



Natuurkunde, 4M

Formules:

$$v_t = v_0 + a * t$$

$$s = v_{\text{gem}} * t$$

$$W = F * s$$

$$E_z = m * g * h$$

$$F = m * a$$

Neem indien nodig $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Geef duidelijke berekeningen met

Gegeven

Gevraagd

Formule

Uitwerking

Antwoord met juiste eenheid

Veel succes!
Mat en Zan

Zonnepanelen monteren

Vorige maand hebben monteurs van 'De Zonnefabriek' acht zonnepanelen op mijn dag gemonteerd. Zij moesten daarvoor de panelen (massa van elk paneel is 18,6 kg) naar het dak op 9 meter hoogte brengen.



20 Bepaal de zwaartekracht die op elk paneel werkt.

Gegeven: $m = 18,6 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ N/kg}$

Gevraagd: F_z

Formule: $F_z = m \cdot g$

Berekening: $F_z = 18,6 \cdot 10$

Antwoord: $F_z = 186 \text{ N}$

21 Bereken de arbeid die de monteurs moesten verrichten om de panelen negen meter omhoog te brengen.

Gegeven: $F_z = 186 \text{ N}$; $h = 9 \text{ m}$; 8 panelen

Gevraagd: W

Formule: $W = F \cdot s$

Berekening: F is hier F_z en s is hier de hoogte h

$$W = 186 \cdot 9$$

$$W = 1674 \text{ J}$$

Er zijn 8 panelen, dus totale arbeid is $1674 \cdot 8 = 13\,392 \text{ J}$

Antwoord: $W = 13\,392 \text{ J}$

Bereken de zwaarte-energie van de panelen toen zij op het dak (hoogte = 9 meter) lagen.

Gegeven: $m = 18,6 \text{ kg}; \quad h = 9 \text{ m}$
Gevraagd: E_z
Formule: $E_z = m * g * h$
Berekening: $E_z = 18,6 * 10 * 9$
 $E_z = 1674 \text{ J per paneel}$
Er zijn 8 panelen, dus totale E_z is $1674 * 8 = 13\,392 \text{ J}$
Antwoord: $E_z = 13\,392 \text{ J}$

Een van de monteurs heeft een schroef met een massa van 50 gram naar beneden laten vallen.

23 Bereken de snelheid waarmee de schroef de grond (negen meter lager) raakte.

Gegeven: $m = 50 \text{ g}; \quad h = 9 \text{ m};$
Gevraagd: v (als $h = 0 \text{ m}$)
Formule: $E_k = \frac{1}{2} * m * v^2$
Berekening: Eerst de zwaarte-energie E_z berekenen:
De massa m moet in kg. $50 \text{ g} = 0,050 \text{ kg}$
 $E_z = m * g * h$
 $E_z = 0,050 * 10 * 9$
 $E_z = 4,5 \text{ J}$
Als de schroef de grond bereikt heeft, is alle zwaarte-energie omgezet in bewegingenergie. Als de schroef de grond bereikt heeft, is $E_z = 0 \text{ J}$ en $E_k = 4,5 \text{ J}$.
 $4,5 = \frac{1}{2} * 0,050 * v^2$
 $4,5 = 0,025 * v^2$
 $v^2 = 4,5 / 0,025$
 $v^2 = 180$
 $v = \sqrt{180} = 13,4 \text{ m/s}$
Antwoord: $v = 13,4 \text{ m/s}$

Bagijnetoren

Voor de aanleg van een spoortunnel in Delft moet de Bagijnetoren verplaatst worden. Men plaatst de toren op stalen rails. Na de bouw van de tunnel is de toren weer terug geschoven op zijn oorspronkelijke plaats.



- 3p 24 Om de Bagijnetoren van 280 ton (1 ton = 1000 kg) op de rails te plaatsen is de toren eerst met vijzels opgetild.
De zwaarte-energie van de toren neemt daarbij met 0,14 MJ toe.
→ Bereken hoe hoog de toren is opgetild.

De Bagijnetoren wordt daarna 15 meter horizontaal verschoven.

- 3p 25 Voor het verschuiven is een kracht nodig van 90 kN.
→ Bereken de arbeid in MJ die tenminste geleverd is bij het verschuiven.
- 2p 26 Het verschuiven van de Bagijnetoren duurt 2 uur.
→ Bereken de gemiddelde snelheid waarmee de toren is verschoven.

24. Gegeven: $m = 280 \text{ ton}; E_z = 0,14 \text{ MJ}$
Gevraagd: h
Formule: $E_z = m \cdot g \cdot h$
Berekening: $280 \text{ ton} = 280\,000 \text{ kg}$
 $0,14 \text{ MJ} = 0,14 \cdot 10^6 \text{ J} = 140\,000 \text{ J}$
 $140\,000 = 280\,000 \cdot 10 \cdot h$
 $140\,000 = 2\,800\,000 \cdot h$
 $h = 140\,000 / 2\,800\,000$
Antwoord: $h = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$

25 Gegeven: $F = 90 \text{ kN}; s = 15 \text{ m}$
Gevraagd: W (in MJ)
Formule: $W = F \cdot s$
Berekening: $90 \text{ kN} = 90\,000 \text{ N}$
 $W = 90\,000 \cdot 15$
 $W = 1\,350\,000 \text{ J}$
 $M = \text{mega} = 1 \text{ miljoen}$
 $W = 1\,350\,000 \text{ J} = 1,35 \text{ MJ}$
Antwoord: $W = 1,35 \text{ MJ}$

26 Gegeven: $s = 15 \text{ m}; \quad t = 2 \text{ h}$
Gevraagd: v_{gem}
Formule: $v_{\text{gem}} = s / t$
Berekening: $v_{\text{gem}} = 15 / 2$
 $v_{\text{gem}} = 7,5 \text{ m/h}$
 $v_{\text{gem}} = 0,0075 \text{ km/h}$
 $v_{\text{gem}} = 0,0075 / 3,6 = 0,0021 \text{ m/s}$
Antwoord: $v_{\text{gem}} = 0,0075 \text{ km/h} = 0,0021 \text{ m/s}$

De vertrekkende trein

Rob zit in de trein. De trein rijdt bij een station weg met een snelheid van 27 km/h. Nadat de trein de wissels is gepasseerd, versnelt de trein en krijgt na 80 seconden een snelheid van 108 km/h.



27 Reken om: 108 km/h = m/s

$$108 \text{ km/h} = 108 / 3,6 = 30 \text{ m/s}$$

Tijdens de versnelling voelt Rob dat hij in tegen de rugleuning wordt gedrukt. Zijn massa is 70 kg.

28 Bereken de versnelling in die 80 seconden.

Gegeven: $t = 80 \text{ s}$; $v_0 = 27 \text{ km/h}$; $v_t = 108 \text{ km/h}$
Gevraagd: a
Formule: $v_t = v_0 + a \cdot t$
Berekening: Eerst de snelheden omrekenen van km/h naar m/s
 $108 \text{ km/h} = 108 / 3,6 = 30 \text{ m/s}$
 $27 \text{ km/h} = 27 / 3,6 = 7,5 \text{ m/s}$
 $30 = 7,5 + a \cdot 80$
 $a \cdot 80 = 22,5$
 $a = 22,5 / 80$
Antwoord: $a = 0,28 \text{ m/s}^2$

29 Bereken de kracht waarmee Rob tegen de rugleuning wordt geduwd.

Gegeven: $a = 0,28 \text{ m/s}^2$; $m = 70 \text{ kg}$
Gevraagd: F
Formule: $F = m \cdot a$
Berekening: $F = 70 \cdot 0,28$
Antwoord: $F = 19,7 \text{ N}$

30 Bereken de gemiddelde snelheid van de trein tijdens de versnelling.

Gegeven: $v_0 = 27 \text{ km/h} = 7,5 \text{ m/s}$; $v_t = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$
Gevraagd: v_{gem}
Formule: $v_{\text{gem}} = (v_0 + v_t) / 2$
Berekening: $v_{\text{gem}} = (7,5 + 30) / 2$
 $v_{\text{gem}} = 37,5 / 2$
Antwoord: $v_{\text{gem}} = 18,75 \text{ m/s}$

31 Bereken de afstand die de trein in deze 80 seconden af legt.

Gegeven: $v_{\text{gem}} = 18,75 \text{ m/s}$; $t = 80 \text{ s}$
Gevraagd: s
Formule: $s = v_{\text{gem}} * t$
Berekening: $s = 18,75 * 80$
Antwoord: $s = 1500 \text{ m} = 1,5 \text{ km}$

32 Bereken de arbeid die de trein moet verrichten om Rob tijdens de 80 seconden deze versnelling te geven.

Gegeven: $F = 19,7 \text{ N}$ (zie vraag 29); $s = 1500 \text{ m}$ (zie vraag 31)
Gevraagd: W
Formule: $W = F * s$
Berekening: $W = 19,7 * 1500$
Antwoord: $W = 29\,531 \text{ J} = 29,5 \text{ kJ}$

33 Bereken de bewegingsenergie van Rob als de trein de snelheid van 108 km/h heeft bereikt.

Gegeven: $m = 70 \text{ kg}$; $v = 108 \text{ km/h}$
Gevraagd: E_k
Formule: $E_k = \frac{1}{2} * m * v^2$
Berekening: $108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$
 $E_k = \frac{1}{2} * 70 * 30^2$
 $E_k = \frac{1}{2} * 70 * 900$
Antwoord: $E_k = 31\,500 \text{ J} = 31,5 \text{ kJ}$

Naar boven fietsen

Ron fietst met een snelheid van 27 km/h een heuvel op. De massa van Ron met fiets is 90 kg.

Dan breekt zijn ketting. Hij kan dus geen kracht meer maken en rijdt steeds langzamer, tot hij stil staat.

- 34 Bereken de hoogte die Ron kan bereiken zonder te trappen. Verwaarloos de wrijving (je hoeft dus geen rekening met wrijvingskrachten te houden).

Gegeven: $v_0 = 27 \text{ km/h}$; $m = 90 \text{ kg}$; $v_t = 0 \text{ km/h}$

Gevraagd: h

Formule: $E_k = \frac{1}{2} * m * v^2$

Berekening: Eerst de bewegingsenergie E_k berekenen:

$$27 \text{ km/h} = 27 / 3,6 = 7,5 \text{ m/s}$$

$$E_k = \frac{1}{2} * m * v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} * 90 * 7,5^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} * 90 * 56,25$$

$$E_k = 2531,25 \text{ J}$$

Als de fiets tot stilstand is gekomen, is alle E_k omgezet in zwaarte-energie E_z . Dan is dus $E_z = 2531,25 \text{ J}$

$$E_z = m * g * h$$

$$2531,25 = 90 * 10 * h$$

$$h = 2531,25 / 900$$

Antwoord: $h = 2,81 \text{ m}$

- 35 Wat kun je zeggen over de hoogte die Ron bereikt als je wel rekening met de wrijvingskrachten moet houden?

- A. Ron bereikt dan een grotere hoogte
- B. Ron komt dan minder hoog
- C. Ron komt even hoog, maar doet er wel langer over
- D. Je hebt te weinig gegevens om daar iets over te zeggen

Als je de wrijvingskrachten wel meerekent, moet er een deel van de bewegingsenergie gebruikt worden om de wrijvingskrachten te overwinnen. Er blijft dan minder energie over voor de zwaarte-energie. De fietser komt minder hoog.

Antwoord **B**

- 36 Stel dat de massa van Ron en zijn fiets geen 90 kg is, maar slechts 70 kg. Wat kun je zeggen over de hoogte die Ron bereikt als zijn massa kleiner is?

- A. Ron bereikt dan een grotere hoogte
- B. Ron komt dan minder hoog
- C. Ron komt even hoog, maar doet er wel langer over
- D. Je hebt te weinig gegevens om daar iets over te zeggen

De hoogte die wordt bereikt is niet afhankelijk van de massa.

De bewegingsenergie die de fietser beneden heeft, wordt helemaal omgezet in zwaarte-energie als de fietser boven is. Je kunt dus zeggen:

$$E_k \text{ (beneden)} = E_z \text{ (boven)}$$

$$\frac{1}{2} * m * v^2 = m * g * h$$

Aan beide kanten van het is-gelijk-teken staat dezelfde m. Die mag je dus tegen elkaar wegstrepen:

$$\frac{1}{2} * v^2 = g * h$$

Je ziet nu al dat de massa er niet toe doet. De massa m staat immers niet in de formule, dus het maakt niet uit hoe groot de massa is.

De hoogte die Ron haalt kun je verder berekenen:

$$v^2 = 2 * g * h$$

$$h = \sqrt{v^2 / (2 * g)}$$

Het juiste antwoord staat hier niet bij de antwoorden.

Vliegen op frituurvet

Sommige vliegtuigen gebruiken een mengsel van biodiesel en kerosine als brandstof. Biodiesel wordt gemaakt uit gebruikt frituurvet.



- 1p 37 Welk milieuvoordeel heeft het vliegen op biodiesel uit frituurvet?
- A Het gebruik van biodiesel bespaart grondstoffen.
 - B Biodiesel is een vorm van fossiele brandstof.
 - C Er ontstaat geen koolstofdioxide bij de verbranding van biodiesel.
 - D Het vliegen op biodiesel is goedkoper dan vliegen op kerosine.

Een vliegtuig versnelt voor het opstijgen met $3,3 \text{ m/s}^2$.

- 3p 38 Het vliegtuig bereikt in 25 seconde voldoende snelheid om op te stijgen.
→ Bereken de snelheid die het vliegtuig dan heeft in km/h.
- 3p 39 Het vliegtuig met passagiers en bagage heeft een massa van 70 ton.
→ Bereken de kracht die de vliegtuigmotoren tenminste moeten leveren om op te kunnen stijgen.
- 2p 40 Het vliegtuig vliegt van Amsterdam naar Parijs. De vlucht over een afstand van 510 km duurt één uur en een kwartier.
→ Bereken de gemiddelde snelheid tijdens deze vlucht.

- 37.** Biodiesel is een koolwaterstof. Bij de verbranding ontstaat onder andere water en koolstofdioxide.
Biodiesel wordt gemaakt uit landbouwgewassen. Het is dus geen brandstof die lang geleden uit resten van planten en dieren is gevormd. Biodiesel is geen fossiele brandstof.
Door biodiesel in plaats van kerosine te gebruiken, is er minder kerosine nodig. Het gebruik van biodiesel bespaart dus grondstoffen.

Antwoord **A**

- 38** Gegeven: $v_0 = 0 \text{ m/s}$; $a = 3,3 \text{ m/s}^2$; $t = 25 \text{ s}$
Gevraagd: v_t
Formule: $v_t = v_0 + a \cdot t$
Berekening: $v_t = 0 + 3,3 \cdot 25$
 $v_t = 82,5 \text{ m/s}$

Antwoord: $v_t = 82,5 * 3,6 = 297 \text{ km/h}$
 $v_t = 297 \text{ km/h}$

39 Gegeven: $m = 70 \text{ ton}; \quad a = 3.3 \text{ m/s}^2$
Gevraagd: F
Formule: $F = m * a$
Berekening: $m = 70 \text{ ton} = 70\,000 \text{ kg}$
 $F = 70\,000 * 3,3$
Antwoord: $F = 231\,000 \text{ N} = 231 \text{ kN}$

40. Gegeven: $s = 510 \text{ km}; \quad t = 1 \text{ uur en een kwartier}$
Gevraagd: V_{gem}
Formule: $V_{\text{gem}} = s / t$
Berekening: $V_{\text{gem}} = s / t$
 $t = 1 \text{ uur en een kwartier} = 1 \text{ uur} + 0,25 \text{ uur} = 1,25 \text{ h}$
 $V_{\text{gem}} = 510 / 1,25$
Antwoord: $V_{\text{gem}} = 408 \text{ km/h}$