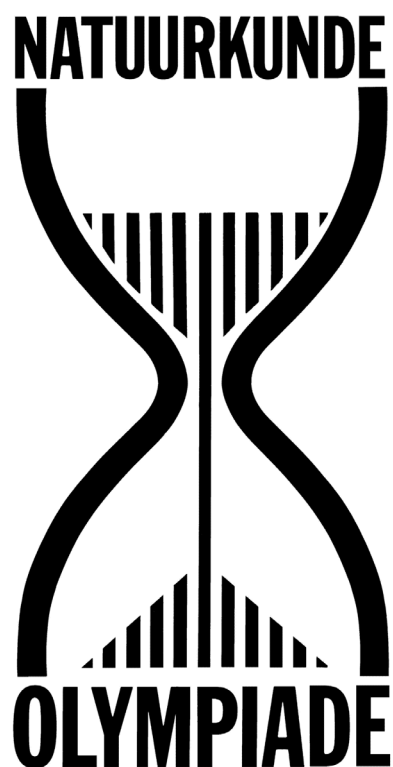




Nationale Natuurkunde Olympiade

Eerste ronde 2021

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2021

Voor je liggen de opgaven van de eerste ronde. Deze toets bestaat uit 25 vragen.

De totale tijd die je voor het maken van de toets krijgt is 2 klokuren.

Elke goed beantwoorde vraag levert 2 punten op. In totaal kun je dus **50 punten** behalen.

Je mag van het BiNaSboek, Sciencedata en een (grafische) rekenmachine gebruik maken.

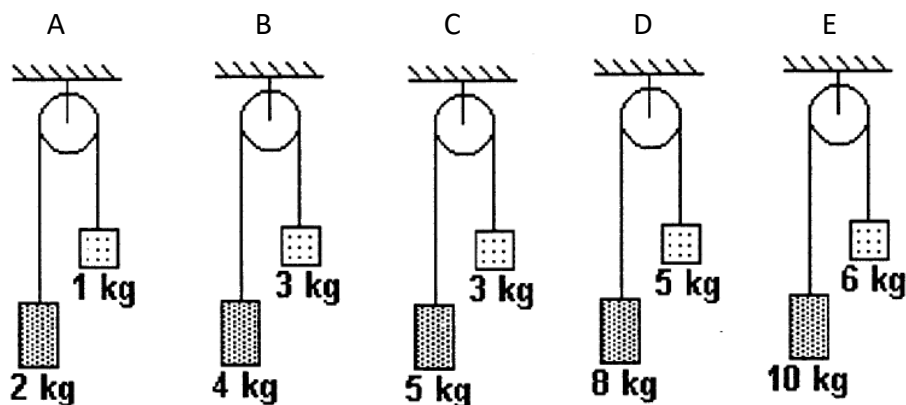
Veel succes!

Deze opgaven zijn samengesteld door: Jan Hoekstra, Hans Jordens, Enno van der Laan, Koert van der Lingen, Ad Mooldijk, Freek Pols, Pieter Smeets en Sander Velthuis.

1 Gewichten en katrol

Hieronder zie je 5 plaatjes. In elk plaatje zie je twee massa's die aan elkaar verbonden zijn door middel van een over een (wrijvingsloos) katrol lopend touw. In alle 5 situaties beweegt de grootste massa eenparig versneld naar beneden.

- > In welk plaatje krijgen de massa's de grootste versnelling?

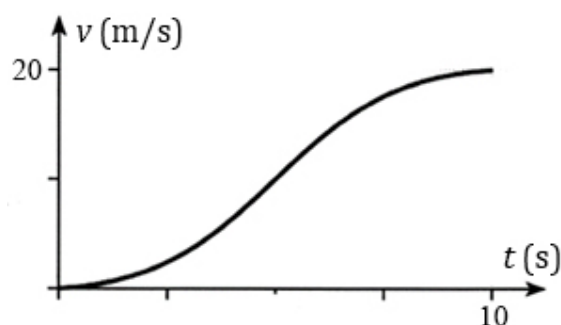


2 (v,t)-diagram

Hiernaast zie je het snelheid-tijd diagram van een langs een rechte lijn optrekkende auto.

- > Hoe groot is de maximale versnelling van de auto geweest?

- A 1 m/s^2
- B 2 m/s^2
- C 3 m/s^2
- D 4 m/s^2
- E 5 m/s^2



3 Bandenspanningscontrole

Bij moderne auto's is elk wiel voorzien van een sensor om de draaifrequentie van dat wiel te bepalen. Deze informatie gebruikt de auto om bij een noodstop te kunnen remmen zonder de wielen te laten blokkeren. Auto's moeten tegenwoordig ook een systeem hebben om de bestuurder tijdig te waarschuwen als een band lek is en leegloopt tijdens het rijden.

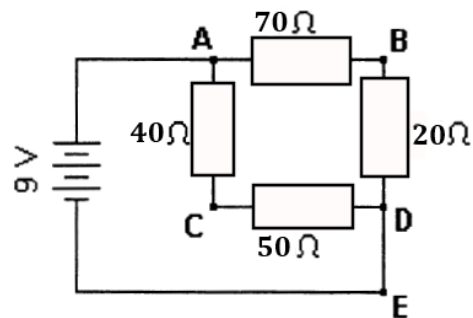
- > Kan de informatie van de wielsensoren gebruikt worden om deze waarschuwing te geven tijdens het rijden?
 - A Ja, want tijdens het leeglopen neemt de draaifrequentie van dat wiel af ten opzichte van de andere wielen.
 - B Ja, want tijdens het leeglopen neemt de draaifrequentie van dat wiel toe ten opzichte van de andere wielen.
 - C Nee, want tijdens het leeglopen verandert de draaifrequentie van ieder wiel even veel.
 - D Nee, want de draaifrequentie van de wielen is helemaal niet afhankelijk van de bandenspanning.

4 Schakeling

De hiernaast staande schakeling bestaat uit een spanningsbron van 9,0 V en vier weerstanden.

> Hoe groot is de stroomsterkte door punt E van de schakeling?

- A 0,050 A
- B 0,20 A
- C 1,0 A
- D 5,0 A



5 Rijden over zandwegen

In Australië zijn veel wegen die bestaan uit los zand. Om over deze wegen te rijden laten chauffeurs een deel van de lucht uit de banden lopen.

> Dit doen ze omdat zo:

- A De auto lichter is en dan minder ver in het zand zakt.
- B De banden minder warm worden en de kans op een lekke band kleiner is.
- C De druk op het zand dan kleiner is, waardoor de auto minder ver in het zand zakt.



6 Twee vloeistoffen

Men beschikt over 2 vloeistoffen A en B, die goed mengbaar zijn waarbij géén volumecontractie plaatsvindt. Men maakt twee mengsels van deze stoffen. Het eerste mengsel bevat 50 **volume%** A en 50 **volume%** B. Het tweede mengsel bevat 50 **massa%** A en 50 **massa%** B. Deze twee mengsels blijken exact dezelfde dichtheid te hebben.

> Waardoor komt dit?

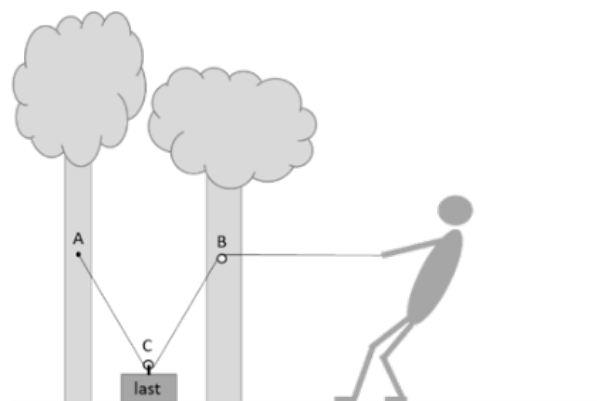
- A Dat komt door de 50 – 50 verdeling, dan zijn de dichtheden van de mengsels altijd aan elkaar gelijk.
- B Dit komt omdat dichtheid A gelijk is aan $2 \cdot$ dichtheid B.
- C Dit komt omdat dichtheid A gelijk is aan dichtheid B.
- D Dit komt omdat dichtheid A gelijk is aan $\frac{1}{2} \cdot$ dichtheid B.

7 Heiblok-hijs-wedstrijd

Tijdens een kermis wordt een hijs-wedstrijd georganiseerd. Hiervoor wordt de opstelling van de figuur gebruikt. In punt A is een sterk touw aan een boom vastgemaakt. Bij B loopt dit touw over een katrol die aan een andere boom op gelijke hoogte is vastgemaakt. Bij C hangt in het touw een tweede katrol, waaraan een last hangt. De massa van dit laatstgenoemde katrol en deze last tezamen is 35 kg. Als dorpsbewoner Pietje het touw strak trekt, zonder de last van de grond te trekken, geldt $AB = BC = AC = 1,5 \text{ m}$.

Pietje krijgt de last zover omhoog dat de afstand tussen de grond en de onderkant van de last 55 cm wordt.

> Bereken de trekkracht (in kN) die Pietje hierbij uitoefende.



8 Veer

Een voorwerp hangt stil aan een veer. Het voorwerp wordt vervolgens een stukje naar beneden getrokken en dan vastgehouden.

- > Wat geldt dan voor de som van de veerenergie en de zwaarte-energie?
 - A Deze is toegenomen.
 - B Deze is hetzelfde gebleven.
 - C Deze is afgenomen.

9 Motorrijder in de bocht

De motorrijder in de eerste figuur rijdt door een bocht die in de derde figuur met A staat aangegeven. Zoals je in de tweede figuur kunt zien is de maximumsnelheid in de bocht 50 km/h.

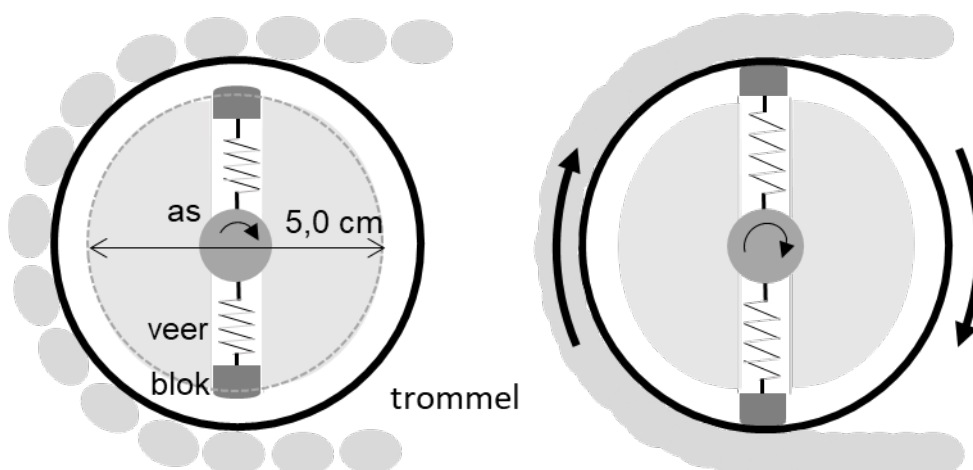
De vraag is of de motorrijder de maximumsnelheid overschrijdt.

- > Bepaal hiervoor de snelheid van de motorrijder in km/h.



10 Centrifugaalkoppeling

Een centrifugaalkoppeling is een automatische koppeling die veel gebruikt wordt in apparaten die worden aangedreven met een benzinemotor, zoals een kettingzaag. Aan de as van de motor zijn twee veren bevestigd, waaraan weer blokken zijn vastgemaakt. Dit systeem draait rond in een trommel die met de zaag zelf is verbonden. Draait de motor stationair langzaam rond, dan maken de blokken geen contact met de trommel. Hoewel de motor draait, staat de trommel dus gewoon stil. Als er gas wordt gegeven, gaat de as met de blokken sneller draaien. De blokken bewegen daardoor naar buiten. Zodra zij de trommel raken, gaat deze meedraaien met de motoras. Zie figuren.



De koppeling moet zo worden ontworpen dat de trommel stil staat bij minder dan $1,0 \cdot 10^3$ toeren per minuut van de motoras en gaat meebewegen bij meer toeren.

De massa van een blok is 6,0 g en het beweegt 3,0 mm naar buiten.

> Bereken de veerconstante van de benodigde veren.

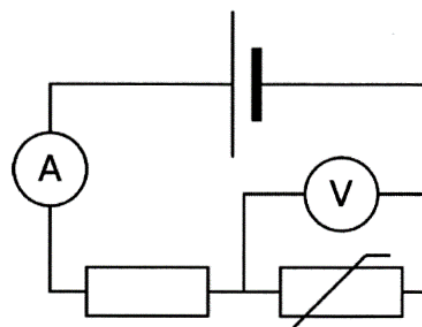
- A $C = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$
- B $C = 6,1 \cdot 10^2 \text{ Nm}^{-1}$
- C $C = 1,2 \cdot 10^3 \text{ Nm}^{-1}$
- D $C = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Nm}^{-1}$

11 NTC-weerstand

In de schakeling zie je een gewone weerstand en een NTC-weerstand (met de schuine streep erdoor) in serie geschakeld. De temperatuur van de NTC-weerstand neemt toe.

> Kies wat er met de uitslag van de ampèremeter gebeurt en wat er met de uitslag van de voltmeter gebeurt.

- A De uitslag van de ampèremeter loopt terug.
- B De uitslag van de ampèremeter blijft hetzelfde.
- C De uitslag van de ampèremeter loopt op.
- D De uitslag van de voltmeter loopt terug.
- E De uitslag van de voltmeter blijft hetzelfde.
- F De uitslag van de voltmeter loopt op.



12 Schakelen

Als een weerstand A op een spanningsbron wordt aangesloten blijkt er een stroom I_0 door A te gaan. Men schakelt een weerstand B in serie met weerstand A en sluit dit tweetal aan op dezelfde spanningsbron. Nu blijkt de stroom door A en B $\frac{4}{5}I_0 = 0,80 \times I_0$ te zijn.

Vervolgens schakelt men nog een derde weerstand C, met dezelfde waarde als die van B, in serie met de weerstanden A en B. Deze combinatie wordt ook weer aangesloten op dezelfde spanningsbron.

> Wat geldt voor de stroom die nu door de weerstanden loopt?

- A $I = I_0 \times 0,80 \times 0,80 = 0,64 \times I_0$
- B $I = I_0 - 0,20 I_0 - 0,20 I_0 = 0,60 \times I_0$
- C $I = I_0 \times 4/5 \times 4/6 = 0,53 \times I_0$
- D $I = I_0 \times 4/5 \times 5/6 = 0,67 \times I_0$

13 Vallende waterdruppel

Studenten doen onderzoek naar een vallende waterdruppel. Voor het eerste deel van de valbeweging wordt de positie van de waterdruppel als functie van de tijd beschreven door: $s(t) = \frac{1}{2}gt^2 - \beta t^4$. Het doel van het onderzoek is het bepalen van de waarde van de constante β . Dit doen zij door de metingen in een diagram weer te geven waarbij de grootheden op de assen zo zijn gekozen dat de verwachte grafiek een rechte lijn is en uit de richtingscoëfficiënt de constante β bepaald kan worden.

> Voor welke van onderstaande combinatie(s) van assen kan dan worden gekozen? (Kies dat antwoord of die antwoorden die goed zijn.)

- A $s - \frac{1}{2}gt^2$ op de y-as en t^4 op de x-as
- B s op de y-as en t^2 op de x-as
- C s^2 op de y-as en t op de x-as
- D s/t^2 op de y-as en t^2 op de x-as

14 Elektrische auto

In een autotijdschrift wordt een elektrische auto besproken die is uitgerust met een elektromotor met een vermogen van 204 pk (hp). Volgens de fabrikant trekt de auto, die een massa van 1694 kg heeft, in 7,3 s op van 0 tot 100 km/h.

> Wat is het (gemiddelde) rendement bij het optrekken volgens deze gegevens?

- A 6%
- B 16%
- C 38%
- D 60%

15 De meting verstoord?

De temperatuur van 128 mL water moet nauwkeurig bepaald worden. Daartoe brengt men een roestvrijstalen temperatuursensor met een massa van 17,2 g en een begintemperatuur van 20 °C in de vloeistof.

De temperatuursensor wijst dan in het water 74,1 °C aan.

De soortelijke warmte is een stoffeigenschap die aangeeft hoeveel warmte er nodig is om 1 kg van een stof 1 K in temperatuur te laten stijgen en is te vinden in het tabellenboek.

> Bereken de temperatuur van het water voordat de meting plaats vond.

- A $T = 73,3$ °C
- B $T = 74,1$ °C
- C $T = 74,3$ °C
- D $T = 74,9$ °C

16 Massa's aan veren

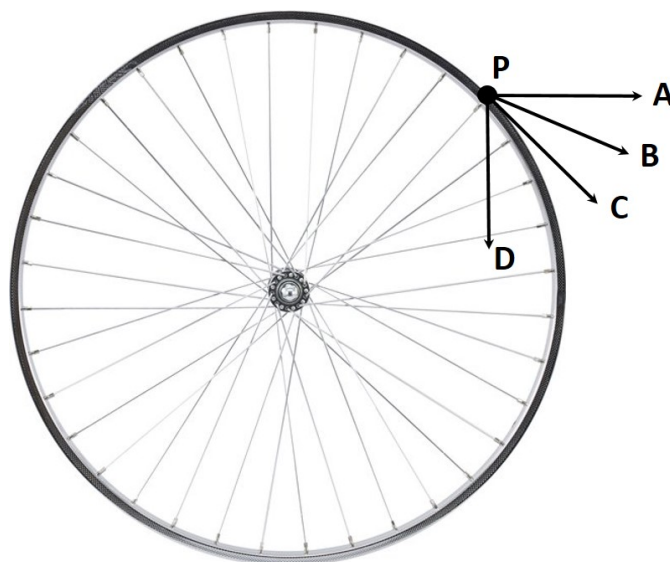
Twee voorwerpen met massa's $m_1 = 0,90$ kg en $m_2 = 1,10$ kg hangen op dezelfde hoogte aan identieke veren met een veerconstante van 40 N/m. De voorwerpen worden evenveel omlaag getrokken en op het tijdstip $t = 0$ s tegelijkertijd losgelaten, waarna ze beiden met een klein verschil in frequentie harmonisch gaan trillen.

> Bereken het eerste tijdstip t waarop de beide voorwerpen weer gelijke positie en snelheid hebben.

17 Fietswiel

Het fietswiel in de figuur rolt met een zekere snelheid naar rechts.

> Welke pijl geeft het beste de richting aan van de snelheid van punt P ten opzichte van de grond?



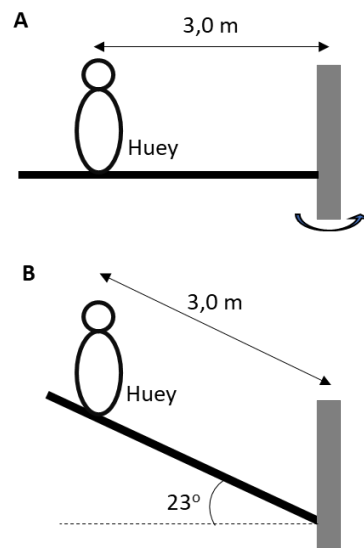
18 Draaimolen

Huey zit op een draaimolen met een horizontale balk. De draaimolen wordt zo snel rondgedraaid dat de wrijvingskracht tussen Huey en de balk de maximale waarde bereikt en Huey nog net op de plek blijft. Dit is situatie A.

Vervolgens wordt de draaimolen stilgezet. De balk wordt zo schuin gezet zodat de Huey net niet gaat glijden. De hoek van de balk met de horizontaal is dan 23° . Zie de figuur B. Dit is situatie B.

Luchtwrijving mag buiten beschouwing worden gelaten.

- > Bereken het toerental in RPM (omw/min) van de draaimolen in situatie A.



19 Elektrische lading en kracht

Twee identieke metalen bollen A en B, die een vaste onderlinge afstand d bij elkaar vandaan staan, bevatten eenzelfde hoeveelheid elektrische lading. Door deze lading stoten zij elkaar af met een elektrische kracht F .

Een derde identieke, aanvankelijk ongeladen, metalen bol wordt eerst in contact gebracht met bol A, daarna met bol B en dan buiten de invloedssfeer van A en B gebracht.

- > Hoe groot is nu de afstotende kracht tussen A en B?

- A $\frac{1}{4}F$
- B $\frac{3}{8}F$
- C $\frac{3}{4}F$
- D $\frac{1}{2}F$
- E $\frac{5}{8}F$

20 Weerstanden en vermogen

Als iemand een bepaalde weerstand op een bepaalde spanningsbron aansluit, wordt er in deze weerstand een vermogen van $0,70 \text{ W}$ omgezet. De weerstand wordt nu in serie geschakeld met twee parallel geschakelde weerstanden. De waarden van deze drie weerstanden zijn gelijk. Dit drietal wordt nu aangesloten op dezelfde spanningsbron.

- > Hoe groot is nu het vermogen dat in de oorspronkelijke weerstand wordt omgezet?

- A $0,47 \text{ W}$
- B $0,35 \text{ W}$
- C $0,31 \text{ W}$
- D $0,18 \text{ W}$

21 Fietsaccu

Op de accu van een elektrische fiets staat een typeplaatje met enkele gegevens. Zie de figuur. In de met nummer 1 aangegeven rechthoek staat de waarde van de spanning in V, in de met nummers 2 en 3 aangegeven rechthoeken staan eenheden zodat ze relevante gegevens over de accu weergeven.



- > Noteer het juiste getal en de juiste eenheden in de genummerde rechthoeken.

Mogelijkheden:

Getallen 12 18 24 36

Eenheden V A J W kW

22 Windmolen

Leid de formule af voor het vermogen van de kinetische energie van de wind die op de effectieve oppervlakte A van een windmolen valt, zie de gemarkeerde oppervlakte in de figuur. Gebruik daarbij

ρ = luchtdichtheid,

v = windsnelheid en

R = lengte van een wiek.

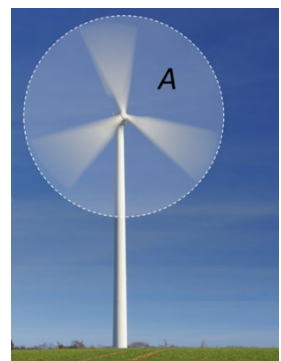
- > Het antwoord is:

A $P = \rho \pi R^2 v^3$

B $P = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 v^3$

C $P = \rho \pi R^2 v^2$

D $P = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 v^2$



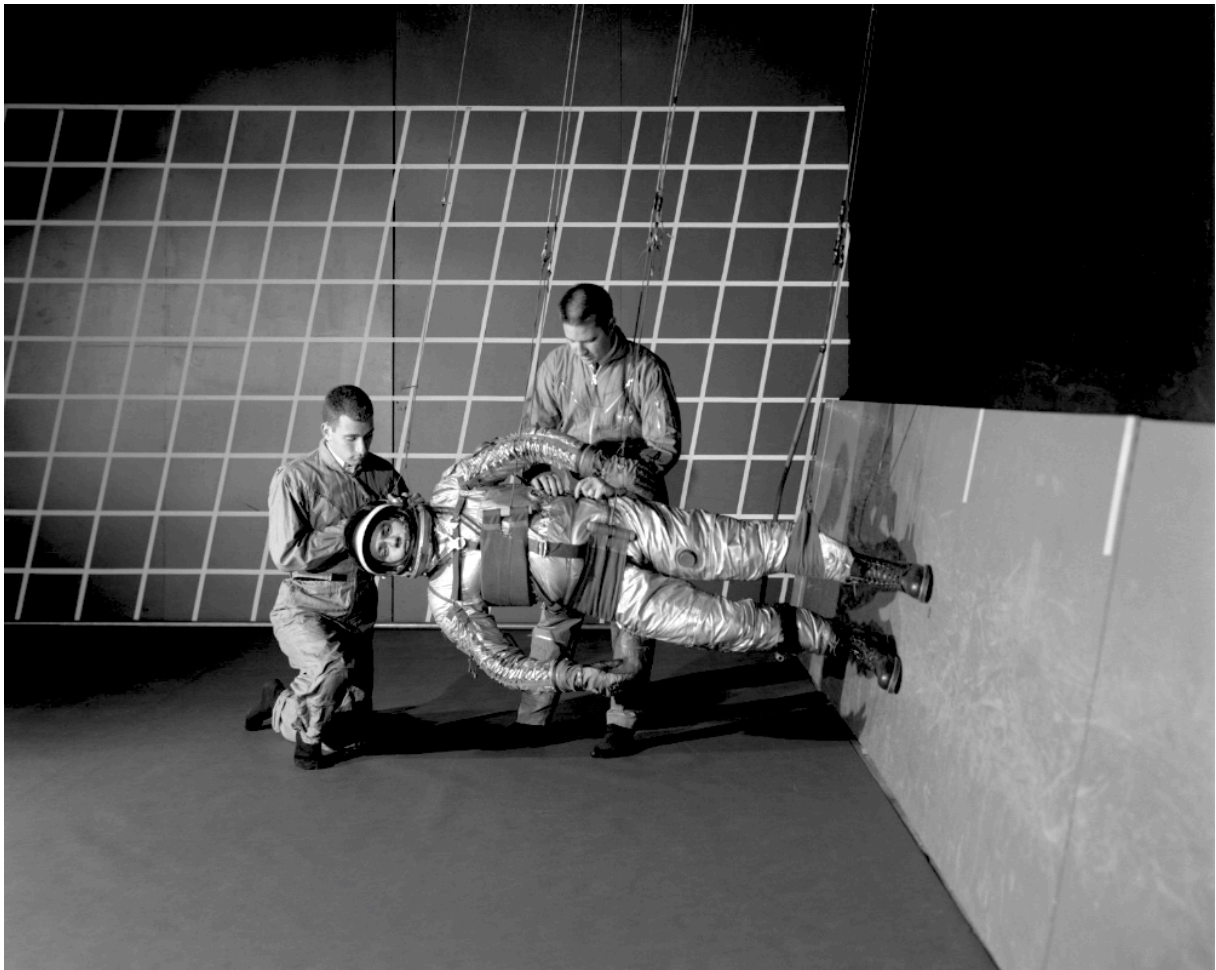
23 Trajectcontrole

Klaas rijdt al jaren voor zijn werk hetzelfde traject. In dit traject is een stuk snelweg opgenomen waarvoor hij, gebruikmakend van zijn cruisecontrol, ingesteld op 120 km/h, altijd precies dezelfde tijd nodig had. Toen vorig jaar de regering de 100 km/h maatregel instelde, stelde hij zijn cruisecontrol op dit traject uiteraard ook in op die snelheid. Het bleek dat hij vanaf dat moment 2,8 minuten meer tijd nodig had om dat traject af te leggen.

- > Bereken de lengte van dit traject in kilometer.

24 NASA zwaartekracht simulatie

Ruimtevaartorganisatie NASA voerde simulaties uit om op aarde ruimtepakken te testen tijdens voortbewegen onder invloed van een andere zwaartekracht dan op aarde. De 'astronaut' hing hierbij aan touwen onder een hoek met de verticaal. Zie de foto.



- > Welke situatie wordt hier voor de astronaut gesimuleerd?
 - A Een ruimtewandeling rond een ruimtestation in een baan om de aarde.
 - B Een ruimtewandeling op de Maan.
 - C Een ruimtewandeling op Mars.
 - D Een ruimtewandeling op Venus.

25 Foton

De energie van een foton wordt gegeven door $E = hf$ waarbij f de frequentie is van het foton en h de constante van Planck.

- > Wat is een correcte eenheid van deze constante h ?
 - A kg m s^{-1}
 - B kg m s^{-2}
 - C $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$
 - D $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$