Uitgewerkte Oefeningen

mei 2020

Dit document bevat oplossingen van oefeningen op kracht. Sommige oefeningen zijn gelijk of gelijkaardig aan de oefeningen van tijdens de les of de toets. Bij de opmerkingen staat uitleg over veel voorkomende fouten op de toets.
Bij de toetsen moet je steeds werken met *Gegeven* (het best met een illustratie), *Gevraagd* en *Oplossing*. Gebruik overal de juiste eenheden. Als je weet wat de eenheid is van het gevraagde heb je al de helft van de oplossing. Schrijf steeds de formule, herwerk die formule en vul pas als laatste stap alle gegevens in. Zo vermijd je veel rekenwerk, overschrijffouten en afrondingsfouten.
Opgelet, dit kersvers document is niet vrij van typfouten!

Contents

1 Krachtenvector

1.1 Crashtest

(*cursus oef 4*)

Geg
Een auto botst tegen een muur. Tijdens deze botsing oefent de muur een kracht uit op de auto.

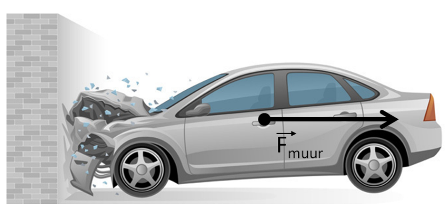
Gevr

a) Welk effect heeft deze kracht?
b) Beschrijf de elementen van deze kracht.

Opl

a) Plastisch effect: De auto vervormt
Dynamisch effect: De auto komt tot stilstand (= vertraging)

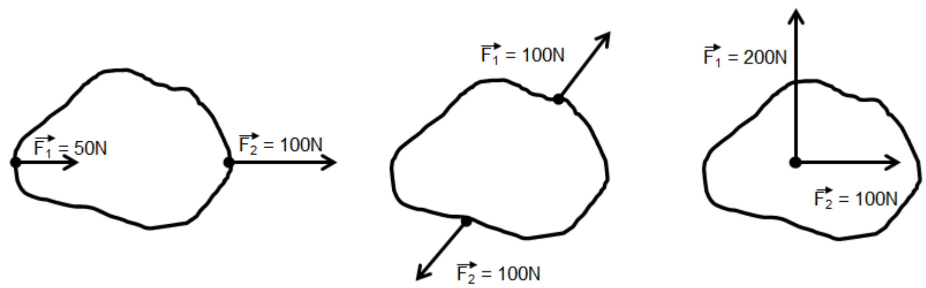
b) Aangrijpingspunt: De auto. (de kracht van de muur op de auto)
Zin: Naar rechts (de auto vertraagd: kracht tegengesteld aan de snelheid)
Richting: Horizontaal
Grootte: Er is een grote kracht nodig. Indien de auto 1000 kg is, op 50 cm stopt en aanvankelijk 10 m/s rijdt, is de kracht 100 kN. (dit leer je in het vierde jaar berkenen (lessen energie) of in het zesde jaar (kinematica))



1.2 Resulterende krachten

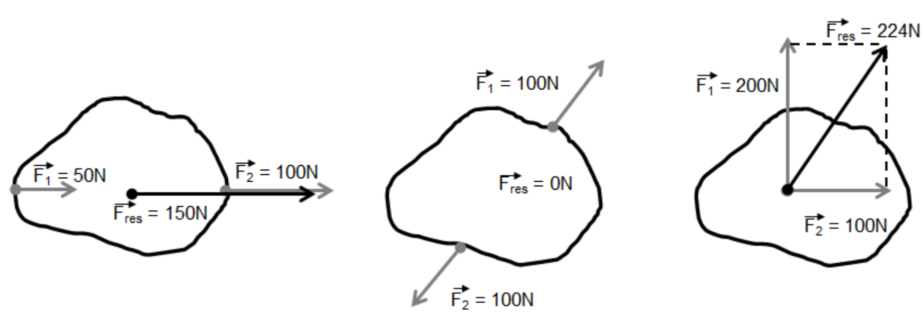
(*cursus oef 5*)

Geg



Gevr
Bepaal de resulterende kracht.
Opl

- Bij de eerste figuur hebben de krachten dezelfde zin. Die kunnen we optellen.
- Bij de tweede figur is de zin van de krachten tegengesteld. Als we deze aftrekken van elkaar komen we 0 N uit. Let op, enkel als de richting van de krachten op dezelfde lijn liggen! Liggen ze niet op dezelfde lijn, dan gaat het voorwerp tollen.
- Op de laatste figuur vormen de krachten een hoek, dan moet je de regel van de parallellogram gebruiken en is de resulterende kracht de diagonaal van de parallellogram, gevormd door de twee krachten. Als de hoek 90°is, kan je pythagoras gebruiken om de grootte van de kracht uit te rekenen. $F_{res}^2 = F_1^1 + F_2^2$



2 Zwaartekracht

2.1 Zwaarteveldsterkte van onbekende planeet

R2D2 (63 kg) is op een ongekende planeet geland. De krachtsensoren op de zolen geven een kracht van 360 N aan. Hoe groot is de zwaarteveldsterkte op deze planeet?

Geg
$m = 63\ kg$
$F_z = 360\ N$

Gevr
De zwaarteveldsterkte op de **o**nbekende **p**laneet: g_{op}?

Opl

$$\begin{aligned} F_z &= m \cdot g_{op} \\ \Rightarrow g_{op} &= \frac{F_z}{m} \\ &= \frac{360N}{63kg} \\ &= 5,7N/kg \end{aligned}$$

Opm
Het eindresultaat heeft 2 beduidende cijfers!
Uit de gevonden zwaarteveldsterkte kunnen we afleiden dat de planeet kleiner of lichter is dan de aarde.

2.2 Boer Teun en zijn vette os

(*Cursus Oef 15*)

Boer Teun wint met zijn beest Charel de prijs van vette os. Het gewicht van de os bedraagt 8693 N. Hoe groot is zijn massa?

Geg
$F_g = 8693N$

Gevr
m?

Opl
Het gewicht is de kracht die de os uitoefent op zijn steun. De kracht is de zwaartekracht. Dus $F_g = F_z$.
We gaan ervan uit dat het ergens in Vlaanderen is, dus $g = 9,81\dfrac{N}{kg}$

$$\begin{aligned} F_g = F_z = mg \\ \Rightarrow m &= \frac{F_z}{g} \\ &= \frac{8693N}{9,81\frac{N}{kg}} \\ &= 886,1kg \end{aligned}$$

De massa van de os is 886 kg

3 Wet van Hooke

3.1 Zoek de veerconstante

(*Cursus Oef 8*)

Professor Onderzoektal onderzoekt een veer. Als de veer onbelast is, heeft ze een lengte van 36,9cm. Als hij er een massa van 148,3g aanhangt, rekt de veer uit tot 45,2cm. Hoe groot is de veerconstante?

Geg
$l_0 = 36,9cm$
$l_1 = 45.2cm$
$m = 148.3g$

Gevr
k?

Opl
De uitrekking is $\Delta l = l_0 - l_1 = 45.2cm - 36,9cm = 8.3cm$
En de kracht die op de veer werkt is de zwaartekracht op het blokje; $F_z = m \cdot g = 0,1483kg \cdot 9.81N/kg = 1,454823N$

Via de wet van Hooke;

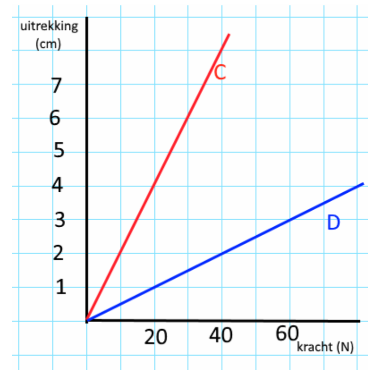
$$
\begin{aligned}
F_v &= k \cdot \Delta l \\
\Rightarrow k &= \frac{F_v}{\Delta l} \\
&= \frac{1,454823N}{8.3cm} \\
&= 0.1752798N/cm
\end{aligned}
$$

De veerconstante is 17 N/m.

Opm
Let op het eindresultaat, met het juiste aantal beduidende cijfers! De Δl heeft twee beduidende cijfers, het eindresultaat ook.
17 N/m is een goed antwoord, maar 0,17 N/cm en de wetenschappelijke notatie ($1,7 \cdot 10$ N/m) mogen evenzeer.

3.2 Twee veren

(*cursus oef 9*)
Welke veer heeft de grootste veerconstante. Leg uit.



Opl
Bij een zelfde kracht (hier x-as) heeft veer C een grotere uitrekking, dus is veer C slapper en heeft die een kleinere veerconstante. Veer D rekt veel minder snel uit: een sterkere veer; een grotere veerconstante.

3.3 Lengte veer

(*cursus oef 10*)
In een onbelaste toestand is een veer met een veerconstante van $36,6\ N/m$ slechts $21\ cm$ lang. Hoe lang wordt ze als je eraan trekt met een kracht van $7,4\ N$?
Geg
$l_0 = 21cm$,
$k = 36,6N/m$

Gevr
l_1?
Opl

$$F = F_v = k \cdot \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{F}{k}$$
$$= \frac{7,4N}{36,6\frac{N}{m}} = 0,2021\ m = 20,21\ cm$$

De veer rekt Δl uit. De veer is dan uiteindelijk $l_1 = l_0 + \Delta l$
$l_1 = l_0 + \Delta l = 21\ cm + 20,21\ cm = 41\ cm$

3.4 Lengte van onbelaste veer

(*cursus oef 11*)

Een veer heeft een lengte van 24,2 cm als je er aan trekt met een kracht van 1,63 N. Als je er een kracht van 2,18 N op uitoefent, is de lengte ervan 29,4 cm. Hoe lang is de veer als ze onbelast is?

Geg
$l_1 = 24,2\ cm$
$F_1 = 1,63\ N$
$l_2 = 29,4\ cm$
$F_2 = 2,18\ N$
Gevr
Beginlengte van de veer: l_0 ?
Oplossing
We beginnen met de wet van de Hooke,

$$F_1 = k \cdot \Delta l_1 \Rightarrow k = \frac{F_1}{\Delta l_1} \tag{1}$$

$$F_2 = k \cdot \Delta l_2 \Rightarrow k = \frac{F_2}{\Delta l_2} \tag{2}$$

Dezelfde veer →dezelfde veerconstante!
We stellen dus het rechterlid van (1) en (2) gelijk aan elkaar en proberen l_0 af te zonderen

$$\begin{aligned}
\frac{F_1}{\Delta l_1} &= \frac{F_2}{\Delta l_2} \\
F_1 \cdot \Delta l_2 &= F_2 \cdot \Delta l_1 \\
F_1 \cdot (l_2 - l_0) &= F_2 \cdot (l_1 - l_0) \\
F_1 l_2 - F_1 l_0 &= F_2 l_1 - F_2 l_0 \\
F_2 l_0 - F_1 l_0 &= F_2 l_1 - F_1 l_2 \\
(F_2 - F_1) \cdot l_0 &= F_2 l_1 - F_1 l_2 \\
l_0 &= \frac{F_2 l_1 - F_1 l_2}{F_2 - F_1}
\end{aligned}$$

Nu enkel nog de juiste waarden invullen;

$$\begin{aligned}
l_0 = &\frac{2,18N24,2cm - 1,63N29,4cm}{2,18 - 1,63N} \\
&= 8,78909cm \ \ (afronden\ tot\ op\ 3\ beduidende\ cijfers) \\
&= 8,79cm
\end{aligned}$$

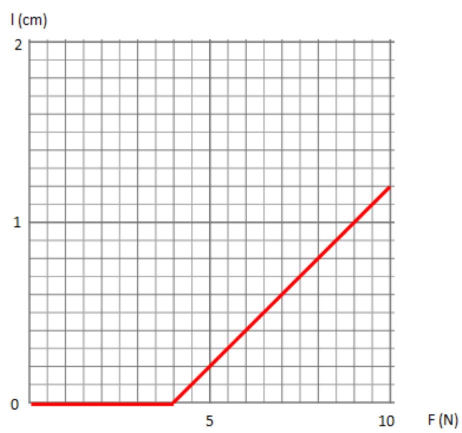
3.5 Teken krachtendiagram

(*cursus oef 12*)
Schets het (F, Δl)-diagram van een veer met een veerconstante 5 $\frac{N}{cm}$. De windingen van de veer klemmen in onbelaste toestand zo hard tegen elkaar dat je een kracht van 4 N moet uitoefenen vooraleer de windingen los komen van elkaar. TIP: Maak eerst een tabel met een aantal waarden.

Geg
$k = 5\ \frac{N}{cm}$
$F_0 = 4kN$

Opl
Bij 0 N is er geen uitrekking, bij 4 N nog steeds niet, pas vanaf dan geldt de wet van Hooke.

F(N)	0	4	9	14
Δl	0	0	1	2



3.6 Zoek de kracht

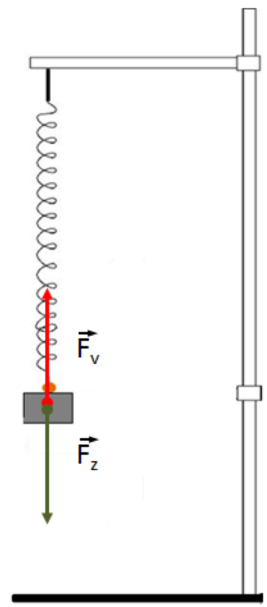
(*cursus oef 13*)
Bereken de kracht die je moet uitoefenen op een veer met een veerconstante gelijk aan $20N/m$ om een veer $15,0cm$ uit te trekken. Stel deze kracht voor op een figuur. Let op je schaal.

Geg
$k = 20\frac{N}{m}$
$\Delta l = 15,0\ cm = 0,150\ m$

Gevr
F_v?, F?

Opl
De kracht die je moet uitoefenen is even groot als de veerkracht. Op de tekening is die kracht de zwaartekracht, maar de opgave spreekt over een kracht.

$$\begin{aligned} F = F_v &= k \cdot \Delta l \\ &= 20\frac{N}{m} \cdot 0,150m \\ &= 3,0\ N \end{aligned}$$



3.7 Veerconstante bepalen

Een veer met rustlengte $20,1cm$. Hang $20,0g$ aan de veer en ze wordt $23,5cm$. Bepaal de veerconstante van de veer.

Geg
$l_0 = 20,1cm$
$l_1 = 23,5cm$
$m = 20,0g$

Gevr
k?

Opl

$$\begin{aligned} F = F_v &= k \cdot \Delta l \\ &\Rightarrow k = \frac{F_v}{\Delta l} \end{aligned}$$

Δl is de uitrekking van de veer: $l_1 - l_0 = 23,5cm - 20,1cm = 3,4cm$
De kracht die de veer uitrekt is zo groot als de zwaartekracht op de massa die aan de veer hangt: $F_v = F_z = m \cdot g = 0,02kg \cdot 9,81\frac{N}{kg} = 0,196N$
Dit alles invullen in de bovenstaande formule,

$$\begin{aligned} k &= \frac{F_v}{\Delta l} \\ &= \frac{0,196N}{3,4cm} \\ &= 0,05764\frac{N}{cm} \end{aligned}$$

We kunnen omzetten naar $\frac{N}{m}$ door teller en noemer vermenigvuldigen met 100
$k = 5,8\frac{N}{m}$
Bemerk dat we afronden op twee beduidende cijfers, aangezien we de Δl ook maar op 2 beduidende cijfers kennen.

Opmerking
Nog beter is om alle variabelen in een formule te zetten ($k = \dfrac{m \cdot g}{l_1 - l_0}$) en dan pas alles uit te rekenen.

3.8 Vering van een Vrachtwagen

(*toets*)

Een vrachtwagen kan net niet onder een brug. Hij is 2,3 cm te hoog. De bestuurder heeft een idee! Hij zal wat extra lading in zijn wagen leggen zodat die lager komt te liggen. Hoeveel massa extra moet er in de vrachtwagen zodat die precies onder de brug door kan? De vrachtwagen heeft 4 wielen, elk met een vering met veerconstante van $15,0 \cdot 10^4 N/m$.

Geg

Veerconstante van 1 wiel: $k_w = 15,0 \cdot 10^4 N/m$

$\Delta l = 2,3cm = 2,3 \cdot 10^{-2} m$

Vier wielen

Gevr

Massa van de extra lading: m.

Oplossing

Op de extra lading werkt een zwaartekracht die de vrachtwagen naar beneden duwt. Die kracht kunnen we berekenen met de wet van Hooke.

$$F_v = k \cdot \Delta l$$

De 'veer' bestaat uit de vier wielveringen. $k = 4k_w$

$$\begin{aligned} F_v &= 4k_w \cdot \Delta l \\ &= 4 \cdot 15,0 \cdot 10^4 N/m \cdot 2,3 \cdot 10^{-2} m \\ &= 138 \cdot 10^2 N \end{aligned}$$

In evenwicht is de veerkracht zo groot als de zwaartekracht. $F_v = F_z$

$$\begin{aligned} F_v = F_z = mg \Rightarrow m &= \frac{F_v}{g} \\ &= \frac{138 \cdot 10^2 N}{9,81 N/kg} \\ &= 1406,7kg \end{aligned}$$

Afronden tot op 2 beduidende cijfers; In de vrachtwagen moet een lading van 1,4 ton gelegd worden.

Opmerking

Je kan ook gewoon de massa zoeken om 1 wielvering 2,3 cm in te drukken, en deze massa met 4 vermenigvuldigen.

3.9 2 Vrachtwagens op Brug

(*toets*)

Een lange brug buigt 13,0 cm door. Als er twee vrachtwagens van elk 30,4 ton oprijden zakt de brug nog 9 mm dieper door. Stel dat de brug voldoet aan de wet van Hooke, wat is de veerconstante van de brug? En hoeveel weegt de brug zelf?

Geg

massa vrachtwagen: $m_v = 30,4ton = 30,4 \cdot 10^3 kg$

doorzakken brug: $\Delta l_1 = 13,0cm$

doorzakken door 2 vrachtwagens: $\Delta l_2 = 9mm$

Gevr

Veerconstante van de brug: k

Massa van de brug. m_b

Oplossing

Het zakken van de brug onder het gewicht van de twee vrachtwagens voldoet aan de wet van Hooke:

$$\begin{aligned} F_v &= k \cdot \Delta l_2 \\ F_z &= m \cdot g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_z = F_v \Rightarrow k &= \frac{m \cdot g}{\Delta l_2} \\ &= \frac{2 \cdot 30,4 \cdot 10^3 kg \cdot 9,81 N/kg}{9 \cdot 10^{-3} m} \\ &= 66,3 \cdot 10^6 \frac{N}{m} \end{aligned}$$

Dit is de veerconstante van de brug.

De brug zakt zelf 13,0 cm onder haar eigen gewicht.

$$\begin{aligned} F_g = F_v &= k \cdot \Delta l_1 \\ &= 66,3 \cdot 10^6 \frac{N}{m} \cdot 13 \cdot 10^{-2} m \\ &= 8,62 \cdot 10^6 N \end{aligned}$$

Het gewicht van de brug is $8,62 \cdot 10^6 N$, dat komt overeen met een massa van 878 ton. (Het (niet afgeronde) gewicht delen door $9,81 \frac{N}{kg}$)

3.10 Anneke op de Trampoline

(*toets*)

Anneke (34,1kg) springt op een trampoline. In rusttoestand hangt de trampoline 50,0 cm boven het gras. Als ze er op staat, 38,5 cm, en als ze springt slechts 32,8 cm. Wat is de veerconstante van de trampoline?
Wat is het gewicht van Anneke op het laagste punt van haar sprong. (= als de trampoline 32,8 cm boven de grond komt)
Geg
massa Anneke: $m = 34,1kg$
rusttoestand: $l_0 = 50,0cm$
Anneke op trampoline: $l_1 = 38,5cm$
Anneke springend op trampoline: $l_2 = 32,8cm$
Gevr
Veerconstante van de trampoline: k ?
Gewicht van Anneke tijdens sprong. F_g ?
Oplossing
De eerste keer rekt de veer $\Delta l_1 = l_0 - l_1 = 11,5cm$ uit. De veerkracht is hier even groot als de zwaartekracht op de massa van Anneke: De uitrekking, moeten we goed interpreteren:

$$\begin{aligned} F_v &= k \cdot \Delta l_1 \\ F_z &= m \cdot g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_z = F_v \Rightarrow k &= \frac{m \cdot g}{\Delta l_1} \\ &= \frac{34,1 \cdot 9,81N/kg}{11,5cm} \\ &= 29,1\frac{N}{cm} \end{aligned}$$

Dit is de veerconstante van de trampoline.
Als Anneke springt is buigt de trampoline dieper door $\Delta l_2 = l_0 - l_2 = 17,2cm$; haar gewicht is groter tijdens het afremmen van haar sprong.

$$\begin{aligned} F_g = F_v &= k \cdot \Delta l_2 \\ &= 29,1\frac{N}{cm} \cdot 17,2cm \\ &= 501N \end{aligned}$$

Het gewicht van Anneke is dan $501N$, dat komt overeen met een massa van 51,1 kg. (Gewicht delen door $9,81\frac{N}{kg}$)