Correctievoorschrift HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**02**

Tijdvak 1

Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

Inzenden scores
Uiterlijk op 5 juni de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school op de daartoe verstrekte optisch leesbare formulieren naar de Citogroep zenden.

natuurkundeuitgelegd.nl

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de Regeling beoordeling centraal examen vastgesteld (CEVO-94-427 van september 1994) en bekendgemaakt in het Gele Katern van Uitleg, nr. 22a van 28 september 1994.

Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven en het procesverbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het procesverbaal en de regels voor het bepalen van de cijfers onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
3 De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
4 De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
5 Komen zij daarbij niet tot overeenstemming, dan wordt het aantal scorepunten bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het door ieder van hen voorgestelde aantal scorepunten, zo nodig naar boven afgerond.

2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de CEVO-regeling 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 antwoordmodel.
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 punten, 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 antwoordmodel;
3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het antwoordmodel 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 antwoordmodel;
3.4 indien 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 berekening of afleiding ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het antwoordmodel anders is aangegeven;

natuurkundeuitgelegd.nl

3.7 indien in het antwoordmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord.
3.8 indien in het antwoordmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen.

4 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 antwoordmodel anders is vermeld.

5 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het antwoordmodel anders is vermeld.

6 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een toets of in het antwoordmodel bij die toets een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof toets en antwoordmodel juist zijn.
Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO.
Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het antwoordmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.

7 Voor deze toets kunnen maximaal 84 scorepunten worden behaald. Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.

8 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 (artikel 42, tweede lid, Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO).
Dit cijfer kan afgelezen worden uit tabellen die beschikbaar worden gesteld. Tevens wordt er een computerprogramma verspreid waarmee voor alle scores het cijfer berekend kan worden.

3 Vakspecifieke regels

Voor het vak Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl) HAVO 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.
3 Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening', wordt niet toegekend in de volgende gevallen:
– een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst
– een of meer rekenfouten
– het niet of verkeerd vermelden van de eenheid van een uitkomst, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het antwoordmodel de eenheid tussen haakjes.
4 Het laatste scorepunt wordt evenmin toegekend als juiste antwoordelementen foutief met elkaar worden gecombineerd of als een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening tot gevolg heeft.
5 In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Binnenverlichting

Maximumscore 4

1 □ uitkomst: $R_{tot} = 14\ \Omega$

voorbeelden van een berekening:

methode 1
Het totale vermogen van de twee lampjes is gelijk aan $2 \cdot 5,0 = 10$ W.

De stroomsterkte die de accu levert, is gelijk aan $I_{tot} = \frac{P_{tot}}{U} = \frac{10}{12} = 0,833$ A.

Voor de totale weerstand geldt: $R_{tot} = \frac{U}{I_{tot}}$,

dus $R_{tot} = \frac{12}{0,833} = 14\ \Omega$.

- inzicht dat het totale vermogen twee maal zo groot is als het vermogen van één lampje 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $R_{tot} = \frac{U}{I_{tot}}$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

De stroomsterkte door één lampje is gelijk aan $I = \frac{P}{U} = \frac{5,0}{12} = 0,417$ A.

De weerstand van een lampje is gelijk aan $R = \frac{U}{I} = \frac{12}{0,417} = 28,8\ \Omega$.

Voor de vervangingsweerstand van twee parallelweerstanden geldt: $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$.

Hieruit volgt dat $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{28,8} + \frac{1}{28,8} = 0,0695$ en $R_{tot} = R_v = \frac{1}{0,0695} = 14\ \Omega$.

- gebruik van $P = UI$ 1
- berekenen van de weerstand van een lampje 1
- gebruik van $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 1
- completeren van de berekening 1

Maximumscore 3

2 □ voorbeeld van een antwoord:
Op het moment dat de deur dichtgaat, (wordt het signaal bij S_1 laag en) wordt de teller niet meer gereset.
Omdat de uitgang van de geheugencel hoog blijft en dus ook de aan/uit-ingang van de teller hoog blijft, begint de teller op dat moment te tellen.

- inzicht dat de teller niet meer wordt gereset als de deur dichtgaat 1
- inzicht dat de uitgang van de geheugencel hoog blijft 1
- inzicht dat de aan/uit-ingang van de teller hoog blijft 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

3 ☐ voorbeeld van een antwoord:
Als de teller op 10 staat, wordt de uitgang van de EN-poort hoog. Omdat de set van de geheugencel laag is en M wordt gereset, wordt A laag (en gaat de binnenverlichting uit).

- inzicht dat de uitgang van de EN-poort hoog is als de teller op 10 staat **1**
- constatering dat de set van de geheugencel laag is **1**
- constatering dat A laag wordt omdat de geheugencel wordt gereset **1**

Maximumscore 3

4 ☐ uitkomst: $f = 1{,}4$ Hz

voorbeelden van een berekening:

methode 1
In 7,0 seconden telt de teller tot 10.
De frequentie is dan $\frac{10}{7{,}0} = 1{,}4$ Hz.

- inzicht dat $f = \frac{10}{7{,}0}$ **2**
- completeren van de berekening **1**

methode 2
In 7,0 seconden worden 10 pulsen gegeven, dus $T = 0{,}70$ s.
Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T}$.
Dus $f = \frac{1}{0{,}70} = 1{,}4$ Hz.

- inzicht dat $T = 0{,}70$ s **1**
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerkingen

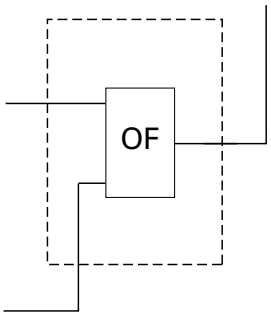
Als wordt geantwoord in de trant van "$f = \frac{1}{7{,}0} = 0{,}14$ Hz*": maximaal 1 punt.*

Als wordt geantwoord in de trant van "$f = \frac{7{,}0}{10} = 0{,}70$ Hz*": maximaal 1 punt.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

5 ☐ antwoord:



- inzicht dat een OF-poort moet worden gebruikt **2**
- tekenen van de verbindingen **1**

Opmerking
Als de verbinding naar de OF-poort slordig is getekend, bijvoorbeeld als één van de draden aan de onderkant de OF-poort binnenkomt of als het hele gestreepte kader als OF-poort wordt beschouwd: goed rekenen.

Opgave 2 Aardwarmte

Maximumscore 3

6 ☐ antwoord: $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^{4}_{2}\text{He}\ (+\ \gamma)$ of: $^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th} + {}^{4}\text{He}\ (+\ \gamma)$

- α-deeltje rechts van de pijl **1**
- Th als vervalproduct **1**
- aantal nucleonen links en rechts gelijk **1**

Opmerking
Als een ander deeltje dan een α-deeltje is gebruikt: maximaal 1 punt.

Maximumscore 3

7 ☐ uitkomst: $E = 2{,}2 \cdot 10^{-8}$ (J(/s))

voorbeeld van een berekening:
Er vervallen $33 \cdot 10^{3}$ kernen per seconde.
De energie die per seconde vrijkomt, is gelijk aan
$E = 33 \cdot 10^{3} \cdot 4{,}2 \cdot 10^{6} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}\ \text{J} = 2{,}2 \cdot 10^{-8}\ \text{J}$.

- inzicht dat de activiteit gelijk is aan het aantal desintegraties per seconde **1**
- omrekenen van MeV in joule **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 2

8 □ uitkomst: $\Delta T = 0{,}035$ °C(/m)

voorbeeld van een berekening:

De temperatuurstijging per m is gelijk aan $\frac{\Delta T}{\Delta h} = \frac{89 - 8{,}1}{2{,}3 \cdot 10^3} = 0{,}035$ °C(/m).

- inzicht dat de temperatuurstijging per m gelijk is aan $\frac{\Delta T}{\Delta h}$ 1
- completeren van de berekening 1

Maximumscore 3

9 □ uitkomst: $Q = 3{,}4 \cdot 10^8$ J

voorbeeld van een berekening:
De hoeveelheid afgestane warmte wordt berekend met $Q = cm\Delta T$,
waarin $c = 4{,}18 \cdot 10^3$ Jkg^{-1}K^{-1}, $m = 1{,}0 \cdot 10^3$ kg en $\Delta T = 89 - 8{,}1 = 80{,}9$ °C.
Dus $Q = 4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 80{,}9 = 3{,}4 \cdot 10^8$ J.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken van c en inzicht dat $\Delta T = 80{,}9$ °C 1
- completeren van de berekening 1

Maximumscore 3

10 □ uitkomst: De energie die minimaal nodig is, is gelijk aan $2{,}3 \cdot 10^7$ J.

voorbeeld van een berekening:
De minimaal benodigde energie is gelijk aan de toename van de zwaarte-energie van het water.
$\Delta E_z = mg\Delta h$, waarin $m = 1{,}0 \cdot 10^3$ kg, $g = 9{,}81$ ms^{-2} en $\Delta h = 2{,}3 \cdot 10^3$ m.
De energie die minimaal nodig is, is dus gelijk aan $1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}3 \cdot 10^3 = 2{,}3 \cdot 10^7$ J.

- inzicht dat de minimaal benodigde energie gelijk is aan de toename van de zwaarte-energie van het water 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

Opgave 3 Ultrasone afstandssensor

Maximumscore 3

11 □ uitkomst: $\lambda = 8{,}6 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een berekening:
Voor de voortplantingssnelheid van geluid geldt: $v = \lambda f$.
Hierin is de voortplantingssnelheid van geluid bij 20 °C 343 m/s en de frequentie $40 \cdot 10^3$ Hz.
Dus $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{40 \cdot 10^3} = 8{,}6 \cdot 10^{-3}$ m.

- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- opzoeken van de geluidssnelheid 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

12 □ uitkomst: Het aantal geluidstrillingen in één puls is 28.

voorbeeld van een berekening:

methode 1

De trillingstijd $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{40 \cdot 10^3} = 2{,}5 \cdot 10^{-5}$ s.

Het aantal geluidstrillingen in één puls is gelijk aan $\frac{700 \cdot 10^{-6}}{2{,}5 \cdot 10^{-5}} = 28$.

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ **1**
- inzicht dat het aantal geluidstrillingen in één puls gelijk is aan $\frac{700\ \mu s}{T}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2

$\frac{\text{aantal geluidstrillingen in een puls}}{f} = \frac{700 \cdot 10^{-6}}{1}$.

Het aantal geluidstrillingen in één puls is dus gelijk aan $700 \cdot 10^{-6} \cdot 40 \cdot 10^3 = 28$.

- inzicht dat $\frac{\text{aantal geluidstrillingen in een puls}}{f} = \frac{700 \cdot 10^{-6}}{1}$ **2**
- completeren van de berekening **1**

methode 3

Het aantal geluidstrillingen is gelijk aan het aantal golflengtes in één puls, dus gelijk aan:
$\frac{\text{de lengte van de puls}}{\lambda}$.

Hierin is de lengte van de puls gelijk aan $vt = 343 \cdot 700 \cdot 10^{-6} = 0{,}240$ m.

Het aantal golflengtes in een puls is dan gelijk aan $\frac{0{,}240}{8{,}6 \cdot 10^{-3}} = 28$.

- inzicht dat het aantal geluidstrillingen gelijk is aan: $\frac{\text{de lengte van de puls}}{\lambda}$ **1**
- inzicht dat de lengte van de puls gelijk is aan vt **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als de uitkomst van vraag 11 onjuist is en deze uitkomst hier consequent is toegepast: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

13 □ uitkomst: $\Delta s = 17 \cdot 10^{-5}$ m of $\Delta s = 0{,}17$ mm

voorbeeld van een berekening:
De afstand die de golven afleggen in 1,0 µs is: $343 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-6} = 343 \cdot 10^{-6}$ m.
De onnauwkeurigheid in de plaatsbepaling is dus gelijk aan $\frac{343 \cdot 10^{-6}}{2} = 17 \cdot 10^{-5}$ m.

- gebruik van $s = vt$ **1**
- toepassen van de factor 2 **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als in vraag 11 een foutieve waarde voor de geluidssnelheid is gebruikt en deze waarde hier consequent is toegepast: geen aftrek.

Opgave 4 Beweging op een hellend vlak

Maximumscore 4

14 □ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
In het (x,t)-diagram kan de snelheid bepaald worden uit de steilheid van de raaklijn op het tijdstip $t = 1{,}5$ s.
Deze steilheid is gelijk aan 0,46 m/s.
In het (v,t)-diagram is af te lezen dat v op het tijdstip $t = 1{,}5$ s gelijk is aan 0,46 m/s.
De overeenstemming is dus goed (rekening houdend met afleesonnauwkeurigheden).

- inzicht dat de snelheid overeenkomt met de steilheid van de raaklijn aan de (x,t)-grafiek **1**
- bepalen van de steilheid (met een marge van 0,02 m/s) **2**
- vergelijken met de waarde in de (v,t)-grafiek op $t = 1{,}5$ s (en conclusie) **1**

methode 2
De verplaatsing tussen de tijdstippen $t = 0$ s en $t = 1{,}5$ s kan bepaald worden met behulp van de oppervlakte onder de (v,t)-grafiek.
Die oppervlakte is gelijk aan $\frac{1}{2} \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}46 = 0{,}345$ m.
In het (x,t)-diagram is af te lezen dat x op het tijdstip $t = 1{,}5$ s gelijk is aan 0,55 m.
De verplaatsing is dus $0{,}55 - 0{,}20 = 0{,}35$ m.
De overeenstemming is dus goed (rekening houdend met afleesonnauwkeurigheden).

- inzicht dat de verplaatsing overeenkomt met de oppervlakte onder de (v,t)-grafiek **1**
- bepalen van de oppervlakte (met een marge van 0,02 m) **1**
- vergelijken met de waarde in de (x,t)-grafiek op $t = 1{,}5$ s **1**
- inzicht dat de beginafstand hiervan moet worden afgetrokken (en conclusie) **1**

Maximumscore 2

15 □ voorbeeld van een antwoord:
De snelheidsgrafiek is een rechte lijn (dus de versnelling is constant).

- gebruik van het (v,t)-diagram **1**
- constatering dat de snelheidsgrafiek een rechte lijn is **1**

Opmerking
Dat het (v,t)-diagram gebruikt wordt, hoeft niet expliciet vermeld te worden maar mag impliciet uit het antwoord blijken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

16 □ uitkomst: $a = 0{,}31$ m/s^2 (met een marge van 0,01 m/s^2)

voorbeeld van een bepaling:
De versnelling is gelijk aan de steilheid van de snelheidsgrafiek.
Tussen $t = 0$ en $t = 2{,}5$ s neemt de snelheid toe van 0 tot 0,77 m/s.
Hieruit volgt dat $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0{,}77}{2{,}5} = 0{,}31$ m/s^2.

- inzicht dat de versnelling gelijk is aan de steilheid van de snelheidsgrafiek **1**
- aflezen van bij elkaar behorende waarden van Δv en Δt **1**
- completeren van de bepaling **1**

Maximumscore 3

17 □ voorbeeld van een antwoord:
In dat geval is de (component van de) zwaartekracht (langs de helling) veel kleiner, terwijl de luchtweerstand even groot blijft.
Ik ben het dus met Pieter eens.

- inzicht dat de (component van de) zwaartekracht (langs de helling) dan veel kleiner is **1**
- inzicht dat de luchtweerstand dan even groot is **1**
- conclusie **1**

Opmerking
De eerste twee deelscores kunnen worden gecombineerd door te zeggen dat in dat geval de verhouding tussen de luchtweerstand en de zwaartekracht veel groter is.

Opgave 5 Elektrische tandenborstel

Maximumscore 2

18 □ uitkomst: $E = 19$ Wh of $E = 0{,}019$ kWh of $E = 6{,}9 \cdot 10^4$ J

voorbeeld van een berekening:
$E = Pt$, waarin $P = 1{,}2$ W en $t = 16$ h.
Dus $E = 1{,}2 \cdot 16 = 19$ Wh.

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

Maximumscore 2

19 □ uitkomst: $N_s = 28$

voorbeeld van een berekening:
Voor een (ideale) transformator geldt: $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$,
waarin $U_p = 230$ V, $U_s = 2{,}4$ V en $N_p = 2700$ windingen.
Dus $N_s = \frac{U_s}{U_p} \cdot N_p = \frac{2{,}4}{230} \cdot 2700 = 28$.

- gebruik van $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 5

20 □ uitkomst: $v_{gem} = 0{,}56$ m/s

voorbeeld van een berekening:

De gemiddelde snelheid wordt berekend met $v_{gem} = \frac{s}{t}$.

Hierin is $s = \frac{1}{6}(2\pi r)$ met $r = \frac{1{,}5}{3{,}0} = 0{,}50$ cm en

$t = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{3200} = 0{,}009375$ s.

Hieruit volgt dat $v_{gem} = \frac{\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 0{,}0050}{0{,}009375} = 0{,}56$ m/s.

- gebruik van $v_{gem} = \frac{s}{t}$ **1**
- inzicht dat $s = \frac{1}{6}(2\pi r)$ **1**
- bepalen van r **1**
- berekenen van t **1**
- completeren van de berekening **1**

Opmerking
Als bij de berekening van vraag 20 geen rekening is gehouden met de factor $\frac{1}{2}$*: geen aftrek.*

Opgave 6 Fietsverzet

Maximumscore 4

21 □ voorbeeld van een antwoord:
$M_t + M_k = F_t r_t + F_k r_k = 0$.
Omdat r_k (= straal van het voortandwiel) < r_t (= lengte van de trapper),
is $F_k > F_t$, dus figuur C geeft de situatie het beste weer.

- inzicht dat $M_t + M_k = F_t r_t + F_k r_k = 0$ **2**
- constatering dat r_k (= straal van het voortandwiel) < r_t (= lengte van de trapper) **1**
- conclusie dat $F_k > F_t$, dus dat figuur C de situatie het beste weergeeft **1**

Maximumscore 5

22 □ uitkomst: Het verzet is 7,2 m.

voorbeeld van een berekening:
Als de trappers en het voortandwiel één maal ronddraaien,
zal het achtertandwiel ($\frac{52}{16}$) maal ronddraaien.
Bij één omwenteling van het achterwiel zal de fiets dan een afstand afleggen van
($\frac{52}{16}$)·π·0,71 = 7,2 m.

- inzicht dat het achtertandwiel ($\frac{n_{voor}}{n_{achter}}$) maal ronddraait per omwenteling van het voortandwiel **2**
- inzicht dat de afgelegde afstand is ($\frac{n_{voor}}{n_{achter}}$)·$O_{achterwiel}$ **1**
- gebruik van $O = \pi D$ **1**
- completeren van de berekening **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 3

23 □ uitkomst: $v = 6{,}7$ m/s of $v = 24$ km/h

voorbeeld van een berekening:

Per seconde draaien de trappers $(\frac{82}{60})$ maal rond.

Per keer gaat de fiets 4,89 m vooruit.

Per seconde legt de fiets dus $(\frac{82}{60})\cdot 4{,}89 = 6{,}7$ m af, dus $v = 6{,}7$ m/s.

- berekenen van het aantal omwentelingen van de trappers per seconde (of per uur) **1**
- inzicht dat de snelheid gelijk is aan het verzet maal het aantal omwentelingen van de trappers per tijdseenheid **1**
- completeren van de berekening **1**

Maximumscore 3

24 □ voorbeeld van een antwoord:
In een bocht levert de wrijvingskracht de (benodigde) middelpuntzoekende kracht.

(Omdat voor F_{mpz} geldt: $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$,) moet bij hoge snelheid F_{mpz} groot zijn.

De wrijvingskracht kan niet groter worden dan een bepaalde maximale waarde.

- inzicht dat in een bocht de wrijvingskracht de (benodigde) middelpuntzoekende kracht levert **1**
- inzicht dat bij hoge snelheid F_{mpz} groot moet zijn **1**
- inzicht dat de wrijvingskracht niet groter kan worden dan een bepaalde maximale waarde **1**

Opmerking
Als de middelpuntzoekende kracht als een naar buiten werkende kracht is beschouwd: maximaal 1 punt.

Opgave 7 Radioactief jodium

Maximumscore 2

25 □ antwoord: De SI-eenheid is Gy of J/kg; 1 rad $= 10^{-2}$ Gy of J/kg.

- inzicht dat de SI-eenheid Gy of J/kg is **1**
- aflezen dat 1 rad $= 10^{-2}$ Gy (J/kg) **1**

Maximumscore 3

26 □ voorbeeld van een antwoord:
De stralingsdosis is gelijk aan de opgenomen stralingsenergie per eenheid van massa.
Bij opname van een bepaalde hoeveelheid jood-131 ontvangt een schildklier met een kleine massa een grotere stralingsdosis dan een schildklier met een grote massa.
Ik ben het dus met de bewering eens.

- definiëren van de stralingsdosis **1**
- inzicht dat bij opname van een bepaalde hoeveelheid jood-131 een schildklier met een kleine massa een grotere stralingsdosis ontvangt dan een schildklier met een grote massa **1**
- conclusie **1**

natuurkundeuitgelegd.nl

Maximumscore 4

27 □ uitkomst: 97(%)

voorbeeld van een berekening:
De halveringstijd van jood-131 is 8,0 dagen.
In 40 dagen zijn er dus $\frac{40}{8,0} = 5$ halveringstijden verstreken.
De activiteit is dan $2^5 = 32$ maal zo klein.
De activiteit is dus afgenomen met $100\% - \frac{100}{32}\% = 97\%$.

- opzoeken van de halveringstijd van jood-131 **1**
- berekenen van het aantal halveringstijden **1**
- inzicht dat de activiteit $2^5 = 32$ maal zo klein wordt **1**
- completeren van de berekening **1**

Einde

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