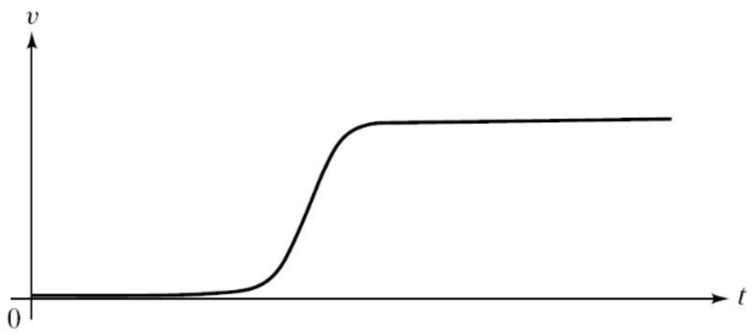
Natuurkunde Olympiade 2020 ronde 2 Toets 1

> 01 Karretje duwen (2 punten)

Een stilstaand karretje op een luchtkussen baan wordt in beweging gebracht doordat een veer zich ontspant en tegen het karretje duwt. In de figuur hiernaast is de snelheid v als functie van de tijd van dit proces weergegeven in een (inertiaal)stelsel A.



Een ander inertiaalstelsel B beweegt met constante (niet relativistische) snelheid ten opzichte van het eerstgenoemde inertiaalstelsel.

> Welke van de hieronder genoemde grootheden kan in (inertiaal)stelsel B een willekeurige waarde krijgen?

verandering in snelheid | verandering in impuls | verandering in kinetische energie | geen van bovenstaande

> 02 Astronaut (3 punten)

Een astronaut staat op het oppervlak van een planetoïde met straal r en een dichtheid gelijk aan die van de aarde.

Hij merkt dat als hij opspringt, dat hij van de planetoïde kan loskomen, de ruimte in.

> Maak een (berekende) schatting van de maximale waarde van r. Druk je schatting uit in meter.

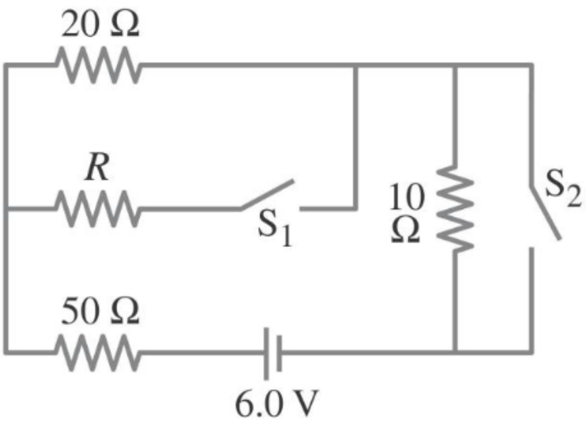
Gegevens:

$\rho_{aarde} = 5,51 \cdot 10^3 \mathrm{kg/m^3}$

meter Sla op

> 03 Onbekende weerstand (3 punten)

De stroom door de weerstand van 20 Ω in de figuur verandert niet, ongeacht of de twee schakelaars S_1 en S_2 allebei geopend of allebei gesloten zijn.



Gebruik deze aanwijzing om de waarde van de onbekende weerstand R te berekenen.

Ω **Sla op**

> 04 Draaiende staaf (4 punten)

Een koperen staaf met lengte L draait met een hoeksnelheid w om een as door zijn zwaartepunt. Een magnetisch veld B staat loodrecht op het vlak waarin de staaf draait. Zie de figuur.

Het is eenvoudig aan te tonen dat de middelpuntzoekende kracht op een elektron verwaarloosbaar klein is.

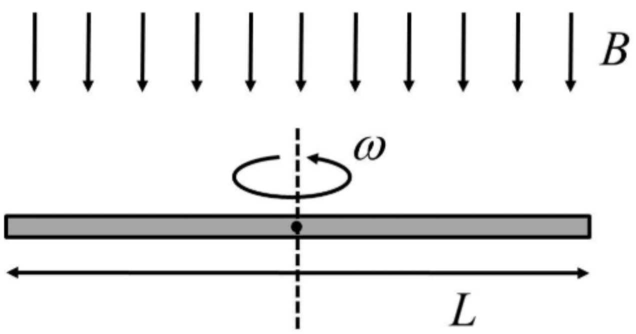
Bereken het spanningsverschil tussen het midden en een uiteinde van de staaf.

Gegevens:

$L = 2{,}00\ \mathrm{m}$

$B = 20{,}0\ \mathrm{mT}$

$w = 20{,}0\ \mathrm{rad/s}$



Volt

> 05 Knikker naar bolle spiegel (3 punten)

Een knikker wordt op een hoogte van $4{,}00\ \mathrm{m}$ recht boven een kleine holle spiegel losgelaten.

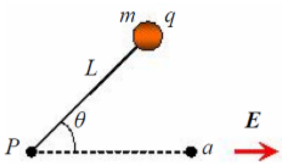
De spiegel heeft een kromtestraal van $2{,}00\ \mathrm{m}$ en ligt horizontaal.

> Bereken na hoeveel seconden de knikker en het spiegelbeeld op dezelfde plek zijn. (Verwaarloos wrijving.)

seconde **Sla op**

> 06 Lading in E-veld (3 punten)

Een deeltje heeft een lading q en een massa m. Ze is bevestigd aan een isolerend koord met lengte L dat aan een punt P is bevestigd. Deeltje, koord en punt P liggen op een wrijvingloze horizontale tafel. Het deeltje wordt losgelaten met het koord onder een hoek Θ met een uniform elektrisch veld E. Zie de figuur.



> Bereken de snelheid van het deeltje als het koord evenwijdig is met het elektrisch veld.

Gegevens:

$q = +2{,}00 \mu\mathrm{C}$

$m = 0{,}0100\ \mathrm{kg}$

$L = 1{,}50\ \mathrm{m}$

$\Theta = 60^\circ$

$E = 300\ \mathrm{V/m}$

m/s **Sla op**

> 07 Asteroïde om ster (3 punten)

Een asteroïde A draait om een ster met massa a. Een andere asteroïde B draait om een ster met massa b. Zowel de straal van de baan als de omlooptijd van asteroïde B zijn driemaal zo groot als die van asteroïde A.

> Bepaal de verhouding van de massa's van de sterren $\frac{a}{b}$ uitgedrukt in een getal met tenminste een significantie 2.

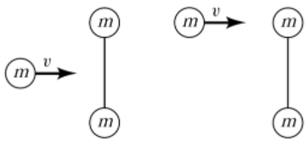
Sla op

Natuurkunde Olympiade 2020 ronde 2 Toets 2

> 08A Halter 1 (2 punten)

Hiernaast staat twee keer een botsing tussen een massa m en een halter.
De halter bestaat uit twee massa's m met een massaloze verbinding.
In de linker situatie botst de massa m met een snelheid v tegen het midden van de halter,
in de rechter situatie tegen de bovenste massa van de halter.
Neem aan dat de botsingen volledig elastisch zijn.

> Bepaal de snelheid v_1 van het massamiddelpunt van de halter in de linker situatie.



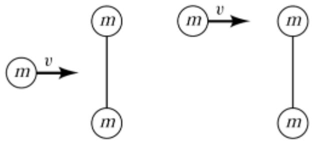
$v_1 =$

Sla op

> 08B Halter 2 (1 punt)

Hiernaast staat twee keer een botsing tussen een massa m en een halter.
De halter bestaat uit twee massa's m met een massaloze verbinding.
In de linker situatie botst de massa m met een snelheid v tegen het midden van de halter,
in de rechter situatie tegen de bovenste massa van de halter.
Neem aan dat de botsingen volledig elastisch zijn.

> bepaal de snelheid v_2 van het massamiddelpunt van de halter in de rechtersituatie.

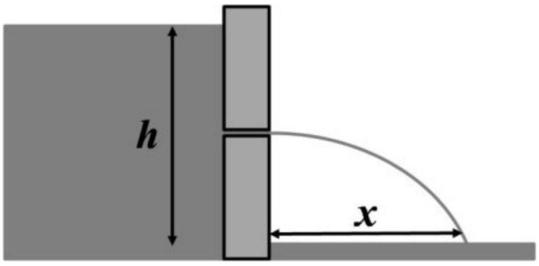


$v_2 =$

Sla op

> 09 Sluisdeur (4 punten)

In een sluisdeur heeft men een gat geboord zodat het water er met een boog uitstroomt, zie de figuur. Het verschil in waterhoogte bedraagt h. Als men nu de plaats van het gat willekeurig kan kiezen, bereken dan de maximale waarde van de horizontaal afgelegde weg x die de waterstraal kan afleggen.



$x =$

> 10 Geladen bollen (4 punten)

Twee dunne staven met verwaarloosbare massa en een lengte $l = 1{,}00\ \mathrm{m}$, zijn op dezelfde plek draaibaar aan een plafond vast gemaakt.

We hangen achtereenvolgens aan elke staaf een kleine metalen bol met massa m. Elke bol krijgt een lading van $Q = 2{,}80\mu\mathrm{C}$.
De bollen stoten elkaar af en komen uiteindelijk in een positie tot stilstand, waarbij de hoogte boven de grond is toegenomen met $\Delta h = 3{,}00\ \mathrm{cm}$.

> Bereken de massa m van elke bol in gram.

gram Sla op

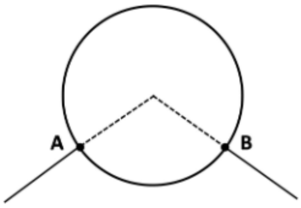
> 11 Rondje (4 punten)

Van een dunne homogene draad met een weerstand van $20{,}0\ \Omega$ wordt een ring gemaakt.

Twee punten A en B op deze ring worden met een toe - en afvoerdraad met een batterij verbonden.

De hoek tussen de twee gestippelde lijnen in de figuur is $110\ ^\circ$

De batterij geeft een spanning af van $10{,}0\ \mathrm{V}$.



> Bereken de sterkte van het magneetveld in het centrum van de ring onder de aanname dat de toe- en afvoerdraden ten gevolge van hun symmetrische ligging geen invloed zullen hebben op de magnetische veldsterkte in dat centrum.

Hint: Je kan hierbij de wet van Biot-Savart gebruiken. In dit geval geldt dat de grootte van de bijdrage dB aan het magnetisch veld in het midden van de ring ten gevolge van een stroom I door een cirkelsegmentje dl gegeven wordt door:

$$dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi R^2}$$

Hierin is R de straal van de ring.

tesla **Sla op**

> 12A Spleten A (1 punt)

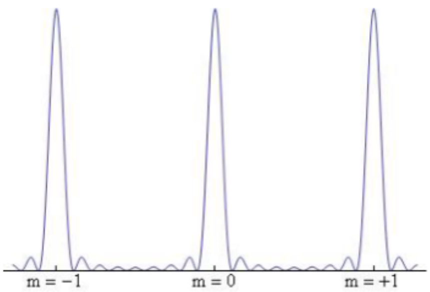
De intensiteitsverdeling van een systeem van N spleten met verwaarloosbare breedte staat hiernaast in het diffractiepatroon afgebeeld.

$m = 0$ geeft het hoofdmaximum weer en de andere twee de eerste nevenmaxima aan beide zijden. Er valt hierbij licht van één golflengte loodrecht op het systeem in.

Voor de duidelijkheid:

- I is de intensiteit van een individuele spleet.
- d is de afstand tussen de spleten
- t noemen we de afbuighoek.

> Uit hoeveel spleten bestaat dit systeem?



Sla op

> 12B Spleten B (1 punt)

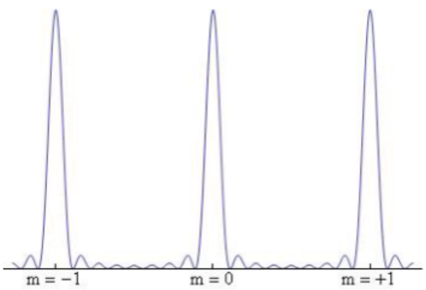
De intensiteitsverdeling van een systeem van N spleten met verwaarloosbare breedte staat hiernaast in het diffractiepatroon afgebeeld.

$m = 0$ geeft het hoofdmaximum weer en de andere twee de eerste nevenmaxima aan beide zijden. Er valt hierbij licht van één golflengte loodrecht op het systeem in.

Voor de duidelijkheid:

- I is de intensiteit van een individuele spleet.
- d is de afstand tussen de spleten
- t noemen we de afbuighoek.

> Hoeveel keer zo groot is de maximale intensiteit van de maxima van dit N-spleten systeem, vergeleken met de intensiteit van één spleet?



keer **Sla op**

> 12C Spleten C (1 punt)

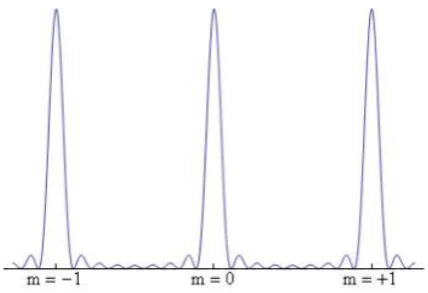
De intensiteitsverdeling van een systeem van N spleten met verwaarloosbare breedte staat hiernaast in het diffractiepatroon afgebeeld.

$m = 0$ geeft het hoofdmaximum weer en de andere twee de eerste nevenmaxima aan beide zijden. Er valt hierbij licht van één golflengte loodrecht op het systeem in.

Voor de duidelijkheid:

- I is de intensiteit van een individuele spleet.
- d is de afstand tussen de spleten
- t noemen we de afbuighoek.

Dit N-spleten systeem wordt nu belicht door een gepulste laser met een pulsbreedte van $4 \cdot 10^{-15}$ s en een golfengte $\lambda = 600$ nm. Ga er vanuit dat de laserpuls loodrecht invalt en beschreven kan worden als een vlakke electromagnetische golf met een geheel aantal sinusvormige oscillaties met dezelfde periode.



> Hoeveel keer de intensiteit I van een individuele spleet is in dit geval de intensiteit van de hoofdmaxima met $m = \pm 1$?

keer

> 13 Optische bol (3 punten)

Een bol van doorzichtig materiaal heeft een brekingsindex n. Een smalle bundel laserlicht is op het middelpunt van de bol gericht.

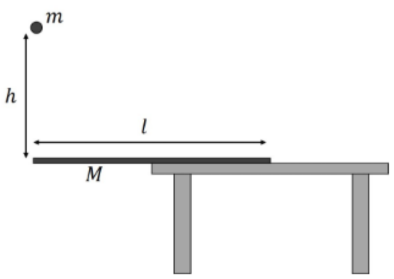
> Bereken de grootte van de brekingsindex n als het laserlicht precies aan de andere kant van de bol zijn brandpunt heeft.

Je mag door de smalle straal van de laserbundel gebruik maken van het feit dat voor kleine hoeken, uitgedrukt in radialen, als goede benadering mag worden genomen dat $\sin\Theta$ gelijk is aan Θ.

Sla op

> 14 Liniaal en knikker (4 punten)

Een plat liniaaltje met lengte l en massa M ligt zo op een horizontaal opgestelde tafel dat het precies voor de helft buiten de rand van de tafel uitsteekt. Zie de figuur.



Men laat van hoogte h een knikker met massa m op het uiterste punt van het vrije uiteinde van het liniaaltje vallen. De botsing van de knikker met het liniaaltje is volkomen elastisch en de botsingsduur is zo kort dat de zwaartekracht tijdens de botsing geen effect heeft op de beweging van de knikker.

> Hoe groot moet de massa M van het lineaaltje zijn opdat de knikker meteen na de botsing (even) stilstaat?