Correctievoorschrift

5V oefentoets CSI

natuurkunde vwo

Kogelstoten

1 **maximumscore: 3**

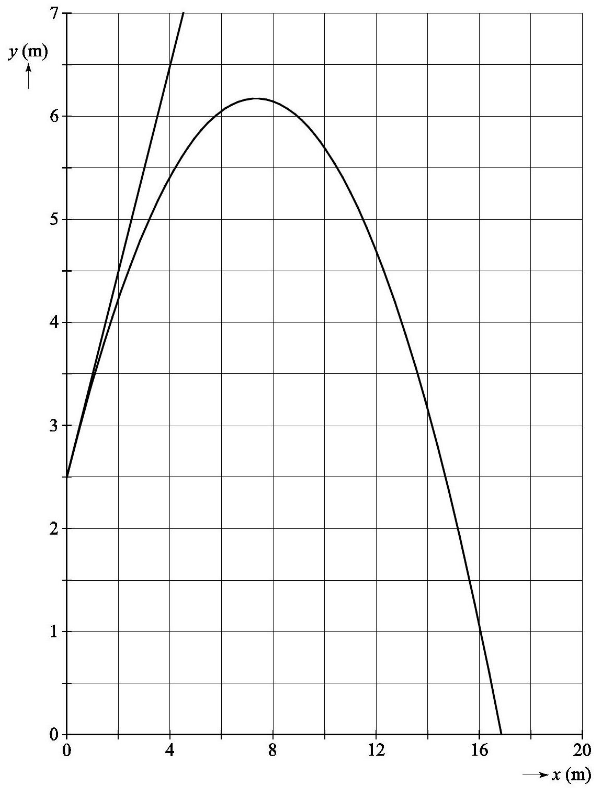
uitkomst: $x = 8,6\ \mathrm{m}$

voorbeeld van een berekening:
Voor de beweging in de y-richting geldt:
$y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 2,50 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 0,714\ \mathrm{s}.$
Voor de beweging in de x-richting geldt: $x = v_\mathrm{x}t = 12 \cdot 0,714 = 8,6\ \mathrm{m}.$

- gebruik van $y = \frac{1}{2}gt^2$
- gebruik van $x = v_\mathrm{x}t$
- completeren van de berekening

2 maximumscore: 3

voorbeeld van een antwoord:



De richting van de snelheid op $t = 0$ wordt gegeven door de raaklijn. Deze raaklijn gaat door het punt $(4,0, 6,5)$. De helling van de raaklijn is dus: $\frac{6,5-2,5}{4} = 1 = \tan\alpha \rightarrow \alpha = 45°$. (De stoothoek is inderdaad $45°$.)

- inzicht dat richting wordt bepaald door de raaklijn op $t = 0$ s
- bepaling van de helling van de raaklijn
- completeren van het antwoord

3 **maximumscore: 3**

voorbeeld van een antwoord:

- In de x-richting blijft de snelheid vx constant.
- De kogel wordt door de zwaartekracht versneld in de y-richting. Dus geldt: $vy = \mathrm{vy} - \mathrm{g} * \mathrm{dt} / v_{\mathrm{y}} = v_{\mathrm{y}} - gt$
- De stopvoorwaarde is: $y < 0$
- inzicht dat de snelheid vx constant blijft
- aanvullen van de modelregel tot $\mathrm{vy} = \mathrm{vy} - \mathrm{g} * \mathrm{dt} / v_{\mathrm{y}} = v_{\mathrm{y}} - gt$
- stopvoorwaarde

Opmerking

De stopvoorwaarden $y \leq 0$ *en* $y = 0$ *: goed rekenen.*

4 **maximumscore: 2**

voorbeeld van een antwoord:

Omdat de kogel bij grotere stoothoeken een grotere hoogte bereikt, zal de kogel steeds langer in de lucht zijn. Dus in figuur 4 A staat t op de horizontale as (en in figuur 4 de grootheid x.)

- inzicht dat bij grotere hoogte een langere vluchttijd hoort
- keuze voor figuur 4 A

Fietshelm

5 **maximumscore: 3**

uitkomst: $1,50 \mathrm{~m}$

voorbeeld van een antwoord:

Zwaarte-energie wordt omgezet in kinetische energie. Dus er geldt: $\Delta E_{\mathrm{z}} = \Delta E_{\mathrm{k}}$.

Invullen van de formules voor deze energieën geeft: $mgh = \frac{1}{2} m v^2$, dus $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{5,42}{2 \cdot 9,81} = 1,50 \mathrm{~m}$.

- inzicht in de wet van behoud van energie
- gebruik van $E_{\mathrm{z}} = mgh$ en $E_{\mathrm{k}} = \frac{1}{2} m v^2$
- completeren van de berekening

6 maximumscore: 4

voorbeeld van een antwoord:
Tijdens de botsing ondervindt het hoofd een (gemiddelde) remkracht F_{res} over een remweg die gelijk is aan $20\ \text{mm}$. De verrichte arbeid is gelijk aan de verandering van de kinetische energie: $W = \Delta E_{\text{k}}$, dus $F_{\text{res}}\ s = \frac{1}{2}mv^2$. Met $F_{\text{res}} = ma$ volgt hieruit voor de gemiddelde versnelling van het hoofd:

$a_{\text{gem}} = \frac{v^2}{2s} = \frac{5{,}42^2}{2 \cdot 0{,}020} = 7{,}3 \cdot 10^2\ \text{ms}^{-2}$. Dit is gelijk aan 75 g en dus minder dan de gestelde norm van $250\ \text{g}$.

- gebruik van $\Sigma W = \Delta E_{\text{k}}$
- gebruik van $W = F_{\text{res}}\ s$ en $F = ma$
- completeren van de berekening van a
- vergelijken van a met de normwaarde

7 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
In een (a, t)-diagram is de oppervlakte onder de grafiek gelijk aan de grootte van de snelheidsverandering. (De eindsnelheid is nul, dus de snelheidsverandering is gelijk aan de snelheid waarmee het dummyhoofd de plaat raakt.) Je moet dus de oppervlakten onder beide grafieken bepalen en vergelijken. (Deze blijken dan bij benadering gelijk te zijn aan elkaar.)

- inzicht dat het oppervlak onder een (a, t)-grafiek gelijk is aan de snelheidsverandering
- inzicht dat beide oppervlakken vergeleken moeten worden

8 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
In figuur 9 is te zien dat elk van de drie grafieken sterk naar boven afbuigt wanneer de indrukking de $20\ \text{mm}$ nadert. De grote kracht die in de buurt van $20\ \text{mm}$ optreedt leidt ook tot grote versnellingen. En dit wil je juist voorkomen bij een helm.
• inzicht dat de kracht sterk toeneemt als de indrukking $20\ \text{mm}$ nadert
• inzicht in het verband tussen kracht en versnelling

9 maximumscore: 2

uitkomst: $7 \cdot 10^5 \left(\text{N m}^{-1} \right)$

voorbeeld van een antwoord:
Voor $x = 0,001$ moeten beide functies aan elkaar gelijk zijn.
Invullen in regel 4 geeft: $F_\text{p} = \frac{19{,}8}{(0{,}020-0{,}001)^{0{,}9}} = 7,0 \cdot 10^2 (\text{ N})$
Invullen in regel 2 geeft vervolgens: $7,0 \cdot 10^2 = C \cdot 0,001$
Dus $C = 7 \cdot 10^5 \left(\text{Nm}^{-1} \right)$.

- inzicht dat beide functies voor F_p aan elkaar gelijk zijn voor $x = 0,0011$
- completeren van de berekening

10 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
$F_\text{res} = F_\text{z} - F_\text{p}$

- teken voor F_z positief
- F_z en F_p tegengesteld van teken

11 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
De maximale versnelling hangt samen met de grootste steilheid van de grafiek. Het steilste stuk (dus het laatste stuk) van de grafieken van 15 kg m^{-3} en 51 kg m^{-3} zijn steiler dan het steilste stuk van de grafiek van 31 kg m^{-3}. Het piepschuim van 31 kg m^{-3} geeft de kleinste maximale versnelling (en voldoet dus het beste).

- inzicht dat gekeken moet worden naar de maximale steilheid bij elk van de drie grafieklijnen
- consequente conclusie

Kayak-jumping

12 maximumscore: 2

uitkomst: $v = 14 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Als de wrijving wordt verwaarloosd, geldt dat de afname van de zwaarteenergie gelijk is aan de toename van de bewegingsenergie. Er geldt dus: $\frac{1}{2}mv^2 = mg\Delta h$ zodat $v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (12,0 - 2,5)} = 14 \text{ ms}^{-1}$.

- inzicht dat de afname van E_z gelijk is aan de toename van E_k
- completeren van de berekening

13 maximumscore: 4

uitkomst: $F_\mathrm{w} = 1,5 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeelden van een berekening:
Er geldt: $F_\text{res} = ma$ met $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{13,0}{2,75} = 4,73 \text{ m s}^{-2}$.
Er geldt: $F_\text{res} = F_{\mathrm{z}\parallel} - F_w$. Dus $F_\text{res} = mg\sin\alpha - F_w$.
Uitwerken levert:
$F_w = m(g\sin\alpha - a) = (69,0 + 14,5)\,(9,81 \cdot \sin 42^\circ - 4,73) = 1,5 \cdot 10^2 \text{ N}$

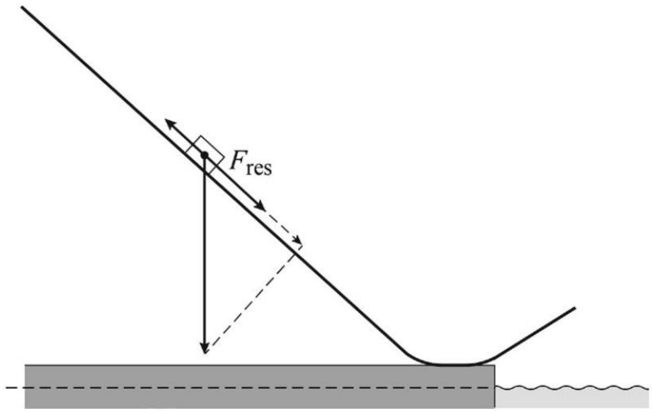
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
- inzicht dat $F_\text{res} = F_{\mathrm{z}\parallel} - F_\mathrm{w}$
- inzicht dat $F_{\mathrm{z}\parallel} = mg\sin\alpha$
- completeren van de berekening

Opmerking
Als de kandidaat een berekening met een energievergelijking maakt en daarbij een hoogte van 12 m *neemt, dit niet aanrekenen.*

14 maximumscore: 3

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

voorbeeld van een bepaling:



De lengte van de zwaartekrachtvector is $2,5\ \text{cm}$. De wrijvingskrachtvector heeft een lengte van $0,70\ \text{cm}$. De vector van de resulterende kracht heeft een lengte van $1,0\ \text{cm}$.
Er geldt: $F_z = mg = (69,0 + 14,5) \cdot 9,81 = 819\ \text{N}$.
De resulterende kracht is $\frac{1,0}{2,5} \cdot 819 = 328\ \text{N} = 3,3 \cdot 10^2\ \text{N}$.

- gebruik van de normaalkracht of de projectie van de zwaartekracht op de baan
- construeren van de resulterende kracht
- construeren van de resulterende kracht
- completeren van de bepaling

15 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:
In punt 2 is de wrijvingskracht groter dan, en in punt 3 gelijk aan de wrijvingskracht in punt 1 .
(De wrijvingskracht is evenredig met de normaalkracht.) De normaalkracht is gelijk in grootte aan de component van de zwaartekracht loodrecht op de baan (evenredig met $\cos(\alpha)$). De normaalkrachten in de punten 1 en 3 zijn gelijk, in punt 2 is de normaalkracht groter. Dus is de wrijvingskracht in punt 2 groter dan in punt 1 en de wrijvingskracht in punt 3 even groot als in punt 1

- inzicht dat de normaalkracht afhangt van de hellingshoek
- consequente conclusies

16 maximumscore: 4

voorbeeld van antwoord:
- $\mathrm{Fn}=\mathrm{m}^{*}\ \mathrm{g}^{*} \cos(\mathrm{alfa})$
- $\mathrm{v}=\mathrm{v}+\mathrm{a}^{*}\mathrm{dt}$
- Tijdens het eerste deel van de beweging versnelt de kayak, dus Fres is positief. Uit Fres = Fz langs $-$ Fw volgt dan dat Fzlangs positief is voor alfa $=42^{\circ}$. Uit Fzlangs $=\mathrm{m}^{*}\ \mathrm{g}^{*} \sin($alfa$)$ blijkt dan dat $\mathrm{g}=9,81\ (\mathrm{m\ s}^{-2})$.

- inzicht dat $\mathrm{Fn}=\mathrm{m}^{*}\ \mathrm{g} * \cos(\mathrm{alfa})$
- inzicht dat $\mathrm{v}=\mathrm{v}+\mathrm{a}^{*}\mathrm{dt}$
- inzicht dat Fzlangs positief is voor alfa $=42^{\circ}/$ negatief is voor alfa $=-42^{\circ}$
- consequente conclusie

Opmerking

De formulering van de antwoorden hoeft niet volgens de afspraken van een computermodel te zijn.

17 maximumscore: 2

voorbeeld van een antwoord:

In punt A heeft de kajak geen kinetische energie, in punt B wel. Dus is de zwaarte-energie in punt B kleiner dan in punt A. Dus ook zonder wrijving ligt punt B lager. Lisa heeft gelijk.

- inzicht dat in punt B de kajak een snelheid en dus kinetische energie heeft
- inzicht dat de zwaarte-energie in B lager is en consequente conclusie

18 maximumscore: 4

uitkomst: $2,7 \cdot 10^3$ J (met een marge van $0,2 \cdot 10^3$ J)

voorbeeld van een antwoord:

- het verschil tussen de som van zwaarte-energie en kinetische energie op $t = 2,75$ s en de totale energie op tijdstip $t = 0$ s is gelijk aan de verrichte arbeid door de wrijvingskracht. Aflezen uit figuur 19: $(E_\mathrm{z} + E_\mathrm{k})_{t=0\ \mathrm{s}} = 9,8 \cdot 10^3$ J en $(E_\mathrm{z} + E_\mathrm{k})_{t=2,75\ \mathrm{s}} = 7,1 \cdot 10^3$ J. Dus de arbeid die de wrijvingskracht heeft verricht is $2,7 \cdot 10^3$ J.
- Uit de symmetrie van E_k en E_z tussen $t = 3,25$ s en $t = 4,9$ s blijkt dat $(E_\mathrm{z} + E_\mathrm{k})$ constant is. Er is dus geen energieverlies ten gevolge van de luchtweerstand en dus is de luchtweerstand in het model verwaarloosd.

• inzicht dat de afname van $(E_\mathrm{z} + E_\mathrm{k})$ het gevolg is van de arbeid door de wrijvingskracht
• aflezen van E_z op $t = 0$ s en E_k op $t = 2,75$ s
• completeren van de bepaling van de arbeid door de wrijvingskracht
• inzicht dat $(E_\mathrm{z} + E_\mathrm{k})$ constant is tussen $t = 3,25$ s en $t = 4,9$ s