Correctievoorschrift HAVO

2019

tijdvak 2

natuurkunde

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

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit VO.
Voorts heeft het College voor Toetsen en Examens op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet College voor toetsen en examens de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.
Voor de beoordeling zijn de volgende aspecten van de artikelen 36, 41, 41a en 42 van het Eindexamenbesluit VO 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 Toetsen en 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 directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

natuurkundeuitgelegd.nl

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 Toetsen en Examens.
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 behaalde 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 corrector aanwijzen. De beoordeling van deze derde corrector 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 Toetsen en 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 correctievoorschrift. 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;

natuurkundeuitgelegd.nl

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;
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 Toetsen en 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 *T.a.v. de status van het correctievoorschrift:*
Het College voor Toetsen en Examens heeft de correctievoorschriften bij regeling vastgesteld. Het correctievoorschrift is een zogeheten algemeen verbindend voorschrift en valt onder wet- en regelgeving die van overheidswege wordt verstrekt. De corrector mag dus niet afwijken van het correctievoorschrift.

NB2 *T.a.v. het verkeer tussen examinator en gecommitteerde (eerste en tweede corrector):*
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.

natuurkundeuitgelegd.nl

NB3 *T.a.v. aanvullingen op het correctievoorschrift:*
Er zijn twee redenen voor een aanvulling op het correctievoorschrift: verduidelijking en een fout.
Verduidelijking
Het correctievoorschrift is vóór de afname opgesteld. Na de afname blijkt pas welke antwoorden kandidaten geven. Vragen en reacties die via het Examenloket bij de Toets- en Examenlijn binnenkomen, kunnen duidelijk maken dat het correctie-voorschrift niet voldoende recht doet aan door kandidaten gegeven antwoorden. Een aanvulling op het correctievoorschrift kan dan alsnog duidelijkheid bieden.
Een fout
Als het College voor Toetsen en Examens vaststelt dat een centraal examen een fout bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift.

Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt door middel van een mailing vanuit Examenblad.nl bekendgemaakt. Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk verstuurd aan de examensecretarissen.
Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

– Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.
  en/of
– 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.

Dit laatste gebeurt alleen als de aanvulling luidt dat voor een vraag alle scorepunten moeten worden toegekend.

Als een onvolkomenheid op een dusdanig laat tijdstip geconstateerd wordt dat een aanvulling op het correctievoorschrift ook voor de tweede corrector te laat komt, houdt het College voor Toetsen en Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:
1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening/bepaling 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,

natuurkundeuitgelegd.nl

– een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.

3 De uitkomst van een berekening/bepaling 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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

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

Koper−67

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{67}_{29}\mathrm{Cu} \rightarrow {}^{67}_{30}\mathrm{Zn} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{0}_{0}\gamma$

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

2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De γ-straling heeft een groot doordringend vermogen waardoor de straling gemakkelijk het lichaam kan verlaten. De straling is daarmee geschikt voor beeldvorming.

De β- en/of γ-straling heeft/hebben ioniserend vermogen en is/zijn daarmee geschikt om het tumorweefsel te behandelen.

- inzicht dat de γ-straling geschikt is voor beeldvorming (vanwege het doordringend vermogen) 1
- inzicht dat de β- en/of γ-straling geschikt is/zijn voor behandeling (vanwege het ioniserend vermogen) 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Bij de reactie komt een deeltje vrij bestaande uit 4 nucleonen waarvan 2 protonen. Dit komt overeen met ^4_2He (of α).

- inzicht dat $\Delta A = 4$ en $\Delta Z = 2$ 1
- consequente naam bij het deeltje 1

Opmerking
Aan het antwoord: ^4_2He *of* α *zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.*

4 maximumscore 3

uitkomst: $v = 5{,}4 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:
De kans is het grootste bij een kinetische energie van
$15 \text{ MeV} = 15 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-13} = 2{,}40 \cdot 10^{-12} \text{ J}$.
Voor de snelheid geldt:

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}40 \cdot 10^{-12}}{1{,}67 \cdot 10^{-27}}} = 5{,}4 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}.$$

- aflezen van E_k met een marge van 1 MeV en omrekenen naar J 1
- inzicht dat $E_k = \frac{1}{2} m_p v^2$ met opzoeken m_p 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 3

uitkomst: $n = 2{,}1 \cdot 10^{4}$

voorbeeld van een berekening:
De protonen-stroomsterkte is $43\,\mu\text{A} = 43 \cdot 10^{-6}\ \text{C s}^{-1}$. Dat komt neer op $\dfrac{43 \cdot 10^{-6}}{1{,}60 \cdot 10^{-19}} = 2{,}69 \cdot 10^{14}$ protonen per seconde.
Voor de productie zijn $2{,}69 \cdot 10^{14} \cdot (70 \cdot 3600) = 6{,}77 \cdot 10^{19}$ protonen afgeschoten per $3{,}2 \cdot 10^{15}$ koperkernen. Dat is $2{,}1 \cdot 10^{4}$ protonen per koperkern.

- inzicht $\dfrac{I}{e_{\text{proton}}} = n$ protonen per seconde 1
- inzicht dat voor het aantal protonen en het aantal koperkernen dezelfde tijdsperiode moet worden gebruikt 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Er hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 3

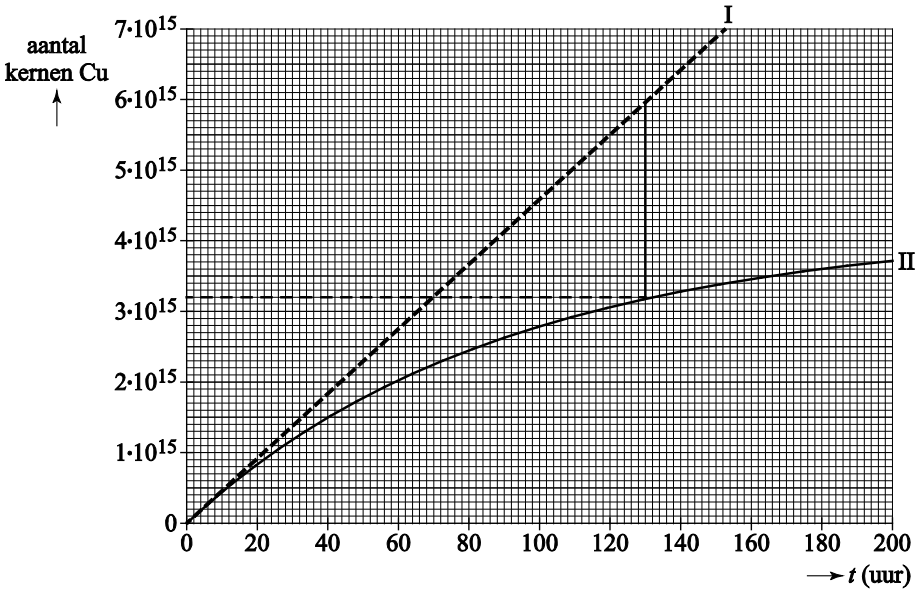
antwoord:

– t = 130 uur (met een marge van 4 uur)

• Binnen de marge aflezen van de grafiek op $n = 3{,}2 \cdot 10^{15}$ 1

voorbeeld van een bepaling:

– Het aantal kernen dat tijdens de productie vervallen is, is het verschil in aantal kernen tussen lijn I en lijn II op t = 130 uur. Hiervoor geldt: $\Delta n = 6{,}0 \cdot 10^{15} - 3{,}2 \cdot 10^{15} = 2{,}8 \cdot 10^{15}$ kernen.



• inzicht dat de onderlinge afstand tussen de twee grafieklijnen het aantal vervallen kernen weergeeft 1

• consequente bepaling van het aantal kernen op het eerder afgelezen tijdstip (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^{15}$ kernen) 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Buisisolatie

7 maximumscore 4

uitkomst: $U_{bron} = 23$ V

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $P = UI$ en $U = IR$.

Hieruit volgt: $P = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right)$. (En dus $P = \frac{U^2}{R}$.)

- inzicht dat $P = UI$ en $U = IR$ gebruikt moeten worden 1
- inzicht dat daaruit volgt dat $P = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right)$ 1

voorbeeld van een berekening:

– Door de parallelschakeling staat over iedere weerstand een spanning gelijk aan de bronspanning. Voor deze spanning over een weerstand geldt:

$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow 20 = \frac{U^2}{27} \rightarrow U = \sqrt{20 \cdot 27} = 23$ V.

- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ met (impliciet) het inzicht dat $U_{bron} = U_1 = U_2$ 1
- completeren van de berekening 1

8 maximumscore 4

uitkomst: $t = 1{,}5 \cdot 10^2$ s

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmte die aan het water wordt toegevoerd geldt:

$Q = cm\Delta T = 4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 26 \cdot 10^{-3} \cdot (75 - 18) = 6{,}19 \cdot 10^3$ J.

Voor de benodigde tijd geldt dan:

$Q = Pt \rightarrow 6{,}19 \cdot 10^3 = (2 \cdot 20)t \rightarrow t = 1{,}5 \cdot 10^2$ s.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken c_{water} 1
- gebruik van $E = Pt$ met inzicht dat $E = Q$ 1
- inzicht dat $\Delta T = 75 - 18$ 1
- toepassen factor 2 en completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 **maximumscore 1**

voorbeelden van een antwoord:
Er wordt minder water opgewarmd. / Het opgewarmde water bereikt de thermometer eerder dan wanneer de weerstanden verder onderin de buis zouden zitten.

Opmerking
Het antwoord moet (impliciet) verwijzen naar de hogere plaatsing van de weerstanden.

10 **maximumscore 2**

antwoord:

tijdstip	$P_{elektrisch} > P_{verlies}$	$P_{elektrisch} = P_{verlies}$	$P_{elektrisch} < P_{verlies}$
t_1	X		
t_2	X		
t_3		X	

indien drie regels juist	2
indien twee regels juist	1
indien één of geen regel juist	0

11 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
De warmtegeleidingscoëfficiënt λ van koper is veel groter dan die van ijzer. (Alle overige variabelen zijn constant.) Uit de formule volgt dat de warmtestroom P voor koper groter is dan voor ijzer.

- inzicht dat $\lambda_{koper} > \lambda_{ijzer}$ 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 3

uitkomst: $n = 3{,}3$

voorbeeld van een berekening:
De warmtestroom door de wand van de geïsoleerde buis is gelijk aan
$P = \lambda A \frac{\Delta T}{d} = 0{,}038 \cdot 4{,}9 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{57}{13 \cdot 10^{-3}} = 8{,}2$ W.
Zonder isolatie is deze warmtestroom 27 W.
P_{verlies} is dus $\frac{27}{8{,}2} = 3{,}3$ keer zo klein geworden door het gebruik van buisisolatie.

- gebruik van $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$ met $\lambda = 0{,}038$ W m^{-1} K^{-1} 1
- inzicht $n = \frac{P_{\text{verlies ongeïsoleerd}}}{P_{\text{verlies geïsoleerd}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Wanneer de kandidaat aangeeft dat P_{verlies} met een factor 0,30 vergroot wordt: dit goed rekenen.

Hyperloop

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
In deel II is geen motor in gebruik, maar de snelheid vermindert wel. (Er is een resulterende kracht.) Dus er is wel sprake van wrijving.

- inzicht dat de snelheid in deel II afneemt 1
- conclusie dat er rekening is gehouden met wrijving 1

Opmerking
Als een kandidaat uitgaat van een redenering op basis van deel I of deel III: geen scorepunten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De totale afstand die de pod aflegt wordt gegeven door de oppervlakte onder de grafiek. Hiervoor geldt:

$$s = \left(\tfrac{1}{2}\cdot 125\cdot 4{,}0\right)_{\text{I}} + \left(\frac{125+120}{2}\cdot(12{,}0-4{,}0)\right)_{\text{II}} + \left(\tfrac{1}{2}\cdot 120\cdot(18{,}0-12{,}0)\right)_{\text{III}} =$$

$1{,}6\cdot 10^{3}$ m.
Het testtraject is dus lang genoeg.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek bepaald moet worden 1
- bepalen van de afstand volgens $1{,}55\cdot 10^{3}\,\text{m} \leq s \leq 1{,}64\cdot 10^{3}\,\text{m}$ 1
- consequente conclusie 1

15 maximumscore 2

antwoorden:
– $1\cdot 10^{2}$ keer zo groot
– $1\cdot 10^{3}$ keer zo klein zijn

per goed antwoord 1

16 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
– De baansnelheid van een massa aan de rand van het wiel is $1{,}2\cdot 10^{3}\ \text{km h}^{-1} = 3{,}33\cdot 10^{2}\ \text{m s}^{-1}$. Voor de middelpuntzoekende kracht op één massa geldt: $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r} = \dfrac{2{,}5\cdot\left(3{,}33\cdot 10^{2}\right)^2}{0{,}225} = 1{,}23\cdot 10^{6}$ N.

– Er geldt: $\sigma = \dfrac{F}{A} = \dfrac{1{,}23\cdot 10^{6}}{15\cdot 10^{-4}} = 8{,}2\cdot 10^{8}\ \text{N m}^{-2}$.

De treksterkte van aluminium is $0{,}4\cdot 10^{8}$ tot $0{,}5\cdot 10^{8}$ Pa (Binas tabel 8 of Sciencedata blz 40), dus de spaak is niet sterk genoeg.

- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ 1
- gebruik van $\sigma = \dfrac{F}{A}$ 1
- completeren van de berekeningen 1
- vergelijken met de treksterkte van aluminium en consequente conclusie 1

Opmerking
Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

uitkomst: $C = 1{,}6 \cdot 10^{5}\ \text{N m}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:
Door de belading van $1{,}30 \cdot 10^{3} - 0{,}80 \cdot 10^{3} = 0{,}50 \cdot 10^{3}$ kg zakt de pod 3,0 cm.

Hieruit volgt: $C = \dfrac{F}{u} = \dfrac{0{,}50 \cdot 10^{3} \cdot 9{,}81}{3{,}0 \cdot 10^{-2}} = 1{,}6 \cdot 10^{5}\ \text{N m}^{-1}$.

- inzicht dat $F_z = m_{\text{belading}} g$ met $m_{\text{belading}} = m_{\text{pod beladen}} - m_{\text{pod leeg}}$ 1
- gebruik van $F_v = Cu$ 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 3

uitkomst: Δt = 5,5 h

voorbeeld van een bepaling:
Het pod-traject van San Fransisco naar Los Angeles heeft op de kaart een lengte van ongeveer 6,0 cm. Uit de schaal volgt dat 1 cm gelijk staat aan 100 km, dus de afstand is $6{,}0 \cdot 10^{2}$ km. De hyperloop legt deze afstand af in

$t = \dfrac{s}{v} = \dfrac{6{,}0 \cdot 10^{2}}{1{,}2 \cdot 10^{3}} = 0{,}50$ uur.

De tijdswinst is daarmee $6{,}0 - 0{,}50 = 5{,}5$ h.

- bepalen van de werkelijke afstand van San Fransisco naar Los Angeles met een marge van $1{,}0 \cdot 10^{2}$ km 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- inzicht Δt en completeren van de bepaling 1

Opmerking
Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

natuurkundeuitgelegd.nl

PWM

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De led brandt fel als weerstand R_1 is ingeschakeld en zwak als R_2 is ingeschakeld. De spanning U is dus hoog over R_1 en laag over R_2.

In de serieschakeling geldt: $I_1 = I_3 \rightarrow \frac{U}{R_1} = \frac{U_3}{R_3}$.

Hieruit volgt dat in een serieschakeling over een grotere weerstand een hogere spanning staat. (Weerstand R_3 is constant.) Weerstand R_1 is dus groter dan weerstand R_2.

- inzicht dat in stand 1 spanning U hoog is of dat in stand 2 spanning U laag is 1
- inzicht dat in een serieschakeling over een hogere weerstand een grotere spanning staat 1
- consequente conclusie 1

20 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 0{,}17$ (= 17%)

voorbeeld van een berekening:
(Het nuttig vermogen is het vermogen dat de schakeling aan de led levert.)
Voor het rendement van de schakeling geldt dus:

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{P_{\text{nuttig}}}{UI} = \frac{0{,}52}{8{,}4 \cdot 0{,}375} = \frac{0{,}52}{3{,}15} = 0{,}17\ (=17\%).$$

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ 1
- inzicht dat $P_{\text{in}} = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

21 maximumscore 3

uitkomst: $f = 1{,}2 \cdot 10^{3}$ Hz

voorbeeld van een bepaling:
Uit figuur 5 blijkt dat de led 23 keer heeft geknipperd van 'uit' naar 'aan' en terug. Hieruit volgt:

$$T = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{23} = 8{,}70 \cdot 10^{-4} \text{ s} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{8{,}70 \cdot 10^{-4}} = 1{,}2 \cdot 10^{3} \text{ Hz.}$$

- inzicht dat $T = \dfrac{\text{totale tijd}}{\text{aantal flitsen}}$ en $f = \dfrac{1}{T}$ of $f = \dfrac{\text{aantal flitsen}}{\text{totale tijd}}$ 1
- bepalen van het aantal flitsen n volgens $21 \leq n < 25$ 1
- completeren van de bepaling 1

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De accu heeft aan de PWM-schakeling gedurende 1 periode een energie geleverd van $E = Pt = 4{,}7 \cdot 3{,}0 \cdot 10^{-3} = 1{,}4 \cdot 10^{-2}$ J.
In de andere schakeling heeft de accu in dezelfde tijd een energie geleverd van $E = Pt = 3{,}2 \cdot 9{,}0 \cdot 10^{-3} = 2{,}9 \cdot 10^{-2}$ J.
(Daan heeft dus gelijk,) de PWM-schakeling heeft minder energie nodig.

- inzicht dat de oppervlaktes onder de grafieken vergeleken moeten worden voor één of meer periodes 1
- consequente conclusie 1

Proxima b

23 maximumscore 2

uitkomst: T = 12 dagen met een marge van 1 dag

voorbeeld van een bepaling:
Er zijn 3,5 omlopen geweest in 63,5 − 22,5 = 41,0 dagen. Hieruit volgt voor de periode $T = \dfrac{41{,}0}{3{,}5} = 12$ dagen.

- bepalen van de benodigde tijd voor een of meer trillingen 1
- completeren van de bepaling 1

24 A

natuurkundeuitgelegd.nl

25 maximumscore 4

uitkomst: $g_b = 0,90 g_{aarde}$

voorbeeld van een berekening:
methode 1
Voor de valversnelling g geldt: $F_z = F_g$. Hieruit volgt:

$$mg = G\frac{mM}{r^2} \rightarrow g_b = G\frac{M_b}{r_b^2} = 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{1,3 \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{\left(1,2 \cdot 6,371 \cdot 10^{6}\right)^2} = 8,86 \text{ m s}^{-2}.$$

Dus: $g_b = \left(\frac{8,86}{9,81}\right) g_{aarde} = 0,90 g_{aarde}$.

- inzicht dat $F_z = F_g$ 1
- gebruik van $F_g = G\frac{mM}{r^2}$ en $F_z = mg$ 1
- opzoeken van waardes voor G, M_{aarde} en r_{aarde} 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2
Voor de valversnelling g geldt: $F_z = F_g$. Hieruit volgt:

$$mg = G\frac{mM}{r^2} \rightarrow g_b = \frac{GM_b}{r_b^2} = \frac{G \cdot 1,3 \cdot M_{aarde}}{(1,2 \cdot r_{aarde})^2} = \frac{1,3}{1,44} \cdot \frac{GM_{aarde}}{r_{aarde}^2} = 0,90 g_{aarde}.$$

- inzicht dat $F_z = F_g$ 1
- gebruik van $F_g = G\frac{mM}{r^2}$ met $M_b = 1,3 M_{aarde}$ en $r_b = 1,2 r_{aarde}$ 1
- inzicht dat $\frac{GM_{aarde}}{r_{aarde}^2} = g_{aarde}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

26 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Uit de wet van Wien volgt dat bij een grotere waarde van λ_{max} een lagere temperatuur T hoort. Volgens Binas tabel 32B of Sciencedata 3.3d is de temperatuur van de zon $5{,}8 \cdot 10^3$ K. Dit is hoger dan de temperatuur van Proxima Centauri. Figuur 5 hoort bij Proxima Centauri.

- inzicht dat bij een hogere waarde voor λ_{max} een lagere temperatuur T hoort of vice versa 1
- vergelijken T_{zon} met $T_{Centauri}$ en consequente conclusie 1

– In figuur 5 is af te lezen dat relatief meer rood licht dan blauw licht wordt uitgezonden. Dus Proxima Centauri is roder dan de zon.

- inzicht dat de ster uit figuur 5 relatief veel rood licht uitzendt 1
- consequente conclusie 1

27 maximumscore 3

uitkomst: $t = 28$ (jaar)

voorbeeld van een berekening:
methode 1
De afstand vanaf de aarde is 4,22 lichtjaar. Dit komt overeen met $4{,}22 \cdot 9{,}461 \cdot 10^{15} = 3{,}99 \cdot 10^{16}$ m. Met 15% van de lichtsnelheid duurt dat

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_{gem}} = \frac{3{,}99 \cdot 10^{16}}{0{,}15 \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8}} = 8{,}87 \cdot 10^{8}\text{ s}.$$ Dit komt overeen met 28 jaar.

- gebruik van $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- omrekenen van lichtjaar naar m of km 1
- completeren van de berekening 1

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
Licht legt de totale afstand af in 4,22 jaar met een snelheid c. Het ruimteschip legt dezelfde afstand af met een snelheid $0{,}15c$.
Hieruit volgt:

$$ct_{\text{licht}} = vt_{\text{ruimteschip}} \rightarrow t_{\text{ruimteschip}} = \frac{ct_{\text{licht}}}{v} = \frac{c \cdot 4{,}22}{0{,}15c} = 28 \text{ jaar.}$$

- inzicht dat licht deze afstand in 4,22 jaar aflegt 1
- inzicht dat $t_{\text{ruimteschip}} = \frac{ct_{\text{licht}}}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 24 juni.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde havo

Centraal examen havo

Tijdvak 2

Correctievoorschrift

Aan de secretarissen van het eindexamen van de scholen voor havo,

Bij het centraal examen natuurkunde havo:

Op **pagina 13**, bij **vraag 18** moet de volgende *Opmerking* worden toegevoegd:

– *Wanneer een kandidaat zwart-wit combinaties heeft geteld op het spoortraject en dit heeft vermenigvuldigd met 200 km: dit niet aanrekenen.*

Toelichting:
Het spoortraject is ingetekend als stippellijn. Een kandidaat kan de zwart-wit markering in de schaal aanzien voor een overeenkomstige zwart-wit markering in de ingetekende spoorlijn.

Ik verzoek u dit bericht door te geven aan de correctoren natuurkunde havo.

Namens het College voor Toetsen en Examens,

drs. P.J.J. Hendrikse,
voorzitter

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