertor verbinden met de reset van de geheugencel 1
- de niveausensor verbinden met een invertor 1
- de uitgang van de beide invertors verbinden met de EN-poort 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 21 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