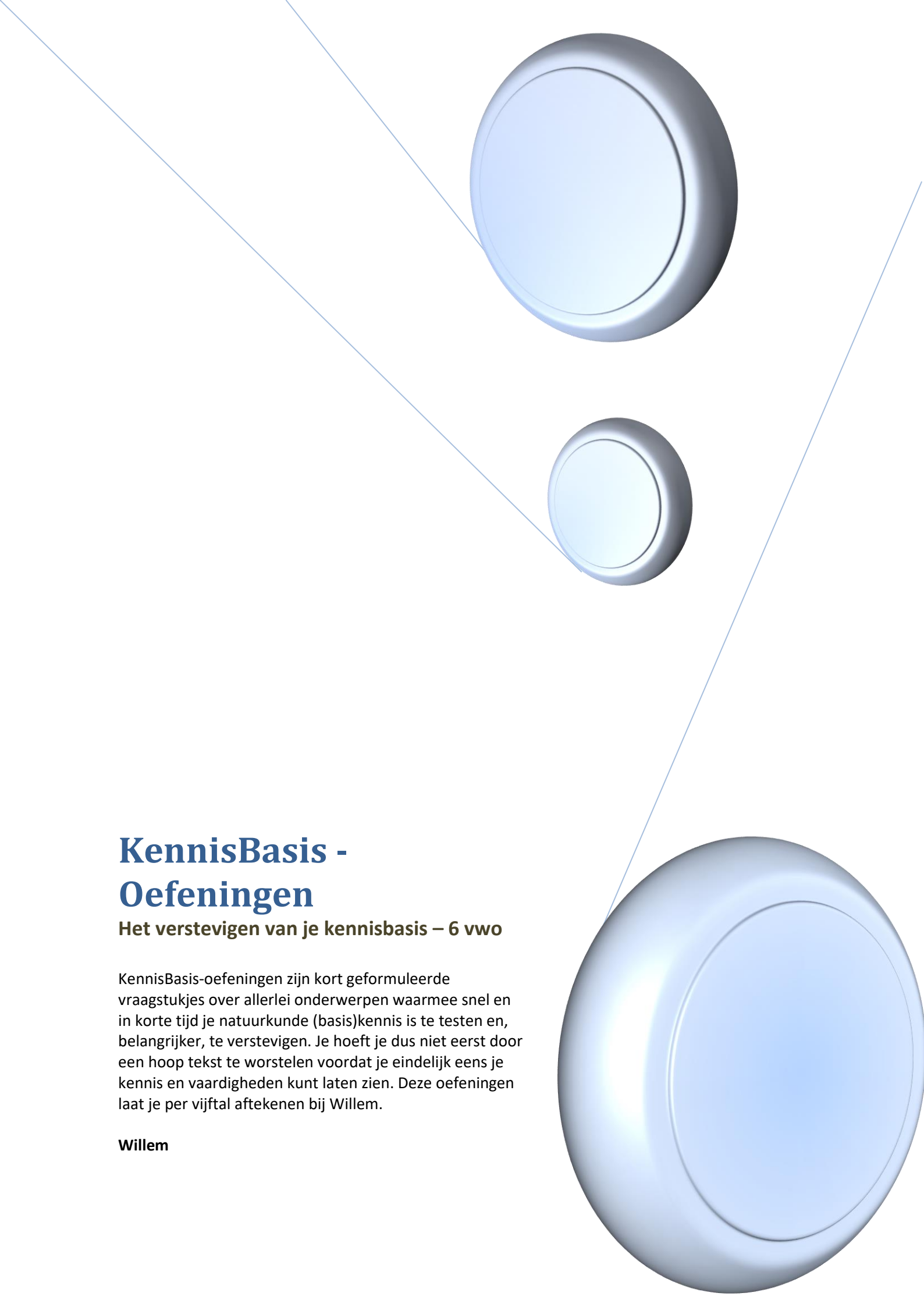




KennisBasis - Oefeningen

Het verstevigen van je kennisbasis – 6 vwo

KennisBasis-oefeningen zijn kort geformuleerde vraagstukjes over allerlei onderwerpen waarmee snel en in korte tijd je natuurkunde (basis)kennis is te testen en, belangrijker, te verstevigen. Je hoeft je dus niet eerst door een hoop tekst te worstelen voordat je eindelijk eens je kennis en vaardigheden kunt laten zien. Deze oefeningen laat je per vijftal aftekenen bij Willem.

Willem

Voordat je begint, lees de opmerkingen hieronder over het gebruik van deze oefeningen.

- Gebruik, tenzij anders aangegeven, dat $g = 9,80 \text{ m/s}^2$. Op het examen gebruik je uiteraard de (nauwkeurigere) Binaswaarde;
- Soms staat er een meerkeuzevraag. Daarvan kunnen meerdere opties goed zijn, maar ook nul!
- Maak zoveel mogelijk gebruik van een eigen schets;
- Discussie met medeleerling wordt toegejuicht;
- Haal het maximale er uit: via een berekening kom je uit op het gevraagde;
- De opdrachten bij de **vet- en schuingedrukte** nummers zijn van een behoorlijk (examen)niveau;
- Je moet ze in het geleverde schrift maken en **per vijf** bij Willem laten aftekenen.

Probleemaanpak

Algemene procedure voor de opdracht: “Schrijf een formule op voor...” of “Leid een formule af voor ...”. Hieronder twee voorbeelden die je mogelijk kunnen helpen.

Voorbeeld 1:

Je rijdt in je auto met constante snelheid v . Plotseling moet je niezen waardoor je je ogen gedurende tijd t sluit. Schrijf een formule op voor de afstand d die je aflegt tijdens het sluiten van je ogen.

Focus: $d = ?$ (Dit richt je aandacht op wat wordt gevraagd, de afstand)

We starten met $v = s/t$, omdat hierin de gevraagde onbekende zit.
Herschrijven en het inzicht dat $s = d$ geeft $d = vt$.

Oplossing: $d = vt$

Voorbeeld 2:

Twee fietsers rijden elk met snelheid v op elkaar af. Wanneer de fietsers op een afstand x van elkaar verwijderd zijn, vliegt een wesp met snelheid $3v$ van de ene fietser richting de andere fietser. Wanneer de wesp bij de andere fietser aankomt, gaat hij meteen terug naar de eerste fietser, enzovoort. Nadat de wesp in totaal een afstand d heeft gevlogen, wordt hij platgedrukt tussen de voorbanden van beide fietsen. Leid een formule af voor de afstand d , uitgedrukt in x .



Focus: $d = ?$

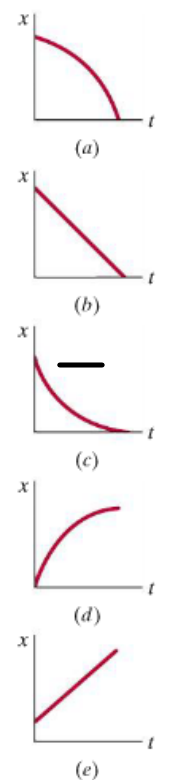
We beginnen met $d = v_{\text{wesp}} t = 3vt$. → Nieuwe onbekende is t .
Deze t is óók de tijd die de fietsers nodig hebben om elkaar te ontmoeten.
Elke fiets legt $x/2$ af in tijd t . Dus $x/2 = vt$, ofwel $t = \frac{x}{2v}$.
Dus de wesp legt af $d = 3v \cdot \frac{x}{2v} = 1,5x$.

Oplossing: $d = 1,5x$

Here we go!

1. Een massieve cilinder (2,900 kg) heeft een lengte van 0,1200 m en een straal van 0,0300 m. Laat zien dat de dichtheid van de cilinder $8,55 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ is.
2. Een massieve ijzeren bol ($\rho = 7874 \text{ kg/m}^3$) heeft een diameter van 0,040 m. Laat zien dat de massa van de bol 0,26 kg is.
3. Een massieve koperen bol ($\rho = 8960 \text{ kg/m}^3$, straal = 0,0150 m) hangt verticaal aan een rubberen band. Laat zien dat de spankracht in de rubberen band gelijk is aan 1,24 N.
4. De massa van de zon is $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ en de straal van de zon is $6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$. Laat zien dat de gemiddelde dichtheid van de zon ongeveer $\frac{1}{4}$ van de dichtheid van de aarde is.
5. Sommige neutronensterren hebben dezelfde massa als de zon maar een veel kleinere straal. Laat zien dat de dichtheid van een neutronenster met een straal van 20,0 km gelijk is aan $5,94 \cdot 10^{16} \text{ kg/m}^3$.
6. Ethanol heeft een massadichtheid van 0,79 kg/L en een energiedichtheid van 28 MJ/kg. Voor diesel zijn deze getallen 0,73 kg/L en 44 MJ/kg. Laat zien dat je 1,45 L ethanol moet verbranden om dezelfde hoeveelheid warmte te krijgen als 1 L diesel.
7. De massa van de aarde is ongeveer $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ en zijn straal is ongeveer $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$. Laat zien dat de gemiddelde dichtheid van de aarde ongeveer $5500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ is.
8. Een bal rolt 3,0 m langs een helling en doet daar 1,5 s over. Laat zien dat de gemiddelde snelheid 2 m/s is.
9. Een auto rijdt op een cirkelvormige weg met straal R . Schrijf een formule op voor de gemiddelde snelheid v_{gem} als de auto één rondje aflegt in tijd T . Laat zien dat $v_{\text{gem}} = 63 \text{ m/s}$ als $R = 400 \text{ m}$ en $T = 40 \text{ s}$.
10. Een busje versnelt van snelheid v_1 tot v_2 in tijd t . Schrijf een formule op voor de gemiddelde versnelling a van dit busje. Laat met deze formule zien dat $a = 0,87 \text{ m/s}^2$ als de snelheid toeneemt van 15 km/h naar 40 km/h in 8,0 s.
11. Een kogel verlaat de loop (lengte L) met snelheid v . Veronderstel constante versnelling. Schrijf een formule op voor de gemiddelde snelheid v_{gem} van de kogel in de loop.
12. De snelheid v in m/s van een object wordt gegeven door $v = At^3 - Bt$, met t in s. Laat zien dat A de eenheid m/s^4 heeft en B de eenheid m/s^2 .
13. Je rijdt 4 km met 30 km/h en daarna weer 4 km, maar nu met een snelheid van 50 km/h. Wat is je gemiddelde snelheid voor de gehele trip van 8 km?
 - a. Meer dan 40 km/h.
 - b. Gelijk aan 40 km/h.
 - c. Minder dan 40 km/h.
 - d. Er is niet genoeg informatie.

14. Je laat een steen van een brug af vallen. Als de steen 4 m is gevallen, laat je een tweede steen vallen. Wat kun je zeggen over de snelheden van beide stenen tijdens hun val?
- Beide snelheden worden met dezelfde snelheid groter.
 - De snelheid van de eerste steen neemt sneller toe dan de snelheid van de tweede steen.
 - De snelheid van de tweede steen neemt sneller toe dan de snelheid van de eerste steen.
 - Beide snelheden blijven constant.
15. Op $t = 0$ beweegt een auto langs de positieve x-as met snelheid 10,0 m/s en heeft een versnelling van $-2,0 \text{ m/s}^2$. Welke van de onderstaande mogelijkheden is waar?
- De auto remt af en stopt uiteindelijk.
 - De auto kan geen negatieve versnelling hebben en naar rechts bewegen.
 - De auto blijft naar rechts bewegen, mindert vaart maar stopt nooit.
 - De auto remt af, stopt heel even, maar versnelt daarna naar links.
16. Je gooit een aardappel verticaal omhoog met beginsnelheid v_0 . Maak een schets en laat zien dat de aardappel een maximale hoogte $h_{\max}$ bereikt, gegeven door $h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$.
17. Je gooit een bal recht omhoog. Hoe groot is de snelheid en de versnelling in het hoogste punt?
- $v = 0, a = 0$
 - $v = 0, a = 9,81 \text{ m/s}^2$ omhoog gericht
 - $v = 0, a = 9,81 \text{ m/s}^2$ omlaag gericht
 - $v = 9,8 \text{ m/s}$ omhoog gericht, $a = 0$
 - $v = 9,8 \text{ m/s}$ omlaag gericht, $a = 0$
18. Een auto rijdt langs de x-as met **toenemende** snelheid. We weten niet of dat naar links of naar rechts is. Kies hieronder het diagram(men) dat het best past(passen) bij deze situatie.



19. Welke formule voor gemiddelde snelheid geldt altijd? En welke formule voor gemiddelde snelheid geldt alleen bij eenparig versnelde / vertraagde beweging?

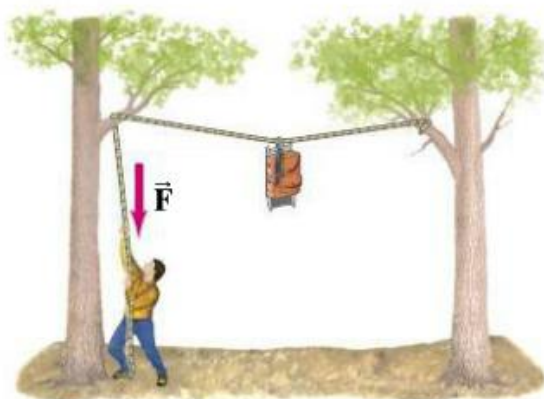
20. Een van de Taipei Towers in Taiwan, met hoogte h , heeft de snelste liften ter wereld. Laat zien dat de tijd t , nodig om h af te leggen, gegeven wordt door $t = \frac{h}{v_g}$, waarin v_g de gemiddelde snelheid van de liften is.



21. Hoe luidt de eerste wet van Newton (open QR)?
22. Hoe luidt de tweede wet van Newton?
23. Je staat op een badkamerweegschaal die 75 kg aanwijst. Hoe groot is de resulterende kracht op de weegschaal?
24. Een vrachtwagen rijdt horizontaal naar rechts. Zie de figuur. Wanneer de vrachtwagen gaat remmen, gaat de krat glijden. Er is geen wrijving. Wat is de richting van de resulterende kracht op de krat voordat deze botst tegen de cabine?
- Geen richting. De resulterende kracht is nul.
 - Verticaal omlaag (vanwege de zwaartekracht).
 - Verticaal omhoog (de normaalkracht).
 - Horizontaal naar rechts.
 - Horizontaal naar links.

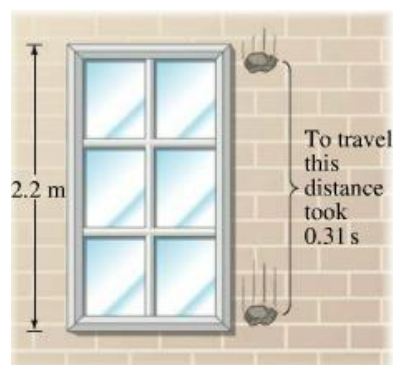


25. Hoe construeer je uit twee of meer krachten de resulterende kracht?
26. De constructie in de figuur hieronder kun je gebruiken om je etenswaren buiten bereik van beren te houden. De backpacker trekt de rugzak **steeds hoger** met een kracht F . Wat kun je over F zeggen? Maak een krachtenantekening op een laag punt en een hoog punt van de zak.



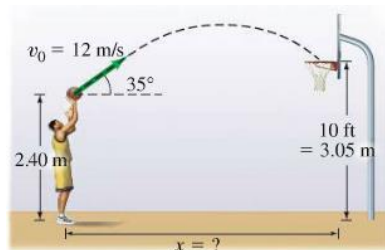
- F wordt kleiner totdat het touw compleet horizontaal staat.
 - F verandert niet.
 - F wordt groter totdat het touw compleet horizontaal staat.
 - F wordt groter, maar het touw zakt altijd iets door.
27. Welke richting heeft de normaalkracht op een voorwerp dat langs een helling beweegt (of stilstaat op de helling)?
28. Wanneer een skiër langs een helling naar beneden skiet is de normaalkracht (uitgeoefend door de helling op de skiër)
- gelijk aan de zwaartekracht op de skiër.
 - groter dan de zwaartekracht op de skiër.
 - kleiner dan de zwaartekracht op de skiër.

29. Een golfballetje wordt weggeslagen met een club. Welke kracht (of meer) werkt op de bal **tijdens** de vlucht door de lucht (vergeet de luchtwrijvingskracht).
- De kracht van de golfclub die op de bal werkt.
 - De zwaartekracht.
 - De kracht van de voortbewegende bal.
 - Alle bovenstaande.
 - Zowel a als c.
30. Om een paal uit de grond te trekken, gebruiken jij en je vriend een touw. Jij trekt met 500 N naar het noorden, je vriend trekt met 450 N naar het noordwesten. De totale kracht die de twee touwen leveren is
- minder dan 950 N.
 - precies 950 N.
 - meer dan 950 N.
31. Wat is een vrije val? Welke versnelling hoort hier bij?
32. Als luchtweerstand geen rol speelt, wat kun je dan zeggen over de versnelling van een omhoog gegooid voorwerp, in vergelijking met de versnelling van een voorwerp dat simpelweg naar beneden valt?
33. Hoe varieert de versnelling van een vrij vallend object met de afgelegde afstand?
34. Bediscussieer: Tijdens een vrije val heeft de luchtweerstand meer invloed op een veer dan op een munt.
35. Als een regendruppel valt met 3 m/s en je loopt horizontaal met 4 m/s, overtuig je buurman er dan van dat de druppel je gezicht treft met 5 m/s.
36. Een vallende steen doet er 0,31 s over om een raam te passeren. Zie de figuur hieronder. Laat zien dat de steen op een afstand van 1,6 m van de bovenkant van het raam is losgelaten.

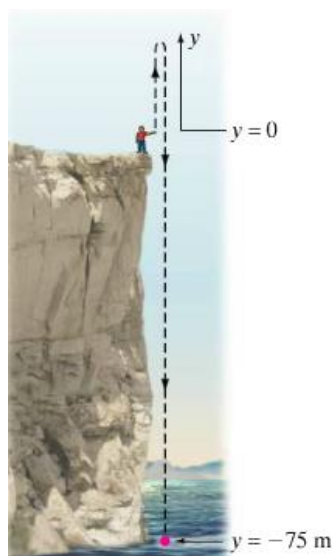


37. Een skiër glijdt vanuit stilstand van een helling naar beneden en bereikt snelheid v **gelijkmatig** in tijd t . Laat zien dat de afstand s die de skiër hierbij aflegt gelijk is aan $s = \frac{1}{2}v \cdot t$.
38. Bij een (parabool)beweging door de lucht verandert de horizontale component van de snelheid niet. Waardoor komt dat?
39. Een jager mikt zijn pijl en boog op een doel op dezelfde hoogte op een horizontale afstand van 38,0 m. De pijl vertrekt met een snelheid van 23,1 m/s. Maak een schets en laat zien dat de pijl 13,3 m direct onder het doel terecht komt.

40. Je slaat een honkbal weg met een horizontale snelheid van 150 km/h. De honkbal komt 18 m verderop op de grond. Laat zien dat de snelheid van de bal, vlak vóórdat hij de grond treft, met 0,51 % is toegenomen.
41. Een basketbal wordt weggegooid zoals in de figuur hieronder. Laat zien dat $x = 13$ m.

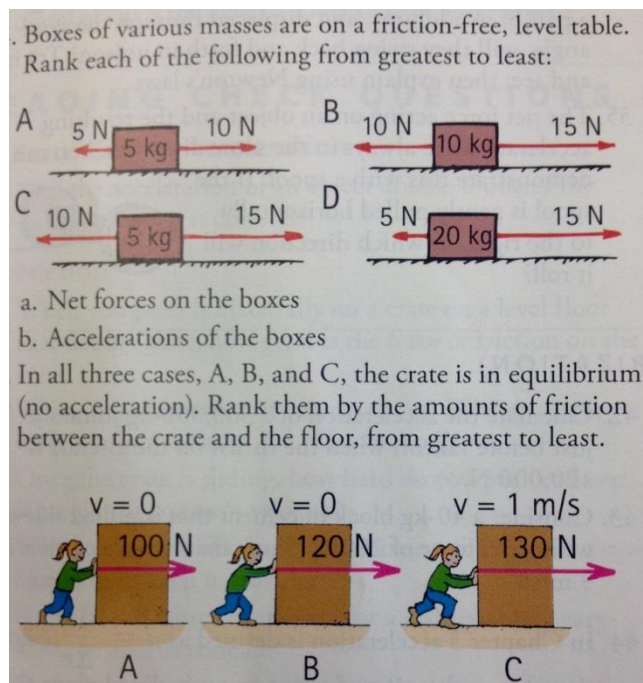


42. Bekijk het filmpje hiernaast, over E_{pot} en E_{kin} .
43. Een steen wordt vanaf een rots verticaal omhoog gegooid met een snelheid van 15,5 m/s. Zie de figuur hieronder. Laat zien dat de steen het water treft met een snelheid van 41,4 m/s.



44. Tijdens een botsing wordt een bestuurder (massa m) met snelheid v door een **AIRbag** tot stilstand gebracht in t seconden. Gebruik een schets en laat zien dat de kracht van de AIRbag op de bestuurder gegeven wordt door $F = \frac{mv}{t}$.
45. Wat kun je zeggen over de resulterende kracht op een voorwerp als dat voorwerp stil staat?

46.



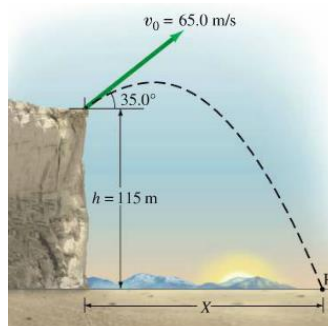
47. Wanneer je tegen een muur duwt, duwt de muur ook terug. Welke van deze twee krachten is het grootst?

48. Je duwt een blok klem tegen een verticale (ruwe) muur, zodat het niet naar beneden glijdt. Laat zien dat er vier krachten op het blok werken. Geef deze krachten een goede naam en geef aan of er krachten zijn die even groot zijn.

49. Bekijk (een van) de filmpjes hiernaast.

50. Zie de figuur. Laat het volgende zien:

- De vlucht vanaf de rots tot punt P duurt 9,96 s.
- $X = 531 \text{ m}$.
- $v_{x,P} = 53,2 \text{ m/s}$ en $v_{y,P} = 60,4 \text{ m/s}$.
- De hoek waaronder het projectiel de grond treft bij P is $48,6^\circ$.



51. Op $t = 0$ rijdt een auto door de oorsprong naar rechts met snelheid v_0 . Op dat moment versnelt de auto met versnelling a die naar rechts gericht is. Als de auto een afstand x heeft afgelegd, laat dan zien dat het volgende verband geldt: $v^2 = v_0^2 + 2ax$, waarbij v de snelheid na afstand x is. Dit is een handige formule waarin géén tijd voorkomt. Je mag hem onthouden, want hij staat niet in Binas!

52. Een bal met een temperatuur van 22°C wordt verticaal omhoog gegooid met een snelheid van $14,7 \text{ m/s}$. Laat zien dat de maximumhoogte 11 m is.

53. Welke formules passen bij een eenparig versnelde beweging?



54. Je laat een bal vallen (geen wrijving). Laat zien dat de bal in de tweede seconde 3 keer meer afstand aflegt dan tijdens de eerste seconde.

55. Neem de animatie hiernaast door.

56. Een kind ($m = 18 \text{ kg}$) zit in een kinderstoel en wordt op haar plek gehouden door veiligheidsriemen. Bij van de auto af van 45 km/h een constante vertraging aan. kracht, uitgeoefend door



een botsing neemt de snelheid tot nul in $0,20 \text{ s}$. Neem een Laat zien dat de netto horizontale de riemen, gelijk is aan 1100 N .



57. Welke twee grootheden heb je nodig om de gemiddelde snelheid te kunnen berekenen?

58. Norma rijdt naar een bestemming met een gemiddelde snelheid van 40 km/u en keert terug via hetzelfde traject met een gemiddelde snelheid van 60 km/u . Laat zien dat de gemiddelde snelheid voor de hele reis 48 km/u is.

59. Een bowlingbal rolt met constante snelheid over een bowlingbaan met een lengte van $16,5 \text{ m}$. Dan hoort zij $2,5 \text{ s}$ na het loslaten van de bal het geluid van de botsende bal tegen de kegels. Laat zien dat de snelheid van de bal $6,73 \text{ m/s}$. De geluidssnelheid is hier 340 m/s .

60. Een sportauto moet vanaf 100 km/h in 55 m tot stilstand kunnen komen. Laat zien dat de benodigde versnelling $0,72g$ is.

61. Een vallende parachutist (50 kg) ervaart een naar boven gerichte versnelling van $6,2 \text{ ms}^{-2}$ zodra de parachute geopende wordt. Laat zien dat de tegenwerkende luchtwrijvingskracht dan gelijk is aan 800 N . Een krachtentekening is verplicht.

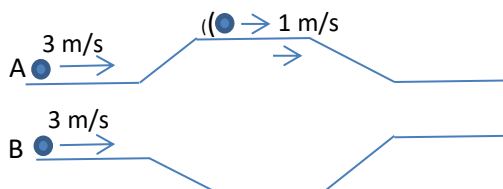


62. Een vallende steen heeft op een gegeven moment een snelheid van $3,0 \text{ m/s}$. Laat zien dat de snelheid $2,4 \text{ s}$ later gelijk is aan 96 km/u .

63. Bij een vrije val wordt twee keer de snelheid gemeten: $v_1 = 25,7 \text{ m/s}$ en $v_2 = 66,3 \text{ m/s}$. Laat zien dat er tussen deze twee metingen $4,14 \text{ s}$ zit.

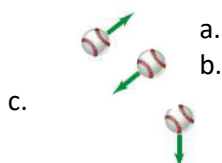
64. Een auto begint **gelijkmatig** te remmen en na $4,0 \text{ s}$ remmen is de snelheid van de auto $4,0 \text{ m/s}$. Een seconde later staat de auto stil. Laat zien dat de remweg van de auto 50 m is.

65. Twee identieke kogels rollen wrijvingsloos door symmetrische goten, waarvan de vormen elkaars spiegelbeelden zijn, zie de schets hieronder. Ze starten tegelijk met 3 m/s . Laat zien dat kogel B als eerste aan het einde rechts komt.

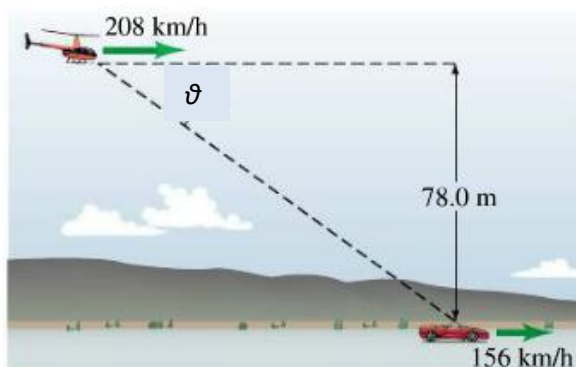


66. Bij een valproef *zonder* beginsnelheid vind je dat de snelheid $6,8 \text{ m/s}$ is na $2,5 \text{ m}$ vallen. Laat zien dat de versnelling $9,2 \text{ m/s}^2$ is geweest.

67. Een honkbalspeler raakt de bal zoals aangegeven in de figuur. De bal beweegt daardoor richting P. Wat is de richting van de versnelling van de bal, halverwege op weg naar P? Er is geen wrijving.

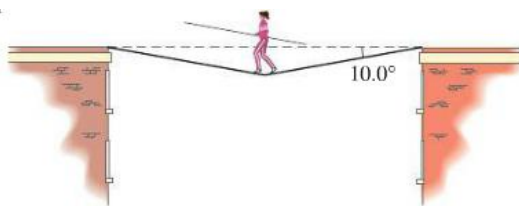


68. Zie de vraag hiervoor. Op het **hoogste** punt
- is de grootte van de versnelling nul.
 - is de snelheid nul.
 - is de snelheid het laagst.
 - is meer dan één van bovenstaande waar.
 - is géén van bovenstaande waar.
69. Je laat een bal (I) vallen zonder beginsnelheid. Op dat moment gooi je ook een bal (II) horizontaal weg vanaf dezelfde hoogte. Welke bal komt met de grootste snelheid op de grond?
- Bal I.
 - Bal II.
 - Geen van beide – ze hebben dezelfde snelheid waarmee ze de grond treffen.
 - Hangt er vanaf hoe snel de bal horizontaal wordt weggegooid.
70. Een helikopterpiloot wil een pakketje precies in een rijdende auto laten vallen. Zie de figuur voor gegevens. Laat zien dat de gezichtshoek ϑ waaronder de piloot de auto ziet dan gelijk moet zijn aan 54° .



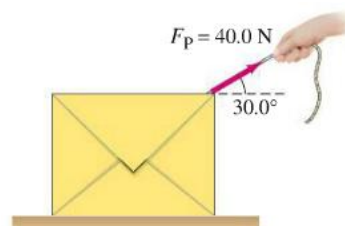
71. Een 23-kg doos glijdt vanuit stilstand wrijvingsloos langs een helling ($\alpha = 16^\circ$) omlaag. Laat zien dat de doos na 2,0 s een snelheid heeft van 5,4 m/s. Probeer 'achteruit te denken'. Dus begin bij het antwoord.

72. Arlene ($m = 50 \text{ kg}$) loopt over het koord dat gespannen is tussen twee gebouwen op 10 m afstand. Zie de figuur. Laat zien dat de spankracht in het koord gelijk is aan $1,4 \cdot 10^3 \text{ N}$.

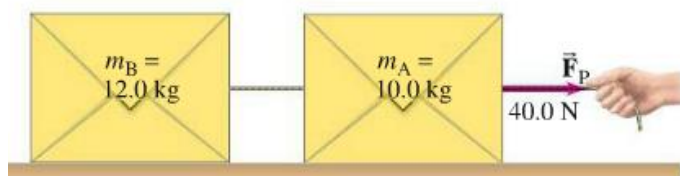


73. Regendruppels maken een hoek met een verticale lijn als je door een rijdende trein naar buiten kijkt. De snelheid van de trein is v_T . Laat zien dat de valsnelheid v van de verticaal vallende regendruppels gegeven wordt door $v = v_T / \tan \theta$.

74. Een persoon trekt aan een doos ($m = 10,0 \text{ kg}$). Zie de figuur. Er is geen wrijving. Laat zien dat de versnelling die de doos krijgt gelijk is aan $3,46 \text{ m/s}^2$. Laat ook zien dat de normaalkracht gelijk is aan $78,0 \text{ N}$.



75. Waar of niet waar. De tweede wet van Newton geldt voor elk voorwerp of een deel van dat voorwerp.
76. Je trekt aan twee dozen, verbonden door een koord. Zie de figuur. Er is geen wrijving. Laat zien dat de versnelling die de dozen krijgen gelijk is $1,82 \text{ m/s}^2$. Laat ook zien dat de spankracht in het verbindingskoord gelijk is aan $21,8 \text{ N}$.



77. De sonar van een schip wordt ingezet om een rots onder water op te sporen. De echo van het geluid wordt $4,35 \text{ s}$ na het uitzenden opgevangen. De temperatuur van het zeewater is 20°C . Laat zien dat de afstand tot de rots $3,28 \text{ km}$ bedraagt.
78. Vanaf een balkon op $8,0 \text{ m}$ hoogte blaas je met een blaaspijp een erwt verticaal omhoog met een snelheid van 25 m/s . Laat zien dat de erwt $5,4 \text{ s}$ in de lucht is voordat hij op de grond valt. Laat ook zien dat de erwt met een snelheid van 28 m/s de grond treft.
79. Bekijk het filmpje hiernaast, over *arbeid* en *potentiele energie*.
80. Een visser vist vanaf een pier met hoogte h boven het water. Hij gooit een gevangen vis terug in het water met snelheid v_0 . Maak een schets en laat zien dat de snelheid v waarmee de vis het water treft gegeven wordt door $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$.



81. Twee satellieten bewegen in cirkels met gelijke stralen rond de aarde. De ene heeft een tweemaal grote massa dan de andere. Wat is waar over de snelheden van de satellieten?
- De zwaardere beweegt tweemaal sneller dan de lichtere.
 - Ze hebben dezelfde snelheid.
 - De lichtere beweegt tweemaal sneller dan de zwaardere.
 - De verhouding van hun snelheden hangt af van de verhouding van de baanstralen.
82. Een auto rijdt met constante snelheid in een cirkelvormige, horizontale baan.
- De versnelling van de auto is nul.
 - De netto kracht (=resulterende kracht) op de auto is nul.
 - Zowel de netto kracht als de versnelling wijzen naar buiten (van het midden af).
 - Zowel de netto kracht als de versnelling wijzen naar binnen (richting midden).
 - Als er geen wrijving is, wijst de versnelling naar buiten.

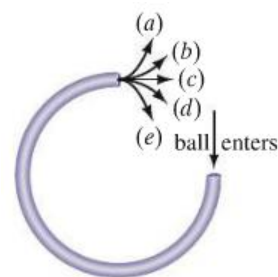
83. Bekijk het filmpje hiernaast, over "satellite speed".

84. In het International Space Station (ISS), dat rond de aarde draait, ervaren de astronauten gewichtloosheid omdat

- Het station zo ver van het middelpunt van de aarde is.
- Het station in een baan gehouden wordt, doordat F_{mpz} opgeheven wordt door de aantrekkende zwaartekracht tussen ISS en de aarde.
- De astronauten en het ISS een vrije val rondom de aarde uitvoeren.
- Er geen zwaartekracht is in de ruimte.
- De hoge snelheid van het ISS de zwaartekracht opheft.



85. Een pingpongballetje wordt in een cirkelvormige buis geschoten. De buis ligt plat op een horizontale tafel. Zie de figuur. Er is geen wrijving. Welk pad volgt het balletje als deze de buis weer verlaat?



86. Het kost energie om een veer (veerconstante C) in een speelgoedgeweer in te drukken. Je drukt de veer over een afstand x in en schiet hier vervolgens een kogel met massa m mee af. De kogel rolt via een horizontaal gedeelte een helling op en bereikt een verticale hoogte h . Zie de figuur.

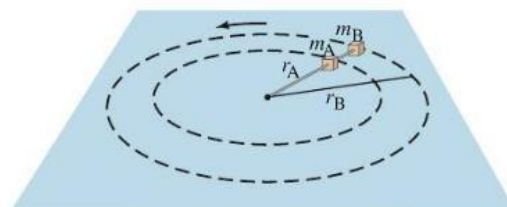
Laat zien dat voor h geldt: $h = \frac{Cx^2}{2mg}$.



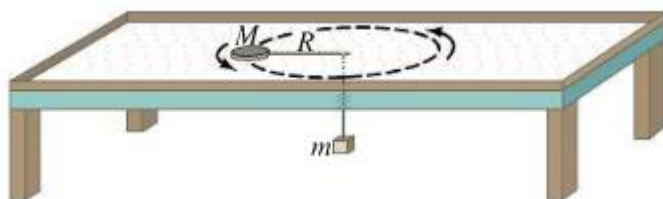
87. Bob (81 kg) staat stil op de evenaar. Een schets is verplicht.

- Laat zien dat de resulterende kracht op Bob gelijk is aan 2,7 N.
- Laat zien dat de omlooptijd van de aarde 1,41 uur moet zijn, ipv 24 uur, om Bob het contact met de aarde te laten verliezen.

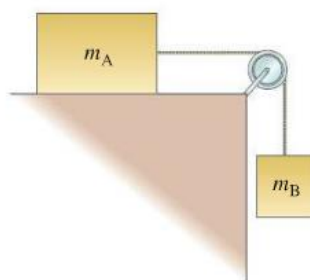
88. Geostationaire satellieten hebben een baan om de aarde met een omlooptijd van 1,00 dag op een afstand van $4,23 \cdot 10^7$ m van het centrum van de aarde. Laat zien dat deze satellieten bewegen met een snelheid van 3,08 km/s. Schets is verplicht.
89. Je hangt een doos met massa m via een koord aan het plafond van een lift. De lift heeft een versnelling a omhoog. Laat zien dat de spankracht F_{span} in het koord gegeven wordt door $F_{\text{span}} = m(g + a)$.
90. Laat zien dat voor de baansnelheid v van ruimteobjecten in een cirkelbaan met straal r om de aarde geldt: $v = \sqrt{\frac{GM_{\text{aarde}}}{r}}$. Maak een schets en geef aan waar de r zit. Essentieel!
91. Waar of niet waar. De F_{mpz} is een resulterende kracht.
92. Welke van de volgende wijst naar het midden van de cirkel, als er sprake is van een eenparige cirkelbeweging?
- Versnelling.
 - Snelheid, versnelling en resulterende kracht.
 - Snelheid en versnelling.
 - Snelheid en resulterende kracht.
 - Versnelling en resulterende kracht.
93. De maan valt **niet** op de aarde omdat
- de resulterende kracht op de maan nul is.
 - op de maan nauwelijks zwaartekracht werkt.
 - zowel de zon als de aarde aan de maan trekt.
 - de maan een vrije val uitvoert.
94. Op $t = 0$ versnelt een jan-van-gent (massa 2,8 kg) **zonder** verticale beginsnelheid door middel van een krachtige vleugelslag loodrecht naar beneden. Op $t = 0,82$ s is $v = 27$ m/s. Laat zien dat de gemiddelde kracht die hij tijdens dit gedeelte van zijn vlucht levert gelijk is aan 65 N.
95. Laat zien dat de versnelling a die een ruimteschip ondervindt **halverwege** de aarde en de maan, gegeven wordt door $a = \frac{4G}{d_{\text{AM}}^2} (m_A - m_M)$, met m de massa's en d de afstand aarde-maan.
96. Een trein rijdt met constante snelheid door een bocht met straal 215 m. Een hanglamp in de trein hangt hierdoor $16,5^\circ$ uit het lood. Laat zien dat de snelheid van de trein 25,0 m/s.
97. Twee blokken met massa's m_A en m_B zijn aan elkaar verbonden en aan een centraal punt door middel van twee dunne, massaloze staafjes. De blokken draaien met dezelfde frequentie f op een wrijvingsloos horizontaal oppervlak. Zie de figuur. Laat zien dat $F_{\text{s,A}} = 4\pi^2 f^2 (m_A r_A + m_B r_B)$ en dat $F_{\text{s,B}} = 4\pi^2 f^2 m_B r_B$.



98. Een schijf (massa M) draait rondjes aan een koord waar een massa m aanhangt. Het koord gaat door een gaatje in de tafel. Zie de figuur. Laat zien dat de snelheid v van de schijf gegeven wordt door $v = \sqrt{mgR/M}$.

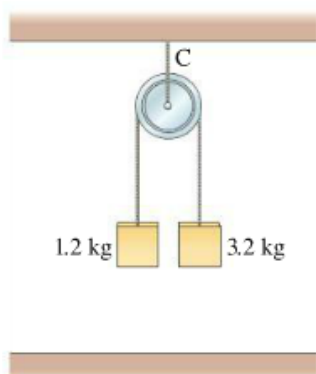


99. Aileen laat een massa m vallen en krijgt daardoor een versnelling g . Laat zien dat als ze een massa $2m$ laat vallen, dat dan de versnelling óók g is.
100. Laat zien dat g vlak boven het aardoppervlak berekend kan worden met de formule $g = G \frac{M_{\text{aarde}}}{R_{\text{aarde}}^2}$.
101. De maan ondervindt een aantrekkende kracht van zowel de aarde als van de zon. Laat zien dat de zon met meer dan tweemaal zoveel kracht aan de maan trekt als de aarde.
102. Laat zien dat de aantrekkende kracht van de aarde op de maan géén arbeid verricht.
103. Laat zien dat in de formule voor de slingertijd T , de eenheden links en rechts van het =teken gelijk zijn.
- 104.** Een kist glijdt zonder wrijving langs een helling met hellingshoek α naar beneden. Laat zien dat de versnelling a van de kist gegeven wordt door $a = g \cdot \sin \alpha$.
- 105.** (vwo+ vraag) Zie de figuur hieronder ($m_A = 13,0$ kg, $m_B = 5,0$ kg). Blok A is op 1,250 m van de rand van de tafel. Je laat blok A los vanuit stilstand. Er is geen wrijving. Laat zien dat het 0,96 s duurt voordat blok A de rand van de tafel bereikt.



106. Een auto met snelheid 25 m/s remt af tot stilstand en heeft hiervoor 75 m nodig. Laat zien dat de versnelling $4,2 \text{ m/s}^2$ moet zijn geweest.

107. Een katrol hangt aan het plafond met het koord C. Zie de figuur hieronder. Je houdt één van beide massa's vast. Laat zien dat de spankracht in dit ophangkoord gelijk is aan 34 N als de massa's aan het versnellen zijn.



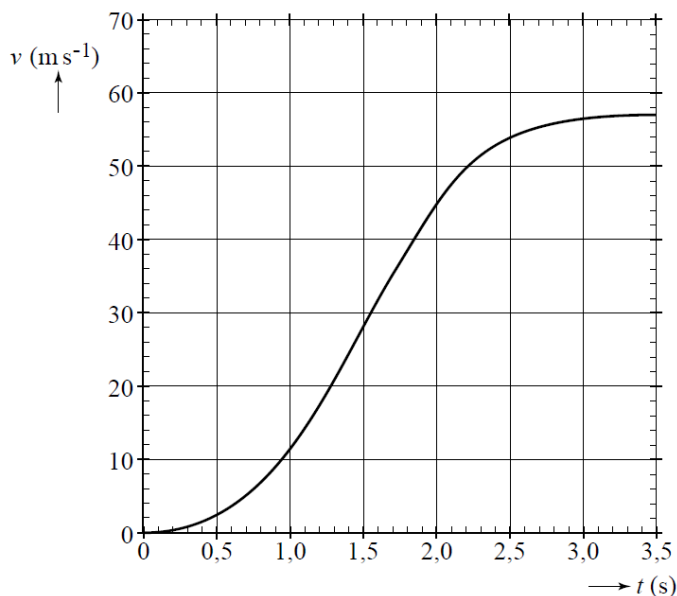
108. De sterkste man ter wereld (Willem?) kan de truck met **constante snelheid** trekken omdat
- hij sterker is dan de truck.
 - hij in sommige opzichten zwaarder is dan de truck.
 - hij een grotere kracht op de truck uitoefent, dan de truck op hem.
 - de grond een grotere wrijvingskracht op hem uitoefent dan op de truck.
 - de truck geen weerstand biedt omdat de remmen niet gebruikt worden.



109. Bekijk de animatie hiernaast over de derde wet van Newton.
110. Je duwt een zwaar krat vanuit stilstand over een ruwe vloer, zodat het versnelt. Tijdens deze versnelling
- oefen je een kracht uit op de krat, maar de krat oefent géén kracht op jou uit.
 - is de krat zó zwaar dat hij een kracht op jou uitoefent, maar jij niet op de krat.
 - is de kracht op de krat groter dan de kracht van de krat op jou.
 - is de kracht die jij op de krat uitoefent net zo groot als de kracht van de krat op jou.
 - is de kracht die de krat op jou uitoefent groter dan de kracht die jij op de krat uitoefent.
111. Bediscussieer of de snelheid van een voorwerp tegengesteld kan worden, terwijl er sprake is van een constante versnelling.
112. Is het mogelijk om een kromme baan te volgen in de afwezigheid van een kracht? Discussie.
113. Veronderstel dat een object wordt versneld door een kracht van 100 N. Plotseling wordt een tweede kracht van 100 N uitgeoefend in tegengestelde richting van de eerste, zodat de krachten elkaar opheffen. Het object
- komt snel tot stilstand.
 - vertraagt geleidelijk tot stilstand.
 - gaat verder met de snelheid die het had nét voordat de tweede kracht werd uitgeoefend.
 - komt tot stilstand en versnelt vervolgens in de richting van de tweede kracht.
114. Een auto rolt valt (*beginsnelheid* = 0) van een verticale rots af. Laat zien dat het 2,83 s duurt voordat de auto een snelheid heeft van 100 km/u.

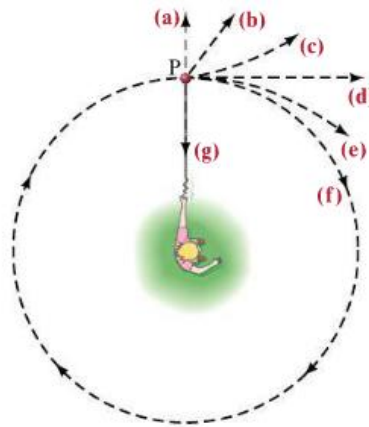


115. Een kangoeroe springt verticaal omhoog tot een hoogte van 2,55 m. Laat zien dat het 1,44 s duurt voordat de kangoeroe weer op de aarde terug is.
116. Een piano (18,0 kg) schuift langs een helling (hellingshoek $37,0^\circ$) naar beneden met een versnelling van $0,270 \text{ m/s}^2$. Laat zien dat de tegenwerkende wrijvingskracht gelijk is aan 101 N. Zonder goede tekening ben je hier kansloos.
117. De bestuurder ($m = 75 \text{ kg}$) van een snelle sportwagen, beweegt volgens het onderstaande v, t -diagram. Laat zien dat de *maximale* resulterende kracht op de bestuurder ongeveer $2,8 \cdot 10^3 \text{ N}$ is.



118. Op de grond ligt een lange balk. Deze wordt **aan één kant** iets van de grond getild. Toon aan dat de kracht die hier voor nodig is, gelijk is aan $1/2 F_{z,balk}$.
119. Een wiel ($d = 0,35 \text{ m}$) maakt 2500 omwentelingen/min. Laat zien dat de hoeksnelheid 262 rad/s is. Laat ook zien dat een punt op de rand van het wiel een snelheid heeft van 46 m/s.
120. Een kind rolt een bal naar een ander kind dat 3,5 m verderop staat. De bal draait 15 keer rond. Laat zien dat de bal een diameter heeft van 7,4 cm.

121. Je draait met **constante snelheid** een bal rond aan een touw. Zie de figuur voor een bovenaanzicht. Als de bal zich in positie P bevindt, laat je het touw los. Welk pad volgt de bal nadat je het touw hebt losgelaten?



122. Een kleine massa m hangt aan een dun koord en kan vrij bewegen. Je bevestigt deze slinger in je auto aan het dak. Zie de figuur.
- Laat zien dat als je stilstaat of met constante snelheid rijdt, dat de slinger dan verticaal hangt.
 - Laat zien dat de slinger een hoek maakt van $7,0^\circ$ met de verticale lijn als de auto een *versnelling* uitvoert van $1,20 \text{ m/s}^2$.



123. (vwo+ vraag) Een blik soep wordt weggegooid met een snelheid v_0 onder een hoek α met de grond. Verwaarloos wrijvingskrachten.

- Laat zien dat de maximale hoogte h wordt gegeven door $h = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$.
- Laat zien dat de tijd t dat het blik in de lucht is, gegeven wordt door $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$.

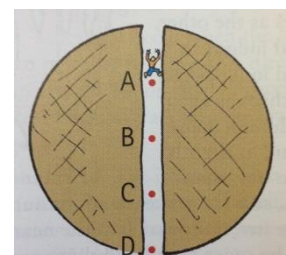
124. Willems boot heeft een vermogen van 700 W nodig om met een constante snelheid van 10 m/s te blijven varen. Laat zien dat het water een kracht van 70 N op de boot uitoefent die tegengesteld is aan de vaarrichting.

125. Bereken de gravitatiekracht op een pasgeboren baby (3,0 kg) door de planeet Mars ($6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$) wanneer deze het dichtst bij de aarde staat ($5,6 \cdot 10^{10} \text{ m}$).

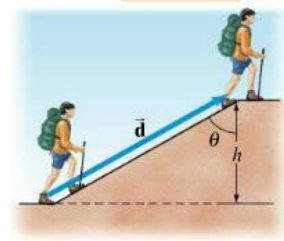
126. Je valt door een gat in de aarde, zie figuur hiernaast. Rankschik de posities A, B, C en D op snelheid waarmee je valt.

127. Een satelliet met massa m draait in een cirkelvormige baan om de aarde op een hoogte h boven het aardoppervlak. Laat zien dat de

snelheid v van de satelliet gegeven wordt door de volgende formule: $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_{\text{aarde}}}{R_{\text{aarde}} + h}}$.

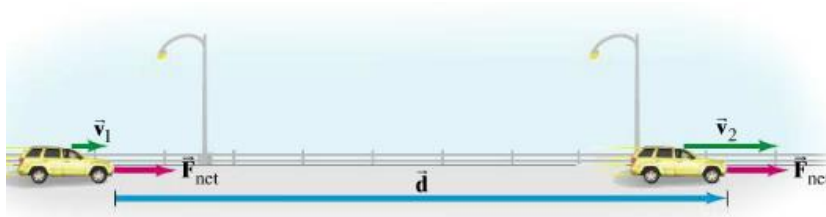


128. Hoe staat arbeid in relatie tot energie?
129. Een backpacker loopt de heuvel ($h = 10,0$ m) op. Zie de figuur. Laat zien dat de spierkracht van de backpacker een hoeveelheid arbeid op de rugzak ($m = 15,0$ kg) moet verrichten van 1470 J.

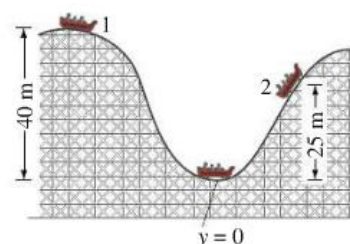


130. Een appel aan een tak heeft potentiële energie (die hier zwaarte-energie heet), vanwege de hoogte die de appel heeft. Wanneer hij valt, wat gebeurt er dan met deze potentiële energie vlak boven de grond? En wanneer het de grond raakt?
131. Laat zien dat een 2,0 N – kracht 2,4 J arbeid verricht wanneer deze kracht een boek verplaatst over 1,2 m.
132. Hoeveel vermogen is nodig om een baksteen 200 J potentiële energie te geven in 10 s?
133. Bereken de kinetische energie van een 500 kg – auto met een snelheid van 10 m/s.
134. Laat zien dat 24 J arbeid nodig is om een ijsblok van 3,0 kg vanuit stilstand een snelheid te geven van 4,0 m/s.
135. Wat vereist meer arbeid: het uittrekken van een sterke veer over een bepaalde afstand of een slappe veer over dezelfde afstand.
136. Wanneer een jumbo jet aanvliegt op de landingsbaan, verliest het zowel potentiële energie als kinetische energie. Waar gaat deze energie naar toe?
137. Wat zegt de wet van kinetische energie en arbeid over de snelheid van een satelliet in zijn cirkelvormige baan?
138. Waardoor verricht de zwaartekracht geen arbeid op een bowlingbal die over de baan rolt? En op een satelliet in zijn cirkelvormige baan rond de aarde?
139. Verandert de kinetische energie van een auto meer van 10 km/h tot 20 km/h? Of van 20 km/h tot 30 km/h?
140. Je gooit een bal recht omhoog. In welk punt heeft de bal de meeste energie? Er is geen wrijving.
- In het hoogste punt.
 - Bij het loslaten
 - Halverwege.
 - Overall; de energie blijft gelijk.
141. Je duwt hard tegen een zwaar bureau, maar het beweegt niet. Je verricht arbeid op het bureau
- of het nu beweegt of niet, zo lang je maar een kracht uitoefent.
 - alleen als het begint te bewegen.
 - alleen als het niet beweegt.
 - Nooit – het bureau verricht arbeid op jou.
 - Geen van bovenstaande.

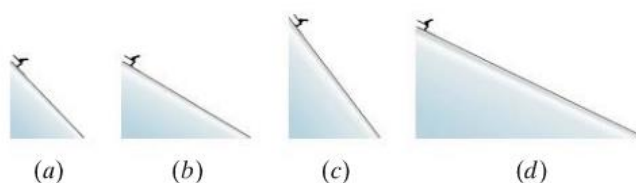
142. Een auto (massa m) heeft snelheid v_1 . Over een afstand d werkt in de rijrichting een resulterende kracht, F_{net} , waardoor de snelheid v_2 wordt. Zie de figuur hieronder. Laat zien dat $\Sigma W = \Delta E_k$, de **wet van kinetische energie en arbeid**.



143. Een karretje ($m = 1000 \text{ kg}$) van de achtbaan begint in punt 1 zonder beginsnelheid en rolt uit en komt daarbij tot een hoogte van slechts 25 m (punt 2). De totale afgelegde afstand is 400 m. Zie de figuur hiernaast. Laat zien dat de gemiddelde wrijvingskracht tussen karretje en achtbaan gelijk is aan 370 N.



144. Je verdubbelt de snelheid van je auto. Met welke factor wordt dan de kinetische energie van je auto vergroot? (a) $\sqrt{2}$. (b) 2. (c) 4. (d) 8.
145. Twee ballen worden tegelijk met dezelfde snelheid van een gebouw gegooid. Eén loodrecht omhoog, de ander onder een hoek van 45° . Kies het juiste antwoord.
- Beide treffen tegelijk de grond.
 - Beide treffen de grond met dezelfde snelheid.
 - De bal die is weggegooid onder een hoek treft de grond met een *lagere* snelheid.
 - De bal die is weggegooid onder een hoek treft de grond met een *hogere* snelheid.
 - Zowel a. als b. is juist.
146. Je duwt een zware krat met constante snelheid naar beneden langs een iets aflopende helling. Er werken vier krachten op de krat. Welke kracht verricht de grootste arbeid op de krat?
- De wrijvingskracht.
 - De zwaartekracht.
 - De normaalkracht.
 - De kracht waarmee je duwt.
 - De resulterende kracht.
147. Een skiër begint vanuit rust boven aan een helling. Op welke helling heeft de skiër de **grootste** snelheid onderaan de helling? Er is geen wrijving. (a), (b), (c), (d) of (e) c en d even groot.



148. Een auto ($v = 60 \text{ km/u}$) remt en de remweg is 20 m. Laat zien dat als de auto **tweemaal** zo hard gaat, dat dan de remweg 80 m is. Neem aan dat de maximale remkracht steeds even groot is.
149. Een pijl (85 g) wordt vanaf een boog afgeschoten. De pees van de boog oefent gemiddeld een kracht uit van 105 N over een afstand van 75 cm. Laat zien dat de pijl met een snelheid van 43 m/s de boog verlaat.
150. Een krat met spullen (265 kg) wordt vanuit rust omhoog getild aan een kabel zodat $a = 0,160g$. Laat zien dat:
- De spankracht in de kabel gelijk is aan 3010 N.
 - ΣW op krat = 7480 J.
 - W door spankracht op krat is $5,42 \cdot 10^4 \text{ J}$.
 - W door zwaartekracht op krat $-4,67 \cdot 10^4 \text{ J}$.
 - De eindsnelheid gelijk is aan 7,51 m/s.
151. Laat zien dat een veer ($C = 82,0 \text{ N/m}$) over een afstand van 0,924 m moet worden ingedrukt om 35,0 J potentiële energie op te slaan.
152. Een massa M trilt aan het einde van een horizontale veer. Om de periode van de trilling te verdubbelen, moeten we M vervangen door een massa met grootte
- $2M$.
 - $M/2$.
 - $4M$.
 - $M/4$.
 - Geen van bovenstaande.
153. Twee golven bewegen in een koord naar elkaar toe. Wanneer de golven elkaar ontmoeten,
- dan passeren ze elkaar.
 - dan kaatsen ze elkaar terug.
 - dan verdwijnen ze.
154. Een **harmonisch** trillende massa heeft een hoeveelheid veerenergie E gelijk aan $E = \frac{1}{2}CA^2$, met C de veerconstante en A de amplitude. Toon aan dat dit ook geschreven kan worden als $E = 2\pi^2mf^2A^2$, met m, f de massa en trillingsfrequentie.
155. Een slee krijgt vanuit stilstand een **korte** duw tegen een helling ($\text{hellingshoek} = 23,0^\circ$) op, waardoor de slee uiteindelijk een verticale hoogte bereikt van 1,22 m. Laat zien dat slee met een snelheid van 4,89 m/s is weggeduwd. Er is geen wrijving.
- 156.** Een 60-kg bungee-jumper springt (verticaal) van een brug. Ze is bevestigd aan een elastiek (lengte 12 m, niet uitgerekt). Ze valt in **totaal** 31 m. Laat zien dat het bungee-koord een veerconstante moet hebben van $1,0 \cdot 10^2 \text{ N/m}$.
- 157.** Een liftbouwer ontwerpt een veer die onder in een liftschacht geplaatst moet worden, zodat wanneer de liftkabel breekt de passagiers veilig tot stilstand gebracht worden op de veer. Stel dat de kabel breekt op een hoogte h boven een ontspannen veer en dat de passagiers een versnelling mogen ondervinden van maximaal $5,0g$. Laat dan zien dat de veerconstante C van de veer gegeven wordt door $C = 12Mg/h$, waarin M de massa van de passagiers en liftkooi is.

158. Wanneer verwacht je dat een echo sneller terugkeert? Op een hete dag of een koude dag?
- Hete dag.
 - Koude dag.
 - Maakt niet uit.
159. Geluidsgolven zijn
- Transversale golven waarbij luchtmoleculen zich verplaatsen.
 - Longitudinale golven waarbij luchtmoleculen zich verplaatsen.
 - Longitudinale golven waarbij drukverschillen optreden.
 - Zowel b als c.
 - a, b en c zijn goed.
160. In welke van de volgende gevallen is de golflengte van de grondtoon **hetzelfde** als de lengte van de snaar of luchtpijp?
- Een snaar.
 - Een open luchtbuis.
 - Een luchtbuis aan één kant gesloten.
 - Alle bovenstaande.
 - Geen van bovenstaande.
161. Een orgelpijp met grondtoon f is aan beide kanten open. Als één van beide uiteinden wordt gesloten, wordt de frequentie van de grondtoon
- tweemaal zo klein.
 - niet veranderd.
 - verdubbeld.
162. Je laat een steen los boven aan een rots. Je hoort de 'plons' 2,7 s later. Laat zien dat de rots 33 m hoog is. Je moet eerst een berekening maken en uitkomen op 33 m.
163. Een atleet (62 kg) klimt 5,0 m in een verticaal hangend touw en doet daar 9,0 s over. Laat zien dat het vermogen dat de atleet **minimaal** moet leveren gelijk is aan 340 W.
- 164.** Een 1300-kg auto moet door een sterke veer worden afgeremd van 90 km/u tot nul wanneer de auto er tegenaan botst. De inzittende van de auto mogen een *maximale* versnelling van 5,0 *g* ondervinden. Laat zien dat de veerconstante van de veer dan maximaal $5,0 \cdot 10^3$ N/m mag zijn.

165. Een dame balanceert op een evenwichtskoord dat behoorlijk strak gespannen staat. De spankracht in het koord is

- ongeveer de helft van het gewicht van de dame.
- ongeveer tweemaal het gewicht van de dame.
- ongeveer gelijk aan haar gewicht.
- veel minder dan haar gewicht.
- veel meer dan haar gewicht.



166. Een slinger (lengte l , massa m) wordt iets opzij getrokken tot een hoek α met de verticaal en losgelaten. Laat zien dat de snelheid van de slingerende massa **in het laagste** punt gegeven wordt door $v = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$.

MULTIPLE-CHOICE PRACTICE EXAM

1. The language of science is: a) mathematics. b) Latin. c) Chinese. d) Arabic
2. Somebody who says "That's only a theorie" likely doesn't know that a scientific theory is
 - a) an educated guess.
 - b) a hypothesis.
 - c) a vast synthesis of well-tested hypothesis and facts.
 - d) none of these.
3. The force needed to keep a ball rolling along a horizontal bowling alley is
 - a) due to gravity.
 - b) an inertial force.
 - c) a slight breeze.
 - d) none of these.
4. The rule $\sum F = 0$ applies to objects
 - a) at rest.
 - b) moving at constant velocity.
 - c) Both.
 - d) Neither.
5. If gravity between the Sun and Earth suddenly vanished, Earth would continue moving in
 - a) a curve.
 - b) a straight line.
 - c) an outward spiral.
 - d) an inward spiral.
6. The average speed of a gazelle traveling a distance of 2 km in a time of one-half hour is
 - a) 1 km/h. b) 2 km/h. c) 4 km/h. d) greater than 4 km/h.
7. An object in free fall undergoes an increase in
 - a) speed. b) acceleration. c) Both.
8. Two vectors, one 3 N and the other 4 N, can have a resultant of
 - a) 0 N. b) 5 N. c) 8 N. d) None of these.
9. A 10-N force at an angle of 45° above the horizontal has a horizontal component of about
 - a) 7 N. b) 5 N. c) 10 N.
10. The fact that the acceleration of free fall is the same for all masses is explained by Newton's
 - a) first law. b) second law. c) third law. d) law of action-reaction.

11. The amount of air drag on an 0,8 N flying squirrel dropping vertically at terminal velocity is
 - a) less than 0,8 N.
 - b) 0,8 N.
 - c) greater than 0,8 N.
 - d) dependent of the orientation of its body.

12. When a cannonball is fired from a cannon, both the cannonball and the cannon experience equal
 - a) Amounts of force.
 - b) acceleration.
 - c) Both.
 - d) Neither.

13. An airplane with its nose pointing north with an airspeed of 40 km/h in a 30-km/h crosswind (at right angles) has a groundspeed of
 - a) 30 km/h
 - b) 40 km/h
 - c) 50 km/h
 - d) 60 km/h

14. The power required to raise a 100-kg crate a vertical distance of 2m in a time of 4 s is
 - a) 200 W.
 - b) 500 W.
 - c) 800 W.
 - d) 2000 W.

15. When a model car speeds up to three times its original speed, its kinetic energy is
 - a) the same.
 - b) twice as great.
 - c) three times greater.
 - d) none of these.

16. When 100 J are put into a device that puts out 40 J of useful work, the efficiency of the device is
 - a) 40 %.
 - b) 50 %.
 - c) 60 %.
 - d) 140 %.

17. A machine cannot multiply
 - a) forces.
 - b) distances.
 - c) energy.
 - d) none of these.

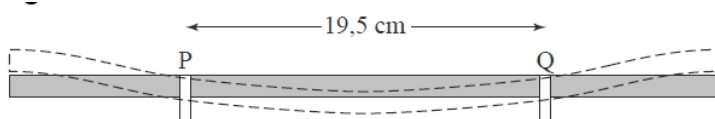
18. When a small tin can is whirled in a horizontal circle, the resultant force on the can acts
 - a) inward.
 - b) outward.
 - c) upward.
 - d) None of these.

19. The component of velocity that can remain constant for a tossed baseball is
 - a) horizontal.
 - b) vertical.
 - c) Either of these.
 - d) None of these.

167. In welk punt x ten opzichte van de evenwichtstand van de beweging van een trillende massa zijn de snelheid en de versnelling *gelijktijdig* gelijk aan nul?

a. $x = A$.
 b. $x > 0$, maar $x < A$.
 c. $x = 0$.
 d. $x < 0$.
 e. Geen van bovenstaande.

168. Hieronder zie je één van de klankstaven van een Xylofoon. Als deze in het midden wordt aangeslagen ontstaat er een klank (staande golf, 440 Hz). P en Q zijn knooppunten. Laat zien dat de golfsnelheid in de staaf $1,72 \cdot 10^2$ m/s is.



169. Laat zien dat de slingerfrequentie f van een slinger met lengte l gegeven wordt door de volgende formule: $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}$.

170. Twee luidsprekers staan 1,60 m van elkaar. Een waarnemer staat op 3,00 m van de ene luidspreker en op 3,50 m van de andere luidspreker. Laat zien dat de laagste frequentie van het geluid 343 Hz moet zijn zodat de waarnemer op die plaats (vrijwel) geen geluid hoort (= destructieve interferentie).

171. Een kurk beweegt vier keer per seconde op en neer telkens als er lopende golven voorbij komen. De golfsnelheid van de watergolven is 4,0 m/s. Laat zien dat de afstand tussen twee opeenvolgende golftoppen (of –dalen) gelijk is aan 1,0 m.

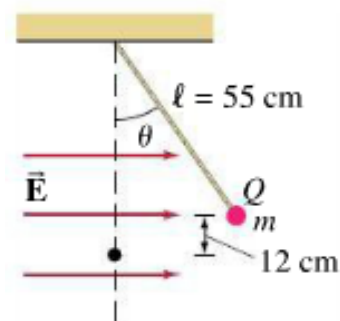
172. Een pianosnaar is 1,10 m lang en produceert een **grondtoon** van 131 Hz. Laat zien dat de golfsnelheid in de snaar gelijk is aan 288 ms^{-1} .

173. Een geluidsgolf in lucht heeft een frequentie van 262 Hz en heeft een snelheid van 330 m/s. Laat zien dat de afstand tussen twee opeenvolgende plaatsen met hoge luchtdruk gelijk is aan 1,26 m.

174. Laat zien dat de golflengte van een geluidsgolf (5000 Hz) in een ijzeren staaf gelijk is aan 0,72 m.

175. De frequenties van *twee opeenvolgende* boventonen van een snaar zijn 280 Hz en 350 Hz. Laat zien dat de grondtoon van deze snaar 70 Hz is.

176. Iemand ziet een zware steen op het betonnen trottoir vallen. Iets later hoort deze persoon twee keer het geluid van de knal op het trottoir: één keer via de lucht en één keer via het betonnen trottoir. Tussen de twee geluiden zit 1,4 s. Laat zien dat de knal op $5,4 \cdot 10^2$ m afstand gebeurde.
177. Een grote wolkenkrabber beweegt onder invloed van de wind heen en weer met een frequentie van 0,15 Hz. Laat zien dat één keer heen en weer bewegen 6,7 s duurt.
178. Een orgelpijp is 1,24 m lang en aan beide kanten open. Laat zien dat de grondtoon een frequentie heeft van 69,2 Hz.
179. Een luidspreker trilt met een frequentie van 262 Hz. De amplitudo van deze trilling is $1,5 \cdot 10^{-4}$ m. Op $t = 0$ bevindt de luidspreker in de evenwichtsstand. Laat zien dat de maximale snelheid waarmee de luidspreker trilt, gelijk is aan $0,25 \text{ ms}^{-1}$. Laat ook zien dat de formule voor de uitwijking $u(t)$ gegeven wordt door $u(t) = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot \sin(1650t)$.
180. Ultraviolet licht heeft een hogere frequentie dan zichtbaar licht. Laat zien dat de frequentie van uv-licht met een golflengte van 360 nm gelijk is aan $8,33 \cdot 10^{14}$ Hz. (neem hier voor de lichtsnelheid $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)
181. Wanneer een voorwerp een positieve lading krijgt, verandert de massa van dat voorwerp
- wel, neemt toe.
 - wel, neemt af.
 - niet.
 - wel, wordt negatief.
182. Een proton en een elektron bevinden zich in een homogeen elektrisch veld tussen twee geladen platen. Je laat het proton los vlak bij de positieve plaat en het elektron vlak bij de negatieve plaat. Welke voelt de grootste elektrische veldkracht?
- Het proton.
 - Het elektron.
 - Geen van beide – er is namelijk geen kracht.
 - Deze kracht is voor beide even groot en wijzen in dezelfde richting.
 - Deze kracht is voor beide even groot en in tegengestelde richting.
183. Laat zien dat een elektron ($m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $\text{lading} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) in een elektrisch veld van 540 N/C een versnelling ondervindt van $9,5 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$.
184. Een klein geladen bolletje (1,0 gram) hangt aan een geïsoleerd koord (lengte 55 cm). Zie de figuur hiernaast. Een elektrisch veld (9500 N/C) zorgt er voor dat het bolletje iets naar rechts getrokken wordt tot 12 cm boven het laagste punt. Laat zien dat de lading
- positief is.
 - een grootte heeft van $8,2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$.

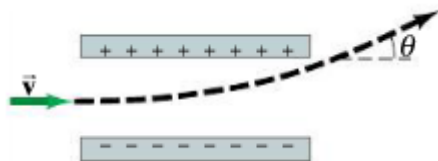


185. Een bolvormige waterdruppel (dichtheid ρ , diameter d) blijft stil hangen in de lucht. De druppel bevindt zich in een naar beneden gericht elektrisch veld van de aarde met sterkte E . Laat zien: er is een overschot aan elektronen **en** dat het elektronenoverschot N op de druppel berekend kan worden met

$$N = \frac{\rho \cdot \pi \cdot d^3 \cdot g}{6Ee}, \quad \text{SCHETS SCHETS}$$

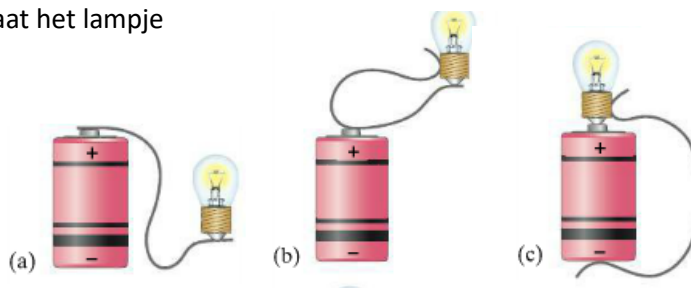
Met e de lading van het elektron en g de zwaartekrachtsversnelling.

186. Laat zien dat de snelheid van een proton met een kinetische energie van 4,2 keV gelijk is aan $9,0 \cdot 10^5$ m/s.
187. Een elektron wordt versneld tussen twee tegengesteld geladen vlakke platen. Deze platen zijn aangesloten op een spanningsbron. Door deze versnelling krijgt het elektron $5,25 \cdot 10^{-16}$ J kinetische energie. Laat zien dat de spanning tussen de platen 3280 V is.
188. (Overzichtsopgave, kost een lesuur) Een stilstaand elektron wordt horizontaal *eerst* versneld door een spanning van 2200 V; daardoor krijgt het elektron een snelheid $\vec{v}$. Zie de figuur hieronder bij de vector $\vec{v}$. *Daarna* passeert het twee platen (lengte 6,5 cm en 1,3 cm van elkaar). Tussen de platen staat een spanning van $U = 250$ V. Verder geldt ook nog dat $U = E \cdot d$, waarbij d de afstand tussen de platen is. Wat gebeurt er als $U = 0$ (ipv 250 V)?



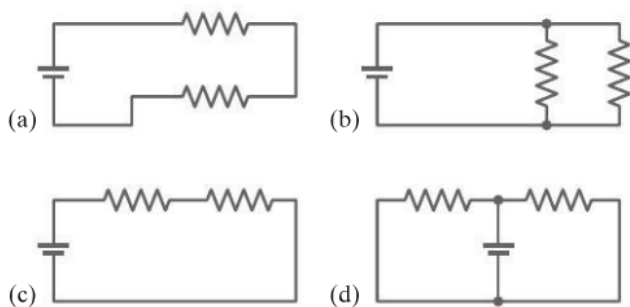
Laat zien dat de hoek θ waarmee het elektron de ruimte tussen de platen verlaat, gelijk is aan 16° .

189. Laat zien dat de diameter van een cilindervormige koperdraad (20 m lengte) minstens 2,1 mm moet zijn, zodat de weerstand hoogstens $0,10 \Omega$ is.
190. In welke van de figuren gaat het lampje branden?



191. In een draad loopt een stroom van 1,30 A. Laat zien dat er $8,11 \cdot 10^{18}$ elektronen per seconde een bepaald punt van die draad passeren.

192. Waar staan de weerstanden in serie?

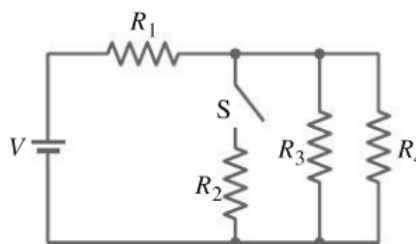


193. Je sluit een lampje aan op een batterij. Het lampje brandt daardoor fel. Vervolgens sluit je het lampje andersom aan. Hij gaat daardoor

- feller branden.
- minder fel branden.
- net zo fel branden.
- helemaal niet branden.

194. Wat gebeurt er met de spanning over R_4 als de schakelaar wordt gesloten?

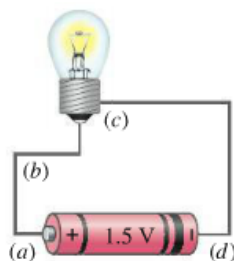
- Die neemt toe.
- Die neemt af.
- Blijft gelijk.



195. Elektronen dragen de energie van een batterij naar een lampje. Wat gebeurt er met de elektronen wanneer zij bij de lamp komen?

- De elektronen worden opgebruikt in de lamp.
- De elektronen blijven in de lamp.
- De elektronen worden uitgezonden als licht
- Minder elektronen verlaten de lamp dan er in gekomen zijn.
- Geen van bovenstaande is waar.

196. Waar is in het circuit hieronder de stroomsterkte het grootst?

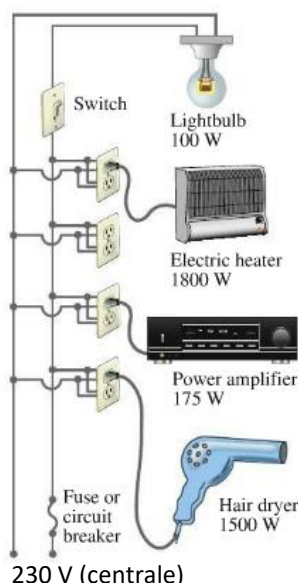


197. Een 4,5 V batterij wordt aangesloten op een lamp ($1,6 \Omega$). Laat zien dat er $1,1 \cdot 10^{21}$ elektronen per minuut de batterij verlaten.

198. Laat zien dat de weerstand van de koplamp hiernaast $3,6 \Omega$ is.



199. Een 12 V batterij veroorzaakt een 0,60 A stroom door een lamp. Laat zien dat de batterij per minuut 430 J energie verliest.
200. Laat zien dat er in totaal 15,5 A aan het circuit hieronder geleverd moet worden.

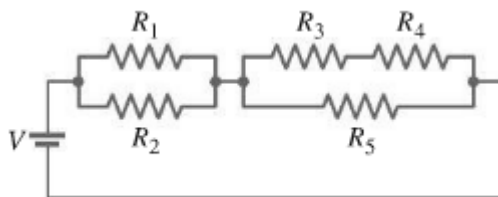


201. Al lopende over een tapijt, kun je een hoeveelheid negatieve lading van dat tapijt 'afschrapen' van $50 \mu\text{C}$. Laat zien dat er dan een overschot aan elektronen op je lichaam aanwezig is van meer dan 310 miljoen.
202. Op een proton ($m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) werkt zwaartekracht, die gecompenseerd zou kunnen worden door een omhoog gericht elektrisch veld met een sterkte van $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ N/C}$. Toon aan dat deze sterkte juist is.
203. Twee lampen met weerstand R en $2R$ worden in serie aangesloten op een spanningsbron die een spanning U levert. Laat zien dat de stroom I die in de kring gaat lopen gegeven wordt door $I = \frac{U}{3R}$.
204. Wanneer stroom door een weerstand loopt,
- wordt een deel van de lading opgenomen door de weerstand.
 - wordt een deel van de stroom verbruikt door de weerstand.
 - Zowel a als b zijn waar.
 - a en b zijn beide niet waar.
205. De eenheid **kWh** is geeft aan
- de snelheid waarmee energie wordt omgezet.
 - het vermogen.
 - een hoeveelheid energie.

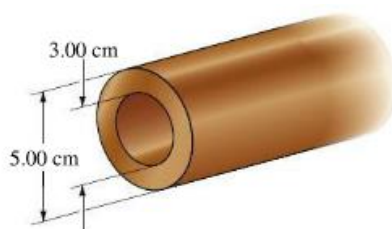
d. de hoeveelheid verbruikte vermogen per uur.

206. Door welke van de weerstanden uit het schema hieronder loopt de grootste stroomsterkte? Alle weerstanden zijn gelijk.

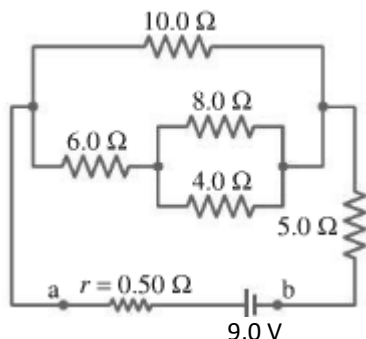
- R_1 .
- R_1 en R_2 .
- R_3 en R_4 .
- R_5 .
- Allemaal evenveel.



207. Laat zien dat de holle koperen pijp (lengte 10,0 m) uit de figuur hieronder een weerstand heeft van $1,35 \cdot 10^{-4} \Omega$. De maten zijn de binnendiameter en de buitendiameter.



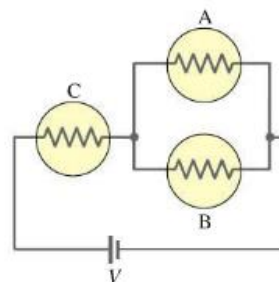
208. Laat zien dat de **hoofdstroom** uit het circuit hieronder een sterkte heeft van 0,89 A.



209. Een koelbox (12 V; 54 W) wordt aangesloten op een autoaccu. De **capaciteit** van de accu is 55 Ah. Dat betekent dat deze accu gedurende 55 uur 1 A kan leveren of 11 uur 5 A. Laat zien dat het aantal uren dat de koelbox op een volle accu kan werken gelijk is aan 12 uur.

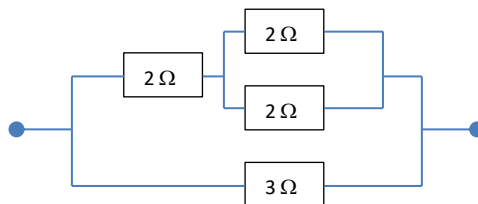
210. In het circuit hiernaast zijn alle lampen **gelijk**. Wat gebeurt er met de **helderheid** van lamp A als we lamp B vervangen door een draadje (zonder weerstand)?

- Lamp A gaat feller branden.
- Lamp A gaat minder fel branden.
- De helderheid van lamp A verandert niet.
- Lamp A gaat uit.



211. Je schakelt $500\ \Omega$ en $700\ \Omega$ parallel. Deze combinatie staat in serie met $400\ \Omega$. Dit geeft een gemengde schakeling die staat aangesloten op $12,0\ \text{V}$. Laat zien dat $I_{\text{hoofd}} = 17,4\ \text{mA}$. Laat ook zien dat $I_{700\ \Omega} = 7\ \text{mA}$.
212. Laat zien dat de totale weerstand R_v (ook wel vervangingsweerstand genoemd) van twee parallel geschakelde weerstanden R_1 en R_2 , gegeven wordt door $R_v = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$.
- 213.** Laat met een getallenvoorbeeld zien dat twee parallel geschakelde weerstanden *meer* vermogen van de spanningsbron vragen dan dezelfde weerstanden in serie geschakeld.

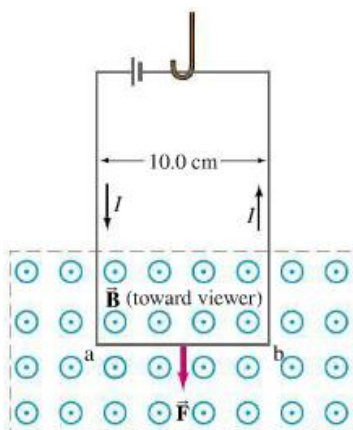
214. Zie het schema hiernaast.



- Laat zien dat de totale weerstand tussen de aansluitpunten gelijk is aan $1,5\ \Omega$.
215. Een stroom van $0,03\ \text{A}$ door het menselijk lichaam is meestal fataal. Laat zien dat als je in contact komt met $120\ \text{V}$, je lichaam minimaal $4000\ \Omega$ moet hebben om *niet* fataal getroffen te worden.
216. Een 15-A zekering smelt nadat het $12,0\ \text{J}$ energie heeft ontvangen in $1\ \text{s}$. Laat zien dat de weerstand van de zekering $0,053\ \Omega$ is.
217. Een batterij ($12\ \text{V}$) levert energie aan twee parallel geschakelde lampen ($12\ \Omega$ en $18\ \Omega$). Laat zien dat de batterij een vermogen moet leveren van $20\ \text{W}$.
218. Drie weerstanden (6 , 8 en $16\ \Omega$) zijn in serie aangesloten op een batterij ($12\ \text{V}$). Laat zien dat er in totaal per seconde $4,8\ \text{J}$ elektrische energie omgezet wordt.
219. Vijf **identieke** lampen worden in serie aangesloten op een bron die $550\ \text{V}$ levert. Er gaat een stroom lopen van $1,1\ \text{A}$ door de lampen. Laat zien dat de totale weerstand van de vijf lampen $500\ \Omega$ is.
220. De vijf lampen uit de vorige opgaven worden nu parallel aangesloten op dezelfde bron. Laat zien dat er door de bron een stroom gaat lopen van $28\ \text{A}$.
221. Een verwarmmer ($60\ \Omega$) en een lamp ($144\ \Omega$) worden parallel aangesloten op een generator die $120\ \text{V}$ levert. Laat zien dat de stroom *in* de generator $2,8\ \text{A}$ bedraagt.
- 222.** Vier elektrische kachels (elk $600\ \text{W}$) worden parallel aangesloten op $120\ \text{V}$. Elke kachel kan onafhankelijk van elkaar worden in/uitgeschakeld. Laat zien dat bij inschakeling van een kachel de *toename* van de hoofdstroom $5\ \text{A}$ is.
223. Je hebt drie weerstanden van $60\ \Omega$. Laat zien *hoe* je ze moet combineren om een totale weerstand (= vervangingsweerstand) te krijgen van $20\ \Omega$.

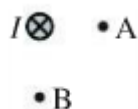
224. Een weerstand ($60\ \Omega$) en een weerstand ($20\ \Omega$) worden parallel geschakeld. Deze combinatie wordt vervolgens in serie gezet met een weerstand van $33\ \Omega$. Het geheel wordt aangesloten op 24 V . Laat zien dat de stroomsterkte door deze laatste weerstand $0,50\text{ A}$ is.
225. Een weerstand ($75\ \Omega$) en een weerstand ($68\ \Omega$) worden parallel geschakeld. Deze combinatie wordt vervolgens in serie gezet met een weerstand van $33\ \Omega$. Het geheel wordt aangesloten op een spanningsbron met onbekende bronspanning. De $33\ \Omega$ -weerstand zet $0,80\text{ W}$ om in warmte. Laat zien dat de spanningsbron $10,7\text{ V}$ levert.
226. Acht gelijke lampjes worden parallel gezet. Via twee lange aansluitdraden met een totale weerstand van $1,4\ \Omega$ worden ze aangesloten op 110 V . Door één lampje loopt 240 mA . Laat zien dat er door de aansluitdraden $2,4\%$ van het totale vermogen verloren gaat in de vorm van warmte.
227. Een flitslampje ($2,0\text{ W}$; $3,0\text{ V}$) moet gaan werken op een $9,0\text{ V}$ batterij. Daarom moet een weerstand R in serie met het lampje worden aangesloten. Laat zien dat $R = 9,0\ \Omega$.
228. Eén meter van een veelgebruikte koperdraad bevat $1,1 \cdot 10^{23}$ vrije elektronen. Stel dat deze draad verbonden wordt met een gloeilamp (12 V ; 36 W) van een auto en dat de lamp wordt aangezet.
- Laat zien dat er elke seconde $1,9 \cdot 10^{19}$ elektronen door de gloeispiraal van de lamp gaan.
 - Laat zien dat het ongeveer $1,6$ uur duurt voordat *alle* elektronen in die meter koperdraad de gloeilamp gepasseerd zijn.
 - Laat zien dat de gemiddelde snelheid van de vrije elektronen $0,17\text{ mm/s}$ is.
229. Een proton komt een homogeen magneetveld binnen dat loodrecht staat op de snelheid van dat proton. Wat gebeurt er met de kinetische energie van dat proton? Schets verplicht!
- Neemt toe.
 - Neemt af.
 - Blijft gelijk.
 - Ligt aan de richting van de snelheid.
 - Ligt aan de richting van het B -veld.
230. Een deeltje met massa m en positieve lading q beweegt met een snelheid v naar rechts in een homogeen magnetisch veld B . De B en de v staan loodrecht op elkaar. Laat zien dat de kracht op het deeltje gegeven wordt door Bqv .

231. Zie de figuur hieronder. Er loopt een stroom van $0,245 \text{ A}$. Een kracht van $3,48 \cdot 10^{-2} \text{ N}$ houdt het draadraam (massa nihil) in de lucht. Laat zien dat de sterkte van het magnetisch veld $1,42 \text{ T}$ is.



232. Laat zien dat als er een stroom loopt in dezelfde richting door twee evenwijdige stroomdraden, dat de draden dan **naar elkaar toe** getrokken worden.
233. Een stroom in een draad gaat het papier in, zoals in de figuur hieronder. Wat is de richting van het magnetisch veld in A?

-
-
-
-
- Geen van deze.



234. Welke van de volgende beweringen is **fout**? Het magnetisch veld rondom een stroomvoerende rechte draad
- is cirkelvormig rondom de draad.
 - neemt af als je verder van de draad af bent.
 - bestaat alleen bij een wisselstroom in de draad.
 - hangt af van de grootte van de elektrische stroom.
235. Het deeltje uit de opgave 197 gaat een (deel van een) cirkelbeweging uitvoeren.
- Toon dat aan.
 - Toon aan dat de snelheid van het deeltje tijdens deze cirkelbeweging niet verandert.
 - Toon aan dat de straal r van de cirkel gegeven wordt door $r = \frac{mv}{qB}$.
 - Toon aan dat de lorentzkracht op een draad die met lengte l in een magneetveld zit, en waar een stroom I door gaat, gegeven wordt door $F_L = BIl$.
236. Een elektron komt met een snelheid van $3,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ in een magneetveld ($0,13 \text{ T}$) terecht, waarbij $v \perp B$. Laat zien dat het deeltje afgebogen wordt door een kracht van $6,2 \cdot 10^{-14} \text{ N}$. Laat ook zien wat de richting van deze kracht is mbv schets.

237. Alfadeeltjes ($q = +2e$, $m = 6,6 \cdot 10^{-27}$ kg) bewegen met een snelheid van $1,6 \cdot 10^6$ m/s. Laat zien dat een magnetische veldsterkte van 0,24 T nodig is om een alfadeeltje een (deel van een) cirkel te laten beschrijven met een straal van 0,14 m. SCHETS!
- 238.** Een **verticaal** gerichte bundel deeltjes ($m = 12m_{\text{proton}}$ en $\text{lading} = 9,6 \cdot 10^{-19}$ C) komt in een loodrecht magneetveld terecht van 0,30 T en doorloopt in dat magneetveld een halve cirkel met straal 0,50 m. Laat zien dat de snelheid van de deeltjes $7,2 \cdot 10^6$ m/s is. SCHETS!
239. Een deeltje ($m = 19$ mg) met lading $10,0 \mu\text{C}$ heeft een snelheid van 3000 m/s. Het komt in een magneetveld terecht van 0,44 T. Laat zien dat het wordt afgebogen in een baan met een straal van ongeveer 13 km. SCHETS!
- 240.** Een deeltje (lading q , massa m) doorloopt onder invloed van de lorentzkracht een cirkelvormige baan. Laat zien dat het aantal keren f dat het deeltje de cirkel per seconde doorloopt gelijk is aan $f = \frac{qB}{2\pi m}$, met B de sterkte van het magneetveld. De grootheid f heet ook wel de **cyclotronfrequentie**.
241. Een 6,0-MeV (kinetische energie) proton komt een 0,20-T veld binnen. De snelheid is steeds loodrecht op de magnetische veldlijnen. Laat zien dat de straal van de baan gelijk is aan 1,8 m. SCHETS!
242. Een stroom van 10,0 A stroomt door een staaf van 0,20 m lengte. De staaf bevindt zich in een magneetveld (0,050 T) loodrecht op de staaf. Laat zien dat de magnetische kracht op de staaf gelijk is aan 0,10 N. SCHETS!
243. Een zogenaamde **velocityselector** selecteert protonen met een bepaalde snelheid. Alleen bij een snelheid van $5,0 \cdot 10^5$ m/s worden de protonen niet afgebogen door de *gelijktijdige* werking van een magneetveld en een elektrisch veld.
- Laat zien dat het elektrisch veld loodrecht moet staan op het magneetveld.
 - Laat zien dat als het magneetveld een sterkte heeft van 0,40 T, dat dan het elektrisch veld een sterkte moet hebben van $2,0 \cdot 10^5$ N/C.
244. Wanneer je naar de reflectie in een spiegel kijkt, dan is het beeld
- reëel en rechtop.
 - reëel en omgekeerd.
 - virtueel en rechtop.
 - virtueel en omgekeerd.
245. Geef aan of de volgende uitspraken wel / niet kenmerkend zijn voor de kwantummechanica:
- EM-golven vertonen deeltjesgedrag; deeltjes vertonen golfgedrag.
 - Grootheden veranderen stapsgewijs.
 - Uitkomsten van metingen zijn afhankelijk van de waarnemer.
 - Gedrag van deeltjes wordt beschreven in termen van waarschijnlijkheid.
 - Verschijnselen zijn onafhankelijk van de temperatuur.
246. Noem twee kenmerken van golven. Verdeel elk van deze kenmerken in twee subkenmerken.
247. Beschrijf de proef van Young. Gebruik een schets en geef relevante grootheden aan.
248. Licht beweegt als golven en slaat in op materie als een deeltje. Noem twee experimenten die deze uitspraak ondersteunen.
249. Beschrijf het verschijnsel foto-elektrisch effect. Vergelijk E_u (of W_u) met E_f en leg uit welke drie mogelijkheden er zijn en wat er dan gebeurt.

250. Leg uit hoe je bij het foto-elektrisch effect uit een $(E_{k,max}, f)$ -grafiek de constante van Planck en E_u kunt bepalen.
251. Leg uit wat materiegolven zijn. Wat heeft Ψ hiermee te maken heeft. Welke betekenis heeft Ψ^2 ?
252. Beschrijf het dubbelspleet experiment met elektronen. Wat hebben hierin de spleetbreedte d en de golflengte van de materiegolven $\lambda_{materiegolf}$ hiermee te maken?
253. Wat zegt de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg?
254. Beschrijf het deeltje-in-een-doos model (oneindig hoge wand). Leg uit hoe je Ψ van de grondtoestand vindt. Schets Ψ^2 en leg uit wat dat betekent. Welke formule hoort bij de energieniveaus E_n ? Kun je deze formule zelf afleiden?
255. Leg uit wat het quantum-tunnel effect is.
256. Het derde-orde maximum van 610 nm licht wordt gezien onder een hoek van 28° wanneer dit licht op twee dunne spleten valt. Laat zien dat de afstand tussen de spleten $3,9 \mu\text{m}$ is.
257. Licht van 720 nm en 660 nm passeert twee spleten $0,68 \text{ mm}$ van elkaar. Laat zien dat de tweede-orde maxima van deze golflengtes op $0,2 \text{ mm}$ van elkaar te zien zijn op een scherm dat op $1,0 \text{ m}$ van de spleten staat.
258. Licht (690 nm) passeert twee nauwe spleten op afstand van $0,66 \text{ mm}$. Het scherm staat op $1,60 \text{ m}$. Een tweede lichtbron met onbekende golflengte heeft zijn tweede-orde maximum $1,23 \text{ mm}$ dicht bij het nulde-orde maximum dan het tweede-orde maximum van het 690-nm licht. Laat zien dat de golflengte van het onbekende licht 440 nm is.
259. Een gloeilamp ($\eta = 3\%$) zendt licht uit met een gemiddelde golflengte van 500 nm . Laat zien dat deze lamp $8 \cdot 10^{18}$ fotonen per seconde uitzendt.
260. Er is ongeveer $0,1 \text{ eV}$ nodig om een “waterstofbinding” in een proteïnemolecuul te breken. Laat zien dat de golflengte van fotonen hooguit $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ mag zijn om dit voor elkaar te krijgen.
261. Je verlicht Barium ($U_{uittree} = 2,48 \text{ eV}$) met wit licht (410 nm tot 750 nm). Laat zien dat $E_{kin,max}$ van uittredende elektronen gelijk is aan $0,55 \text{ eV}$.
262. Er zijn 82 positief geladen protonen in een loodkern. Waarom valt deze kern niet uit elkaar?
 - a) De afstotende Coulombkracht werkt niet in een atoomkern.
 - b) Zwaartekracht is veel sterker dan de afstotende Coulombkracht in een atoomkern.
 - c) De negatief geladen neutronen compenseren de positief geladen protonen.
263. De straal van een atoom is van de orde 10^{-10} m , terwijl een atoomkern een typische straal heeft van 10^{-15} m . Verder is de massa van een atoom bijna volledig bepaald door de massa van de kern. Laat zien dat de dichtheid van een atoomkern ongeveer 10^{15} keer groter is dan de dichtheid van een compleet atoom.
264. Wanneer Al-27 getroffen wordt door neutronen, kan een Al-27 kern een neutron absorberen en daarna een alfadeeltje uitzenden. Laat zien dat een Na-24 kern ontstaat.
265. Langzame neutronen hebben een energie van $0,025 \text{ eV}$. Laat zien dat de snelheid van deze neutronen $2,2 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ is.
266. Plutonium-239 heeft een halveringstijd van ongeveer $24\,000$ jaar. Laat zien dat het ongeveer $190\,000$ jaar duurt om $1/256$ deel van de oorspronkelijke hoeveelheid over te houden.

267. Een meteoriet bevat de radioactieve isotoop X die door bètaverval verandert in een stabiele isotoop Y. Veronderstel dat een recent ontdekte meteoriet 45 mg van X bevat en 315 mg van Y.
- Laat zien dat als er oorspronkelijk géén Y aanwezig was, er dan 360 mg van X aanwezig was.
 - Laat zien dat de leeftijd van de meteoriet drie keer de halveringstijd van X is.
268. De halveringstijd van kobalt-60 is zodanig is, dat na veertig jaar minder dan $1/250$ ste deel van een oorspronkelijk hoeveelheid kobalt-60 aanwezig is. Laat zien dat dit *niet* waar is.
- 269.** Kobalt-60 zendt β - en γ -straling uit. Rondom de reactorwand van een kerncentrale is een betonnen muur gebouwd, die de β -straling volledig absorbeert maar nog een klein gedeelte van de γ -straling doorlaat. Deze γ -straling heeft een energie van 1,0 MeV. Laat zien dat de dikte van de betonnen wand minstens 46 cm moet om de intensiteit van de straling te reduceren tot 0,10 % van de oorspronkelijke waarde.

EINDE (voorlopig dan)