Correctievoorschrift HAVO

2016

tijdvak 1

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 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 het bij de toets behorende 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 met inachtneming van het correctievoorschrift 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 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 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 Als het College voor Toetsen en 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
Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.

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

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 79 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.

Radiumbad

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Radium-226 vervalt volgens:
${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^{4}_{2}\text{He} + \gamma$ of ${}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}\text{Rn} + \alpha + \gamma$.
Bij dit vervalproces komt een α-deeltje vrij en γ-straling. Het α-deeltje komt niet door de huid heen, de γ-straling kan wel door de huid heengaan.

- Rn als vervalproduct en het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1
- α-deeltje en γ-foton rechts van de pijl 1
- consequente conclusie over het gelijk van de artsen 1

2 maximumscore 4

uitkomst: 4,4 (μg)

voorbeeld van een berekening:
Voor de activiteit geldt: $A(t) = \dfrac{0,693}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ met

$A(t) = 1,6 \cdot 10^5$ Bq en $t_{\frac{1}{2}} = 1,60 \cdot 10^3$ j.

Invullen geeft: $N(t) = \dfrac{1,6 \cdot 10^5 \cdot 1,60 \cdot 10^3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{0,693} = 1,16497 \cdot 10^{16}$.
De atoommassa van radium-226 is 226,02541*u*, zodat het potje badzout $1,16497 \cdot 10^{16} \cdot 226,02541 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} = 4,4 \cdot 10^{-9}$ kg = 4,4 μg radium-226 bevatte.

- opzoeken van de halveringstijd van radium-226 en omrekenen naar s 1
- opzoeken van de atoommassa van radium-226 1
- omrekening van *u* naar kg 1
- completeren van de berekening 1

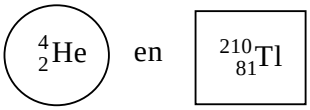
Opmerking
Voor de atoommassa van radium-226 mag ook met 226u gerekend worden.

natuurkundeuitgelegd.nl

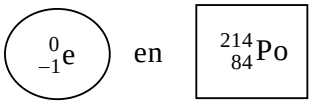
3 maximumscore 4

antwoord:

Links:



Rechts:



per juist antwoord op de juiste plaats 1

Opmerking
Als de beide antwoorden in de linker- en de rechterkolom verwisseld zijn: maximaal 2 scorepunten.

4 maximumscore 5

uitkomst: 9 (keer)

voorbeeld van een berekening:
De effectieve totale lichaamsdosis ten gevolge van α-straling is:

$$H_{\alpha} = 20 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{5} \cdot 45 \cdot 60 \cdot 0,25 \cdot 24,7 \cdot 10^{6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{80} = 0,107 \text{ mSv.}$$

De effectieve totale lichaamsdosis ten gevolge van β-straling is:

$$H_{\beta} = 1 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{5} \cdot 45 \cdot 60 \cdot 0,25 \cdot 5,75 \cdot 10^{6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{80} = 1,242 \cdot 10^{-3} \text{ mSv.}$$

Bij elkaar opgeteld levert dit $H = 0,108$ mSv. Volgens Binas tabel 27D2 is de dosislimiet per jaar 1 mSv, zodat iemand maximaal 9 × per jaar zo'n bad zou kunnen nemen voordat de dosislimiet wordt overschreden.

- inzicht dat $E_{\text{totaal},\alpha} = N_{\alpha} \cdot E_{\alpha} \cdot t$ of $E_{\text{totaal},\beta} = N_{\beta} \cdot E_{\beta} \cdot t$ 1
- inzicht dat $H_{\text{totaal}} = H_{\alpha} + H_{\beta}$ 1
- gebruik van 0,25 1
- opzoeken van dosislimiet 1
- completeren van de berekening van het aantal baden per jaar 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De halveringstijd van radium-226 is $1{,}60 \cdot 10^3$ jaar. Tussen 2006 en 1951 ligt 55 jaar. In die tijd is de activiteit van het kompres nauwelijks afgenomen zodat de activiteit in 2006 bijna even groot was als in 1951.

- inzicht dat de verstreken tijd (relatief) kort is ten opzichte van de halveringstijd van radium-226 — 1
- consequente conclusie — 1

Fontein van Genève

6 maximumscore 3

uitkomst: $I = 417$ A

voorbeeld van een berekening:

De pompen hebben elk een vermogen van 500 kW, samen 1000 kW.

De pompen zijn parallel aangesloten op 2400 V.

Voor het vermogen P geldt: $P = UI$, invullen geeft $1000 \cdot 10^3 = 2400 \cdot I$.

Hieruit volgt dat $I = 417$ A.

- gebruik van $P = UI$ — 1
- inzicht dat $P_{\text{totaal}} = (2 \cdot 500)$ kW en $U = 2400$ V — 1
- completeren van de berekening — 1

Opmerking

Als een kandidaat de berekening heeft gemaakt voor één pomp, dus heeft gerekend met P = 500 kW *en* U = 2400 V*, dit niet aanrekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 69,4\%$ (of 0,694)

voorbeeld van een berekening:
De kinetische energie van het water dat uit de spuitmond komt is
$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 450 \cdot (55,56)^2 = 6,94 \cdot 10^5$ J.
Het rendement van de pompen is dan:
$\eta = \frac{E_{kin}}{E_{pompen}} = \frac{6,94 \cdot 10^5}{1000 \cdot 10^3} = 0,694$. Dit komt overeen met 69,4%.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{E_{kin}}{E_{pompen}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als een kandidaat heeft gerekend met E_z in plaats van E_{kin} hiervoor maximaal 1 scorepunt toekennen.

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1
Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ (mits er geen rekening gehouden wordt met wrijving)
zodat $h = \frac{\frac{1}{2}v^2}{g} = \frac{\frac{1}{2}(55,6)^2}{9,81} = 157$ m.
Het is dus mogelijk dat het water een hoogte van 140 m haalt.

- gebruik van $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ 1
- berekenen van de hoogte h 1
- consequente conclusie 1

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ (mits er geen rekening gehouden wordt met wrijving)
zodat $v^2 = 2gh = 2 \cdot 9{,}81 \cdot 140 = 2{,}747 \cdot 10^3$. Hieruit volgt dat
$v = 52{,}5 \text{ m s}^{-1} = 189 \text{ km h}^{-1}$. Dit is minder dan 200 km h^{-1}, dus het water kan een hoogte van 140 m halen.

- gebruik van $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ 1
- berekenen van de snelheid 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Bij het berekenen van de hoogte of de snelheid hoeft niet op de significantie gelet te worden.

9 maximumscore 3
uitkomst: $v = (-)19 \text{ m s}^{-1}$ met een marge van 1 m s^{-1}

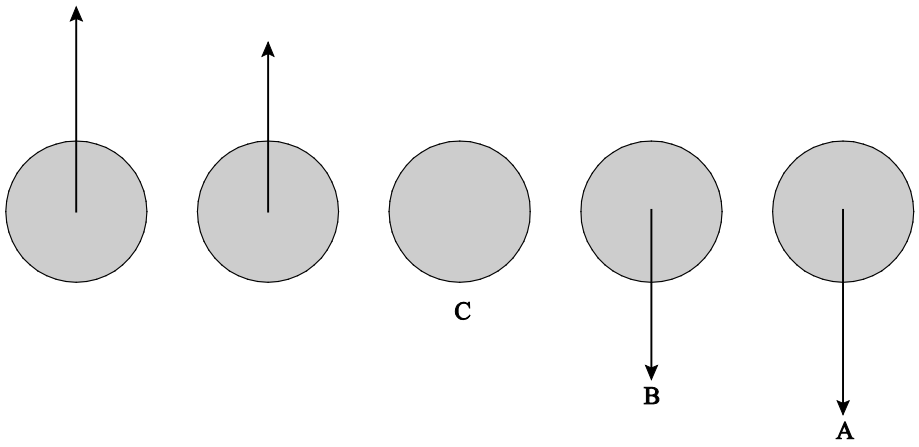
voorbeeld van een bepaling:
De snelheid van de druppel is te bepalen als de helling (van de raaklijn) van de (h,t)-grafiek bij $t = 14$ s. Deze helling is
$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{(-)75}{4{,}0} = (-)18{,}75 = (-)19 \text{ m s}^{-1}$.

- inzicht dat de gevraagde snelheid de helling (van de raaklijn) van de (h,t)-grafiek is 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 1

antwoord:



A, B en C juist 1

Opmerking
Wanneer één , twee of drie letters verkeerd geplaatst zijn geen scorepunt toekennen.

Trillingen in een vrachtwagen

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Uit het (*v*,*t*)-diagram op de uitwerkbijlage blijkt dat de trillingstijd van de trilling 0,36 s is.

De frequentie *f* is dan $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}36} = 2{,}8$ Hz. Dit ligt in het genoemde gebied (van 2,0 Hz tot 80 Hz).

- bepalen van de trillingstijd met een marge van 0,04 s 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Significantie en eenheid zijn hier niet van belang.

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 3

uitkomst: 2,5 h

voorbeeld van een bepaling:
De maximale versnelling is gelijk aan de richtingscoëfficiënt van de raaklijn aan het (v,t)-diagram op een tijdstip waar de snelheid 0 m s^{-1} is.
De maximale versnelling is $\frac{0,40}{0,14} = 2,9$ m s^{-2}.
In figuur 1 is af te lezen dat de maximale werktijd dan 2,5 uur is.

- inzicht dat de helling van de raaklijn bepaald moet worden bij een tijdstip waar de snelheid gelijk is aan 0 m s^{-1} 1
- bepalen van de richtingscoëfficiënt (met een marge van 0,3 m s^{-2}) 1
- consequente bepaling van de maximale werktijd 1

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voorbij 2,0 Hz is de verhouding $\frac{A_{stoel}}{A_{vw}} < 1$. Dit betekent dat de amplitude van de trilling van de chauffeur kleiner is dan die van de vrachtwagen.
De problemen voor trillingen vanaf 2,0 Hz zijn, door dit veersysteem te gebruiken, nu dus minder.

- inzicht dat $\frac{A_{stoel}}{A_{vw}} < 1$ is voor frequenties groter dan 2,0 Hz 1
- conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3
uitkomst: 42 kg

voorbeeld van een berekening:
Voor de trillingstijd van een massa-veersysteem geldt:
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$. De veerconstante is $C = 1{,}3 \cdot 10^3$ N m^{-1}, $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0{,}50} = 2{,}0$ s.
Invullen geeft: $2{,}0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{1{,}3 \cdot 10^3}}$ zodat $m = \frac{1{,}3 \cdot 10^3}{\pi^2} = 132$ kg.
De massa van de bestuurder is 90 kg, zodat de stoel een massa heeft van $132 - 90 = 42$ kg.

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- inzicht dat geldt: $m_{stoel} = m_{totaal} - m_{chauffeur}$ 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 1
antwoord: (veer) C

Elektrische auto

16 maximumscore 3
uitkomst: 81 km

voorbeeld van een berekening:
De actieradius $= \frac{\text{opslagcapaciteit accu}}{\text{energieverbruik per km}}$.
Uit de technische gegevens volgt dat de opslagcapaciteit van de accu gelijk is aan 6,1 kWh en het energieverbruik per km gelijk is aan 0,075 kWh km^{-1}.
Hieruit volgt dat de actieradius $\frac{6{,}1}{0{,}075} = 81$ km is.

- inzicht dat de actieradius $= \frac{\text{opslagcapaciteit accu}}{\text{energieverbruik per km}}$ 1
- invullen van 6,1 kWh en 0,075 kWh km^{-1} 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De stookwaarde van benzine is $33 \cdot 10^{9}\ \mathrm{J\,m^{-3}}$.

Dit is $\dfrac{33 \cdot 10^{9}}{3{,}6 \cdot 10^{6} \cdot 10^{3}} = 9{,}2\ \mathrm{kWh\,L^{-1}}$.

Voor het rijden van 20 km verbruikt de benzineauto dus 9,2 kWh.

Als de Twizy 20 km rijdt, verbruikt hij $20 \cdot 0{,}075 = 1{,}5\ \mathrm{kWh}$.

De Twizy verbruikt dus minder energie dan de benzineauto.

- opzoeken van de stookwaarde 1
- omrekenen $\mathrm{J\,m^{-3}}$ naar $\mathrm{kWh\,L^{-1}}$ 1
- berekenen van het energieverbruik van de Twizy over 20 km 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

De stookwaarde van benzine is gelijk aan $9{,}2 \cdot 10^{3}\ \mathrm{kWh\,m^{-3}} = 9{,}2\ \mathrm{kWh\,L^{-1}}$.

Het gemiddelde energieverbruik per km van de benzineauto is $\dfrac{9{,}2}{20} = 0{,}46\ \mathrm{kWh\,km^{-1}}$.

De Twizy verbruikt 0,075 $\mathrm{kWh\,km^{-1}}$, dit is minder energie dan de benzineauto verbruikt.

- opzoeken van de stookwaarde 1
- omrekenen $\mathrm{kWh\,m^{-3}}$ naar $\mathrm{kWh\,L^{-1}}$ 1
- berekenen van het energieverbruik per km van de benzineauto 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 4

uitkomst: 0,12 (kWh km^{-1})

voorbeeld van een berekening:
Bij topsnelheid is de nuttige arbeid die de Twizy in één uur verricht gelijk aan 8,5 kWh. Het rendement is 87%, dus in één uur verbruikt hij $\frac{8,5}{0,87} = 9,77$ kWh aan energie. Het verbruik per km bij topsnelheid is dan gelijk aan $\frac{9,77}{80} = 0,12$ kWh km^{-1}.

- inzicht dat de auto in één uur 8,5 kWh nuttige arbeid verricht 1
- juist gebruik van het rendement 1
- inzicht dat het energieverbruik per km $= \frac{\text{verbruikte energie}}{\text{bijbehorende afstand}}$ 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 2

uitkomst: $F_w = 3,8 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een berekening:
Voor het vermogen geldt: $P = Fv$. Omdat de snelheid v constant is, geldt: $F = (-)F_w$.
Er geld: P = 8,5 kW en v = 80 km h^{-1} = 22,2 m s^{-1} zodat
$F_w = \frac{8,5 \cdot 10^3}{22,2} = 3,8 \cdot 10^2$ N.

- gebruik van $P = Fv$ of $P = F_w v$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 3

uitkomst: $I = 7,6$ A

voorbeeld van een berekening:
Het (gemiddelde) vermogen waarmee de accu wordt opgeladen is gelijk aan $\frac{\text{opslagcapaciteit}}{\text{oplaadtijd}} = \frac{6,1}{3,5} = 1,74$ kW.
Voor het vermogen geldt: $P = UI$.
Hieruit volgt dat $I = \frac{1,74 \cdot 10^3}{230} = 7,57 = 7,6$ A.

- inzicht dat het (gemiddelde) vermogen waarmee de accu wordt opgeladen gelijk is aan $\frac{\text{opslagcapaciteit}}{\text{oplaadtijd}}$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De opslagcapaciteit is $6,1\,\text{kWh} = 6,1 \cdot 10^3 \cdot 3600\,\text{J} = 21,96 \cdot 10^6$ J. De massa van de accu is 100 kg. De energiedichtheid van de gebruikte accu is dus $\frac{21,96 \cdot 10^6}{100} = 2,2 \cdot 10^5$ J kg^{-1}. Dit is gelijk aan de energiedichtheid van een Li-ion accu.

- omrekenen van kWh naar J 1
- berekenen van de energiedichtheid van de Twizy 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Wisselverwarming

22 maximumscore 3
uitkomst: $P = 2,40\,\text{kW}$

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte I door een verwarmingslint is $I = \frac{U}{R} = \frac{230}{44,1} = 5,22$ A.

Het verwarmingselement heeft 2 verwarmingslinten. Voor het vermogen van een verwarmingselement geldt dan: $P = 2 \cdot UI = 2 \cdot 230 \cdot 5,22 = 2,40$ kW.

- gebruik van $U = IR$ en $P = UI$ of $P = \frac{U^2}{R}$ 1
- gebruik van factor 2 1
- completeren van de berekening 1

23 B

24 maximumscore 4
uitkomst: $1,6 \cdot 10^{-4}$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van een magnesiumdraad geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$ waarbij

$\rho = 46 \cdot 10^{-9}$ Ωm; $\ell = 20$ m; $R = 44,1\ \Omega$. Invullen levert:

$A = 46 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{20}{44,1} = 2,086 \cdot 10^{-8}$ m^2. De diameter van de draad is dan:

$\sqrt{\frac{2,086 \cdot 10^{-8}}{\frac{1}{4}\pi}} = 1,6 \cdot 10^{-4}$ m.

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- opzoeken van $\rho_{\text{magnesium}}$ 1
- berekenen van A 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

25 maximumscore 2

antwoord:

	A	B
geleiding		x
straling	x	
stroming	x	

per juiste kolom 1

26 maximumscore 4

uitkomst: $t = 2{,}9 \cdot 10^2$ s

voorbeelden van een berekening:
methode 1
Voor de toegevoerde warmte per seconde per meter spoorstaaf geldt:
$Q = cm\Delta T$ waarbij: $Q = 1{,}0 \cdot 10^3$ J; $m = 60$ kg; $c = 0{,}48 \cdot 10^3$ J kg^{-1}K^{-1}.

Invullen geeft: $\Delta T = \dfrac{1{,}0 \cdot 10^3}{0{,}48 \cdot 10^3 \cdot 60} = 0{,}0347$ K s^{-1}.

Om de temperatuur 10 K te laten stijgen is $\dfrac{10}{0{,}0347} = 288 = 2{,}9 \cdot 10^2$ s nodig.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken van $c_{\text{koolstofstaal}}$ 1
- berekenen van ΔT per seconde 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2
Om 1,0 m spoorstaaf 10 K op te warmen is nodig
$Q = cm\Delta T = 0{,}48 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 10 = 2{,}88 \cdot 10^5$ J.

Er geldt: $t = \dfrac{E}{P} = \dfrac{Q}{P} = \dfrac{2{,}88 \cdot 10^5}{1{,}0 \cdot 10^3} = 2{,}88 \cdot 10^2 = 2{,}9 \cdot 10^2$ s.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken van $c_{\text{koolstofstaal}}$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

27 maximumscore 4

uitkomst: 35 (jaar)

voorbeeld van een berekening:
Voor het verwarmen van 5200 gasgestookte wissels was
$E = 5200 \cdot Pt = 5200 \cdot 11{,}2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 3600 = 2{,}0966 \cdot 10^{12}$ J nodig.
De verbrandingswarmte van (Gronings) aardgas is $32 \cdot 10^6$ J m^{-3}, zodat er
$\frac{2{,}0996 \cdot 10^{12}}{32 \cdot 10^6} = 6{,}5519 \cdot 10^4$ m^3 gas verbruikt werd. Hier kan een gemiddeld Nederlands huishouden $\frac{6{,}5519 \cdot 10^4}{1{,}85 \cdot 10^3} = 35$ jaar mee toe.

- gebruik van $E = 5200 \cdot Pt$ 1
- opzoeken van de stookwaarde van (Gronings) aardgas 1
- inzicht dat het aantal aantal m^3 gas $= \frac{E}{\text{stookwaarde}}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 26 mei naar Cito.

De normering in het tweede tijdvak wordt mede gebaseerd op door kandidaten behaalde scores. Als het tweede tijdvak op uw school wordt afgenomen, zend dan ook van uw tweede-tijdvak-kandidaten de deelscores in met behulp van het programma WOLF.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde havo

Centraal examen havo

Tijdvak 1

Correctievoorschrift

Aan de secretarissen van het eindexamen van de scholen voor havo

Bij het centraal examen natuurkunde havo

Op **pagina 8**, bij **vraag 8** moet de volgende opmerking toegevoegd worden:

Opmerking
Als een kandidaat heeft doorgerekend met een foutieve E_{kin} *van vraag 7 hiervoor geen scorepunten in mindering brengen.*

Op **pagina 12**, bij **vraag 14** moet de volgende opmerking toegevoegd worden:

Opmerking
Wanneer een kandidaat de massa van de chauffeur niet heeft meegenomen in de berekening en uitkomt op $m_{\text{stoel}} = 132 \text{ kg}$ *hiervoor geen scorepunten in mindering brengen.*

Op **pagina 16**, bij **vraag 24**, moet

• berekenen van A

vervangen worden door:

• gebruik van $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ of $A = \pi r^2$ en $d = 2r$

NB
a. Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe in zowel de eigen toegekende scores als in de door de eerste corrector toegekende scores en meldt deze wijziging aan de eerste corrector. De tweede corrector vermeldt daarbij dat deze late wijziging een gevolg is van de aanvulling door het CvTE.
b. Als eerste en tweede corrector al overeenstemming hebben bereikt over de scores van de kandidaten, past de eerste corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift

natuurkundeuitgelegd.nl

toe en meldt de hierdoor ontstane wijziging in de scores aan de tweede corrector. De eerste corrector vermeldt daarbij dat deze late wijziging een gevolg is van de aanvulling door het CvTE.

Het CvTE is zich ervan bewust dat dit leidt tot enkele aanvullende handelingen van administratieve aard. Deze extra werkzaamheden zijn in het belang van een goede beoordeling van de kandidaten.

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

Het College voor Toetsen en Examens,
Namens deze, de voorzitter,

drs. P.J.J. Hendrikse

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