Correctievoorschrift VWO

2012

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;

natuurkundeuitgelegd.nl

3.8 indien in het beoordelingsmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen;
3.9 indien een kandidaat op grond van een algemeen geldende woordbetekenis, zoals bijvoorbeeld vermeld in een woordenboek, een antwoord geeft dat vakinhoudelijk onjuist is, worden aan dat antwoord geen scorepunten toegekend, of tenminste niet de scorepunten die met de vakinhoudelijke onjuistheid gemoeid zijn.

4 Het juiste antwoord op een meerkeuzevraag is de hoofdletter die behoort bij de juiste keuzemogelijkheid. Voor een juist antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal 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.

NB Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.
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.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 75 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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 beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.
4 Het laatste scorepunt wordt evenmin toegekend als juiste antwoordelementen foutief met elkaar worden gecombineerd of als een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening tot gevolg heeft.
5 In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Duimpiano

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuur 3 kan de trillingstijd bepaald worden.

Dit levert: $10T = 0{,}019 \quad \rightarrow \quad T = 0{,}0019$ s.

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}0019} = 526$ Hz.

Dus de opname is van strip 2 (C'').

- aflezen van de trillingstijd uit de figuur 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

2 maximumscore 4

uitkomst: $v = 61\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:
De lengte van strip 3 kan bepaald worden in de figuur op de uitwerkbijlage: $l = 44$ mm.
Er geldt hier: $l = \frac{1}{4}\lambda$. Dit levert: $\lambda = 4 \cdot 0{,}044 = 0{,}176$ m.
Voor de golfsnelheid geldt dan: $v = \lambda f = 0{,}176 \cdot 349 = 61\ \text{m s}^{-1}$.

- opmeten van de lengte van strip 3 (met een marge van 1,0 mm) 1
- inzicht dat geldt: $l = \frac{1}{4}\lambda$ 1
- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- completeren van de bepaling 1

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
De toonhoogten van strip 3 en strip 4 “liggen één octaaf uit elkaar”. Dit betekent dat de frequentie van strip 4 twee keer zo hoog is als de frequentie van strip 3. Zie hiervoor ook de tabel.
Voor de frequenties geldt de verhouding: $\frac{f_4}{f_3} = \frac{698}{349} = 2{,}00$.
Er geldt een omgekeerd evenredig verband tussen de frequentie en de golflengte. Als de golfsnelheden gelijk zijn, moet dus gelden: $\frac{f_4}{f_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_4}$.
Opmeten in de figuur op de uitwerkbijlage van de lengtes van strip 3 en 4 levert: $l_3 = 44$ mm en $l_4 = 30$ mm.
Voor de verhouding van de golflengten geldt dan: $\frac{\lambda_3}{\lambda_4} = \frac{\frac{1}{4}\lambda_3}{\frac{1}{4}\lambda_4} = \frac{l_3}{l_4} = \frac{44}{30} = 1{,}5$.
De verhoudingen zijn niet gelijk. Dus zijn de golfsnelheden niet gelijk.

- inzicht dat geldt $\frac{f_4}{f_3} = 2{,}00$ 1
- inzicht dat bij gelijke golfsnelheid geldt $\frac{f_4}{f_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_4} = \frac{l_3}{l_4}$ 1
- opmeten van de lengten van strip 3 en strip 4 op de uitwerkbijlage 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:
De grootheden langs de assen van een grafiek zijn recht evenredig met elkaar als de lijn door de punten een rechte lijn door de oorsprong is. Alleen in grafiek 4c is hiervan sprake. Er is dus een recht evenredig verband tussen v en $\sqrt{f}$.

- inzicht dat een recht evenredig verband in grafiekvorm een rechte lijn door de oorsprong betekent 1
- completeren van de uitleg 1

Opgave 2 Ouderdomsbepaling

5 maximumscore 3

uitkomst: $t = 34 \cdot 10^3$ jaar

voorbeeld van een berekening:
Voor de activiteit van het 'oude' hout geldt:

$$A(t) = \frac{326}{24 \cdot 3600} = 3{,}77 \cdot 10^{-3} \text{ Bq.}$$

Er geldt $A(t) = A(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$. Hierin is $t_{\frac{1}{2}} = 5{,}7 \cdot 10^3$ jaar.

Voor de activiteit van het verse hout geldt: $A(0) = 0{,}231$ Bq.

Invullen levert: $t = 34 \cdot 10^3$ jaar.

- inzicht dat $A(t) = A(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ met $t_{\frac{1}{2}} = 5{,}7 \cdot 10^3$ jaar 1
- inzicht dat voor de activiteit van het oude hout geldt $A(t) = \frac{326}{24 \cdot 3600}$ 1
- completeren van de berekening 1

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De reactievergelijking van de kernreactie is: ${}^{14}_{7}\text{N} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{14}_{6}\text{C} + {}^{1}_{1}\text{p}$.
(Dus het atoom waarmee de reactie plaatsvindt is N.)

- neutron links van de pijl, ${}^{14}\text{C}$ rechts van de pijl 1
- proton rechts van de pijl 1
- kloppende reactievergelijking 1

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De tijd van 3,9 miljard jaar komt overeen met 3 halveringstijden.

Na die tijd zijn er van 1000 K-atomen $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$deel $= 125$ K-atomen over.

Van de vervallen K-atomen is 11% omgezet in Ar.
Dit zijn $0{,}11 \cdot 875 = 96$ atomen.

Dus geldt: $\frac{\text{aantal gevormde Ar-40 atomen}}{\text{aantal nog aanwezige K-40 atomen}} = \frac{96}{125} = 0{,}77.$

(Dus is de ouderdom van het gesteente ongeveer 3,9 miljard jaar.)

- inzicht dat dat de leeftijd overeenkomt met 3 halveringstijden 1
- inzicht dat 11% van de vervallen K-atomen omgezet is in Ar-atomen 1
- completeren van het antwoord 1

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Koolstof-14-methode: het materiaal is te oud, er zal geen meetbare hoeveelheid C-14 meer over zijn.
Kalium-argon-methode: eierschalen zijn geen hard gesteente en houden argon niet vast / de halveringstijd van deze methode is veel te groot vergeleken met de geschatte ouderdom, om nauwkeurig de leeftijd te bepalen.

- inzicht dat het materiaal veel te oud is voor de C-14-methode 1
- inzicht dat argon niet in de eierschalen blijft / dat de halveringstijd van de kalium-argon-methode te groot is voor een nauwkeurige bepaling 1

Opgave 3 Rekstrookje

9 maximumscore 3

uitkomst: $l = 0{,}98$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand geldt: $R = \rho \frac{l}{A}$ met $A = \pi r^2$.

Invullen levert: $350 = 0{,}45 \cdot 10^{-6} \frac{l}{\pi(\frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 10^{-6})^2}$.

Dit levert: $l = 0{,}98$ m.

- gebruik van $R = \rho \frac{l}{A}$ en opzoeken van ρ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2}d$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Als het rekstrookje uitrekt, wordt l groter en A kleiner. (Hierdoor wordt R groter.)

- inzicht dat l groter wordt 1
- inzicht dat A kleiner wordt 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Als de beide weerstanden gelijk zijn aan $350\ \Omega$, is de spanning die de voltmeter aangeeft gelijk aan 2,50 V.
Als de weerstand van het rekstrookje toeneemt met $1{,}0\ \Omega$, geldt voor de spanning die de spanningsmeter aangeeft: $U_{\text{nieuw}} = \frac{350}{701} \cdot 5{,}00 = 2{,}4964$ V.
De spanningsafname bedraagt: 0,0036 V.
Dit is een afname van $\frac{0{,}0036}{2{,}50} = 0{,}0014 = 0{,}14\%$.
(Dit is minder dan een half procent.)

- inzicht in de spanningsdeling / inzicht dat $I_{\text{nieuw}} = \frac{5{,}00}{701}$ 1
- inzicht dat $U_{\text{nieuw}} = \frac{350}{701} \cdot 5{,}00$ / gebruik van $U_{\text{nieuw}} = I_{\text{nieuw}} R$ 1
- completeren van de berekening 1

12 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:
Als er geen spanningsverschil tussen A en B is, geldt:
$U_{\text{CA}} = U_{\text{CB}}$ en $U_{\text{AD}} = U_{\text{BD}}$.
Omdat geldt: $R_{\text{CB}} = R_{\text{BD}}$, moet ook gelden: $R_{\text{CA}} = R_{\text{AD}}$.
(Ofwel $R_1 = R_2 = 350\ \Omega$.)

- inzicht dat $U_{\text{CA}} = U_{\text{CB}}$ en dat $U_{\text{AD}} = U_{\text{BD}}$ 1
- inzicht dat uit $R_{\text{CB}} = R_{\text{BD}}$ volgt dat $R_{\text{CA}} = R_{\text{AD}}$ 1

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:
Als de weerstand van 350 Ω naar 351 Ω toeneemt, verandert in figuur 3 de spanning van 0 V naar 3,55 mV. Omdat dit een verandering ten opzichte van 0 V is, is de verandering relatief heel groot.

- aflezen van de spanning bij een weerstandstoename van 1 Ω 1
- inzicht dat de relatieve spanningsverandering bij de schakeling van figuur 3 veel groter is 1

Opmerking
Als de kandidaat de vraag beantwoordt met een berekening: uiteraard goed rekenen.

14 maximumscore 3

uitkomst: $U = 4{,}7$ mV (met en marge van 0,1 mV)

voorbeeld van een bepaling:
Een uitrekking van de kabel van 12 cm geeft voor het rekstrookje een uitrekking: $u = \frac{0{,}12}{198} \cdot 0{,}061 = 37 \cdot 10^{-6}$ m $= 37$ μm.
Uit figuur 5 volgt dat de weerstand dan 351,3 Ω is.
Uit figuur 4 volgt dan dat het alarm afgaat bij 4,7 mV.

- inzicht dat $u = \frac{0{,}12}{198} \cdot 0{,}061$ 1
- aflezen van de weerstand in figuur 5 1
- aflezen van de spanning in figuur 4 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Hijskraan

15 maximumscore 4

uitkomst: $h_{\text{kraan}} = 22$ m (met een marge van 1 m)

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt: $S = \frac{1}{f} = 62{,}7$. Hier uit volgt: $f = \frac{1}{62{,}7} = 0{,}016$ m.

De voorwerpsafstand is veel groter dan de brandpuntsafstand, dus geldt:

$N = \frac{b}{v} = \frac{f}{v} = \frac{0{,}016}{30{,}0} = 5{,}33 \cdot 10^{-4}$.

De totaal gefotografeerde hoogte bedraagt: $h = \frac{15{,}0 \cdot 10^{-3}}{5{,}3 \cdot 10^{-4}} = 28{,}1$ m.

De hoogte van de kraan is dan in verhouding tot de foto:

$h_{\text{kraan}} = \frac{8{,}3}{10{,}5} \cdot 28{,}1 = 22$ m.

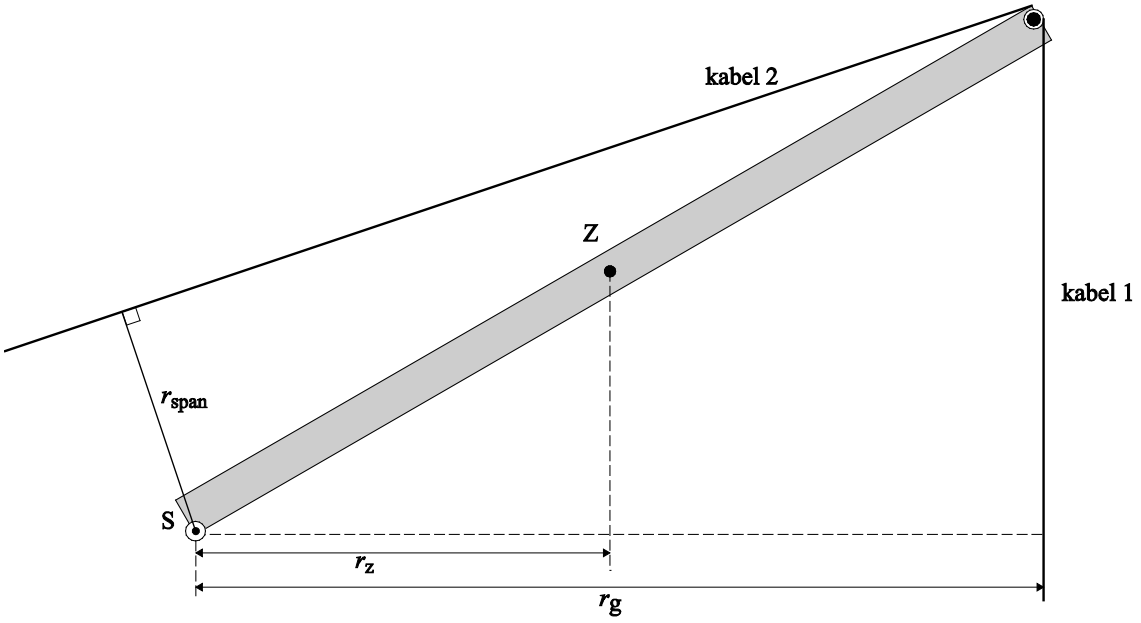
- inzicht dat $b = f$ of gebruik van de lenzenformule 1
- gebruik van $N = \frac{b}{v}$ 1
- toepassen van een schaalfactor op de foto 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

16 maximumscore 5

uitkomst: $F_{span} = 3{,}0 \cdot 10^4$ N (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^4$ N)

voorbeeld van een bepaling:



Opmeten in de figuur levert:
De arm van de zwaartekracht is: $r_z = 5{,}9$ cm.
De arm van de gewichtskracht is: $r_g = 12{,}0$ cm.
De arm van de spankracht is: $r_{span} = 3{,}3$ cm.
Toepassen van de momentenwet levert op: $\sum M = 0$.
$F_z r_z + F_g r_g - F_{span} r_{span} = 0$
of
$m_{kraan} g r_z + m_{last} g r_g - F_{span} r_{span} = 0$
Invullen levert: $880 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}059 + 420 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}12 - F_{span} 0{,}033 = 0$.
Dit levert: $F_{span} = 3{,}0 \cdot 10^4$ N.

- tekenen van de armen van de zwaarte- en de gewichtskracht 1
- tekenen van de arm van de spankracht 1
- opmeten van de armen 1
- inzicht dat $F_z r_z + F_g r_g - F_{span} r_{span} = 0$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Door de hefboom te verdraaien worden de arm van de zwaartekracht en de arm van de gewichtskracht kleiner. De momenten van deze twee krachten worden dientengevolge ook kleiner.
Het moment van de spankracht zal ook kleiner moeten worden om evenwicht te behouden. De arm van de spankracht blijft gelijk en dus zal de grootte van de spankracht in kabel 2 afnemen.

- inzicht dat de armen van de zwaarte- en gewichtskracht kleiner worden 1
- inzicht dat de arm van de spankracht gelijk blijft 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 3

uitkomst: $F_{span} = 2{,}4 \cdot 10^3$ N (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^3$ N)

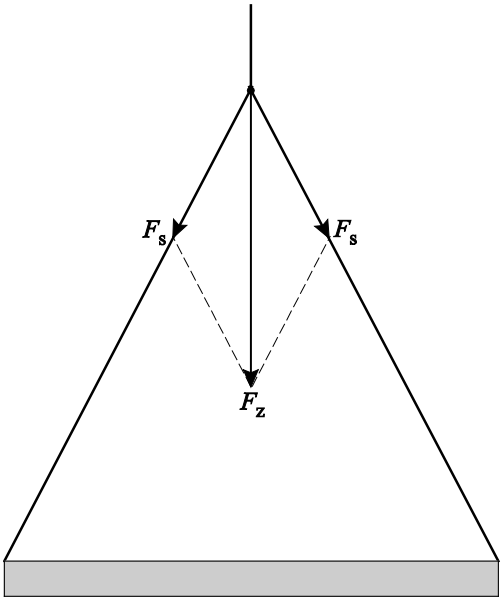
voorbeeld van een bepaling:

methode 1

Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = 420 \cdot 9{,}81 = 4{,}12 \cdot 10^3$ N.

De zwaartekrachtsvector kan verplaatst worden naar het knooppunt van de kabels. Deze vector kan ontbonden worden in de richting van beide kabels.

Dit levert voor de spankracht: $F_{span} = 2{,}4 \cdot 10^3$ N.



- inzicht dat de lengte van de vector van F_z overeenkomt met $4{,}12 \cdot 10^3$ N 1
- ontbinden van de zwaartekrachtsvector in de richting van de kabels 1
- completeren van de bepaling 1

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2

Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = 420 \cdot 9{,}81 = 4{,}12 \cdot 10^3$ N.

De zwaartekrachtsvector kan verplaatst worden naar het knooppunt van de kabels. Deze vector kan ontbonden worden in de richting van beide kabels.

Voor de spankracht in een kabel geldt: $F_s = \frac{0{,}5F_z}{\cos\alpha}$.

Opmeten uit de figuur levert: $\alpha = 29^o$.

Invullen levert: $F_s = \frac{0{,}5 \cdot 4{,}12 \cdot 10^3}{\cos 29} = 2{,}4 \cdot 10^3$ N.

- inzicht dat de lengte van de vector van F_z overeenkomt met $4{,}12 \cdot 10^3$ N 1
- inzicht dat $F_s = \frac{0{,}5F_z}{\cos\alpha}$ 1
- completeren van de bepaling 1

19 maximumscore 3

uitkomst: $P_{el} = 7{,}0 \cdot 10^3$ W

voorbeeld van een berekening:

Voor het vermogen dat geleverd moet worden om de last op te hijsen geldt:

$P = \frac{E_z}{t} = \frac{mgh}{t} = mgv = 420 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}2 = 4{,}94 \cdot 10^3$ W.

Het opgenomen elektrisch vermogen volgt uit het rendement: $\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}}$.

Invullen levert: $0{,}71 = \frac{4{,}94 \cdot 10^3}{P_{el}}$.

Dit levert: $P_{el} = 7{,}0 \cdot 10^3$ W.

- inzicht dat $P = mgv$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}}$ met $P_{in} = P_{el}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:
De richtingscoëfficiënt van (de raaklijn aan) het (v,t)-diagram is gelijk aan de versnelling. Op tijdstip t = 0 s is de versnelling in situatie A veel groter dan de versnelling in situatie B. De kracht in de hijskabel in situatie A kan hierdoor erg groot worden (waardoor de kabel mogelijk breekt).
Daarom gebruikt men in de praktijk situatie B.

- inzicht dat de spankracht in de kabel beschouwd moet worden 1
- inzicht dat de versnelling in situatie A groter is dan in situatie B 1
- completeren van de uitleg 1

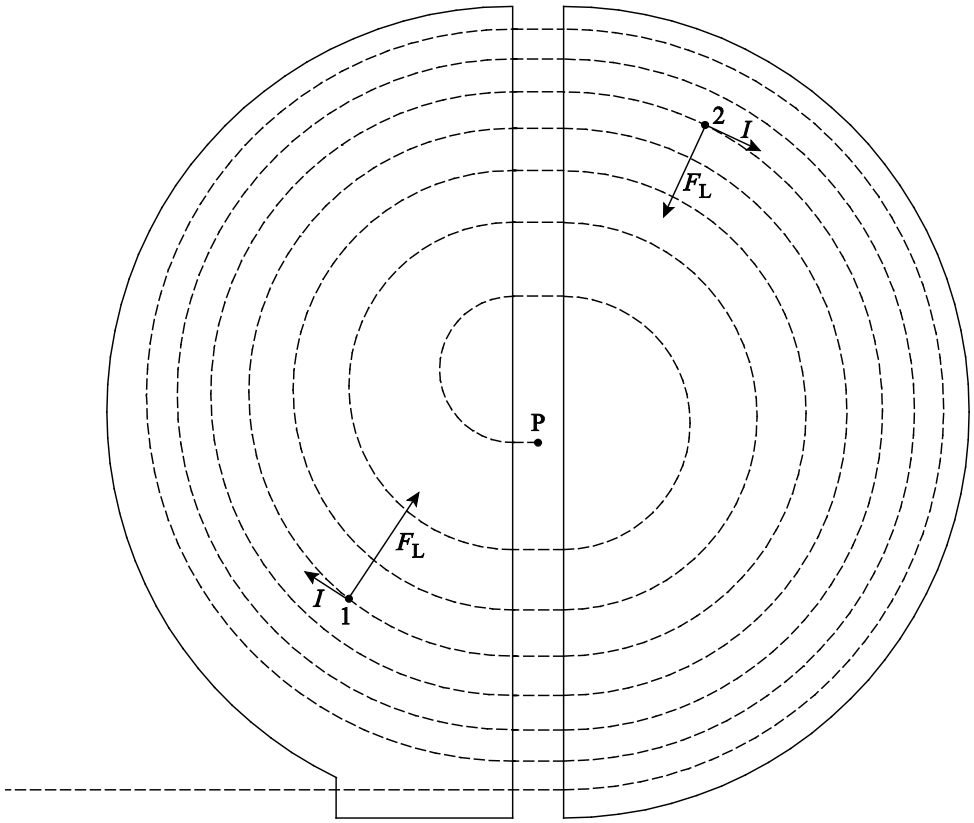
Opmerking
Een antwoord dat niet ingaat op de verschillen in versnelling, niet goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Cyclotron

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



De stroomrichting is gelijk aan de richting van de protonenstroom. De lorentzkracht (heeft de functie van middelpuntzoekende kracht en) is gericht naar het midden van de (halve) cirkel. Uit een richtingsregel volgt dat in beide halve cirkels het magneetveld in dezelfde richting staat (namelijk het papier uit gericht).

- tekenen van de beide richtingen van de stroom als raaklijn aan de baan 1
- tekenen van de beide richtingen van de lorentzkracht loodrecht op de baan 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De richting van de elektrische kracht is gelijk aan de bewegingsrichting van het proton. Dus geldt: $\alpha = 0$ en $\cos\alpha = 1$. (Dus is de arbeid van de elektrische kracht ongelijk aan 0.)
De lorentzkracht staat loodrecht op de bewegingsrichting van het proton. Dus geldt $\alpha = 90°$ en $\cos\alpha = 0$. (Dus is de arbeid van de lorentzkracht gelijk aan 0.)

- inzicht dat bij de elektrische kracht geldt: $\alpha = 0$ en $\cos\alpha = 1$ 1
- inzicht dat bij de lorentzkracht geldt: $\alpha = 90°$ en $\cos\alpha = 0$ 1

23 maximumscore 4

voorbeeld van een afleiding:

Voor de tijd die een proton doet over een halve cirkel geldt: $t = \frac{\pi r}{v}$.

Omdat de lorentzkracht de functie van de middelpuntzoekende kracht heeft, geldt: $Bqv = \frac{mv^2}{r}$. Omschrijven levert: $r = \frac{mv}{Bq}$.

Invullen in $t = \frac{\pi r}{v}$ levert: $t = \frac{\pi mv}{Bqv} = \frac{\pi m}{Bq}$.

- inzicht dat voor een halve cirkel geldt: $t = \frac{\pi r}{v}$ 1
- gebruik van $F_L = Bqv$ en van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de afleiding 2

Opmerking
De 2 scorepunten voor het completeren van de afleiding mogen alleen worden toegekend als de afleiding helemaal goed is. In alle andere gevallen mogen geen scorepunten worden toegekend voor het completeren van de afleiding.

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:
Uit de formule volgt dat de omlooptijd niet afhangt van de straal en/of de snelheid van de baan.
Bij elke overgang krijgt een proton er eenzelfde hoeveelheid kinetische energie bij.
Aangezien geldt: $v \sim \sqrt{E_k}$, is de snelheidstoename bij een grotere snelheid kleiner dan bij een kleinere snelheid.

- constateren dat de tijd voor een halve cirkelbaan niet afhangt van r en/of v 1
- inzicht dat $v \sim \sqrt{E_k}$ 1
- completeren van de uitleg 1

25 maximumscore 3

uitkomst: $f = 2{,}3 \cdot 10^7$ Hz

voorbeeld van een berekening:

Invullen van de formule levert: $t = \frac{\pi m}{Bq} = \frac{\pi 1{,}67 \cdot 10^{-27}}{1{,}5 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}} = 2{,}19 \cdot 10^{-8}$ s.

Er geldt: $f = \frac{1}{T}$ met $T = 2t$. Dit levert: $f = 2{,}3 \cdot 10^7$ Hz.

- invullen van $t = \frac{\pi m}{Bq}$ en opzoeken van m en q 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ met $T = 2t$ 1
- completeren van de berekening 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 22 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