CENTRALE COMMISSIE VOORTENTAMEN NATUURKUNDE

TENTAMEN NATUURKUNDE

Voorbeeldtentamen 2

tijd	: 3 uur
aantal opgaven	: 5
aantal antwoordbladen	: 3 (bij opgave 1, 4 en 5)

Iedere opgave dient op een afzonderlijk vel te worden gemaakt
(want voor iedere opgave is er een afzonderlijke corrector).

Vermeld op ieder in te leveren vel uw naam.

Niet met potlood schrijven en geen tipp-ex of iets dergelijks gebruiken.

Antwoorden zonder motivering worden niet gehonoreerd.

Aanvullende gegevens zijn te vinden in Binas (6^{e} druk).

De norm bij de beoordeling is:

opgave 1	: 24 punten
opgave 2	: 12 punten
opgave 3	: 10 punten
opgave 4	: 12 punten
opgave 5	: 12 punten

Het cijfer = aantal behaalde punten / 70 * 9 + 1

Informatie over de voortgang en het verloop van de correctie op:
www.ccvx.nl

OPGAVE 1 - een auto

Een auto rijdt op een rechte horizontale weg. In figuur 1 is het (v,t)-diagram weergegeven. Figuur 1 staat ook op het antwoordblad. In de grafiek zitten drie dalende stukjes omdat de chauffeur dan schakelt. Na het schakelen versnelt de auto weer.

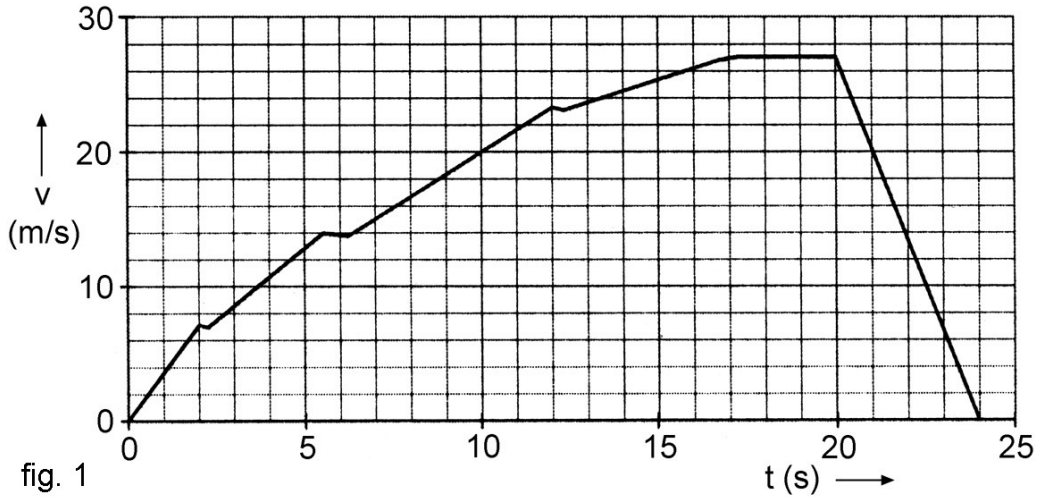


fig. 1

2p a. Leg uit hoe uit de grafiek blijkt dat de versnelling na het schakelen kleiner is dan voor het schakelen.

De auto heeft een massa van 850 kg.

4p b. Bepaal de arbeid die de motor levert in de periode van t = 0 tot t = 2,0 s. Verwaarloos daarbij de wrijvingskracht die de auto ondervindt.

Tijdens het schakelen wordt de motor ontkoppeld.
Op de auto werkt dan alleen de wrijvingskracht. In figuur 2 is het gedeelte van het (v,t)-diagram tussen t = 5 s en t = 7 s vergroot weergegeven. In die periode schakelt de chauffeur voor de tweede maal. Figuur 2 staat ook op het antwoordblad.

4p c. Bepaal met behulp van de figuur 2 op het antwoordblad de grootte van de wrijvingskracht op de auto tijdens het schakelen.

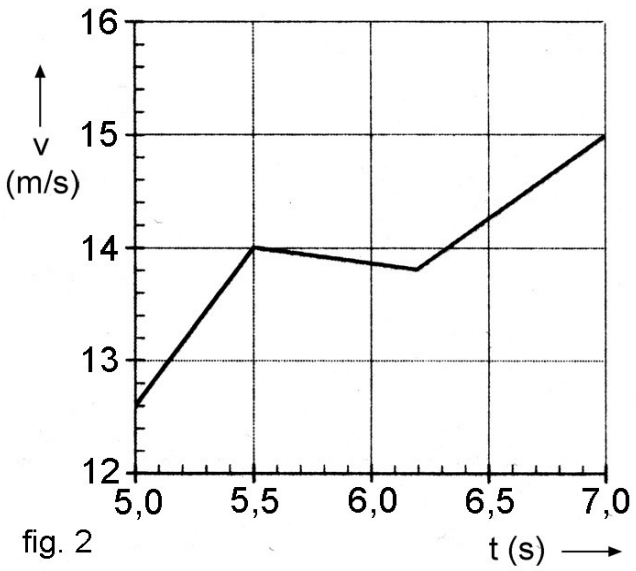


fig. 2

Volgens de specificaties is de auto in staat om in 10 s van 0 tot 80 km/h te versnellen.

2p d. Laat met een berekening zien of daar tijdens deze rit aan voldaan is.

Vanaf t = 20 s remt de auto af totdat deze stil staat.

3p e. Bepaal met behulp van de figuur 1 op het antwoordblad de afstand die de auto tijdens het remmen aflegt.

Copyright © 2017 CCVX

De snelheid wordt gemeten met radargolven. De door de radar uitgezonden radargolven worden door de rijdende auto teruggekaatst. Het geheel is schematisch weergegeven in figuur 3. De golflengte van de uitgezonden radargolven is 7,5 mm.

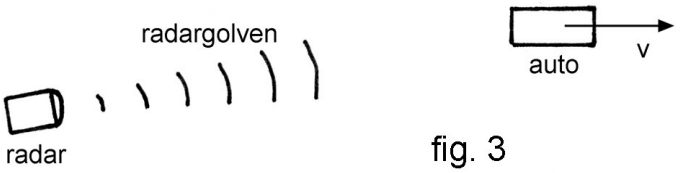


fig. 3

2p f. Bereken de frequentie van de uitgezonden radargolven.

De teruggekaatste radargolven hebben een veel kleinere amplitude en een iets grotere golflengte dan de uitgezonden radargolven.

2p g. Geef voor beide veranderingen de oorzaak.

Om de snelheid van de auto te bepalen kan men de teruggekaatste golven laten interfereren met de uitgezonden golven. Hierbij ontstaat een samengestelde golf waarvan de amplitude varieert met een bepaalde periode. Dit is weergegeven in figuur 4.

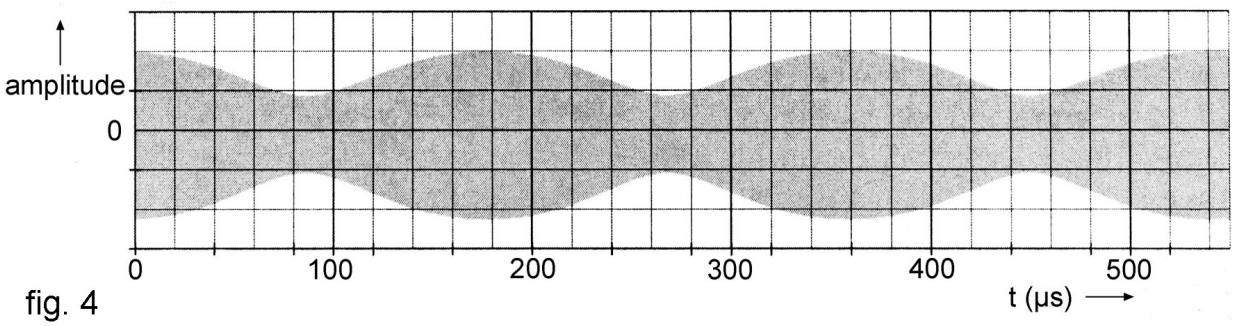


fig. 4

De periode T waarmee de amplitude van de samengestelde golf varieert, is een maat voor de snelheid van de auto. Als de auto op grote afstand is, geldt de formule:

$T = \lambda / (2 \cdot v)$ Hierin is: T de periode in s;
v de snelheid van de auto in m/s;
λ de golflengte van de uitgezonden straling in m.

3p h. Bepaal met behulp van figuur 4 de snelheid van zich verwijderende auto.

Als de auto nog dichtbij de radar is, is deze formule niet juist. Er moet dan gecorrigeerd worden omdat de auto niet precies in de richting van de radar af rijdt. Voor de snelheid v moet dan de component van de snelheid in de richting radar-auto ingevuld worden.

2p i. Leg uit of in dat geval de formule een te grote of een te kleine waarde voor de snelheid v geeft.

Copyright © 2017 CCVX

OPGAVE 2 - licht uit spierkracht

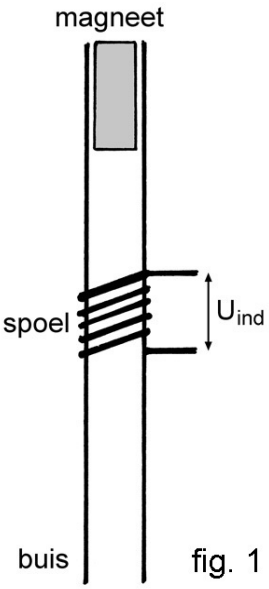


fig. 1

Om het midden van een kunststof buis is een spoel van koperdraad gewikkeld. Aan de bovenzijde van de buis bevindt zich een magneet. Het geheel is schematisch weergegeven in figuur 1.

Men laat de magneet los zodat deze door de spoel naar beneden valt. Tijdens deze val meet men de inductiespanning U_{ind} (zie figuur 2) en de bijbehorende flux van de spoel (zie figuur 3) als functie van de tijd. Uit de grafiek van de inductiespanning blijkt dat de maximum spanning op t = 0,12 s kleiner is dan de (absolute) waarde van de minimum spanning op t = 0,17 s.

2p a. Leg met behulp van de fluxgrafiek (figuur 3) uit waarom dat zo is.

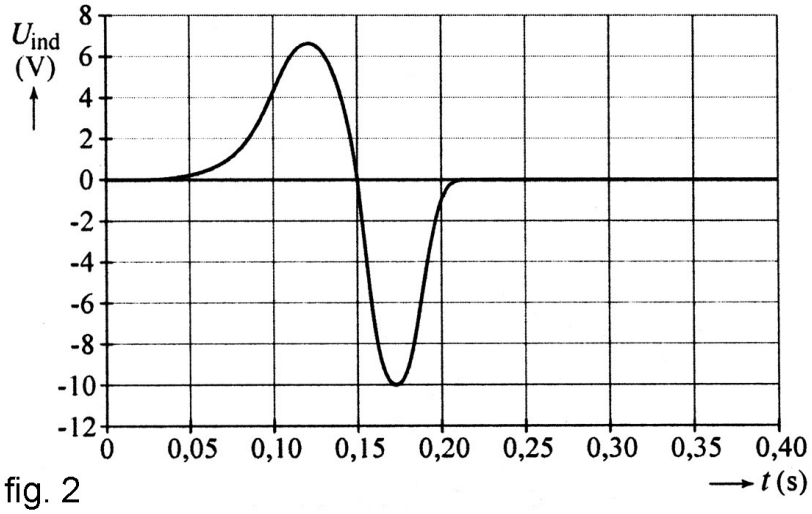


fig. 2

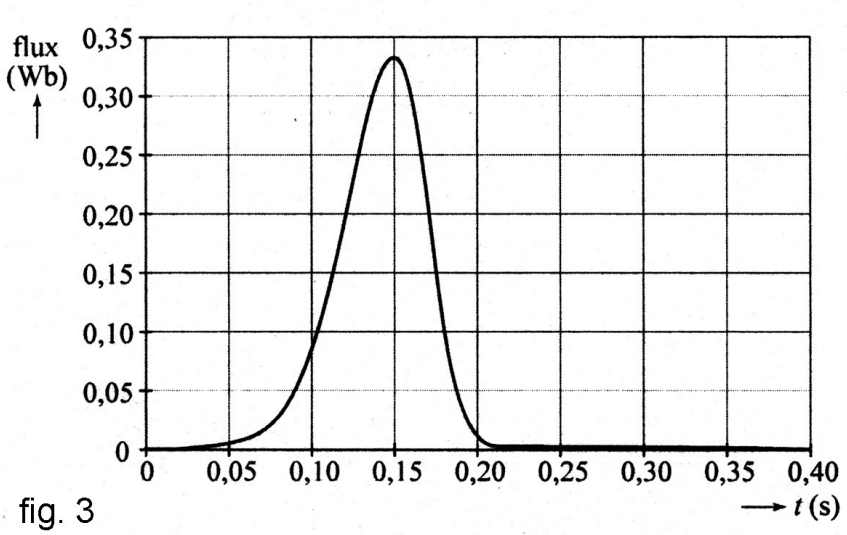


fig. 3

lees verder op de volgende bladzijde

Copyright © 2017 CCVX

Men sluit de beide openingen van de buis af. Dan schudt men de buis met de magneet heen-en-weer, zodat er een wisselspanning wordt opgewekt aan de uiteinden van de spoel. Zie figuur 4. Om een regelmatig signaal te krijgen, schudt men horizontaal en in een regelmatig tempo.

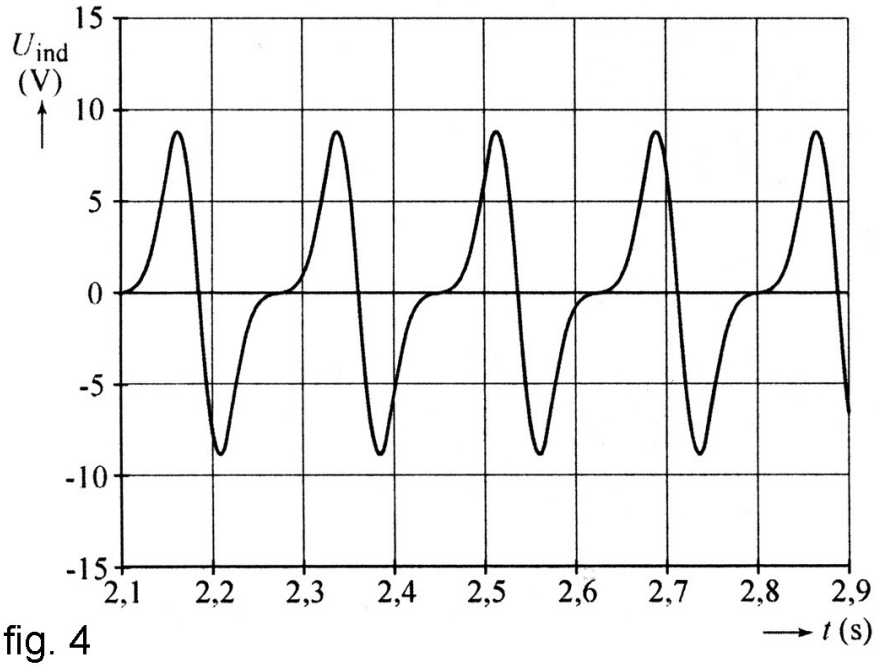


fig. 4

3p b. Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de frequentie van deze wisselspanning.

1p c. Leg uit of het juist of onjuist is dat de gemiddelde waarde van deze wisselspanning 0 V is.

Men kan de elektrische energie die tijdens het schudden wordt opwekt, opslaan in een batterij. Op deze batterij kan men een LED aansluiten. Men heeft dan een door spierkracht oplaadbare lamp gemaakt.
De (I,U)-karakteristiek van de LED staat in figuur 5.

Als de lamp wordt aangezet, heeft de stroomsterkte door de LED gedurende de eerste 15 s een constante waarde van 35 mA.

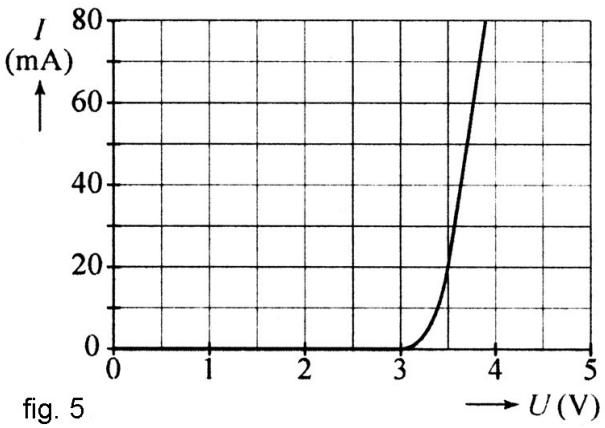


fig. 5

3p d. Bepaal met behulp van figuur 5 de hoeveelheid elektrische energie die de LED in deze tijd heeft omgezet.

Men sluit de LED direct op de spoel aan, dus zonder batterij te gebruiken. Dan schudt men de buis met de magneet weer op gelijke wijze als boven opnieuw heen-en-weer. Het blijkt dat de LED dan knippert.

3p e. Leg uit waarom de LED dan knippert en bepaal de duur van de periode die de LED steeds even “aan” is.

Copyright © 2017 CCVX

OPGAVE 3 - vuvuzela

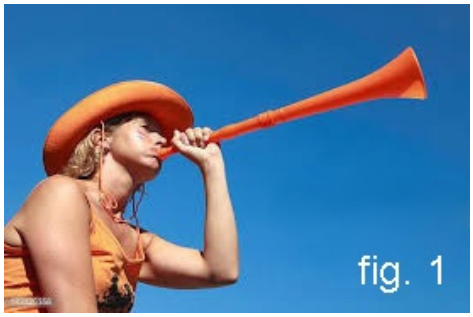


fig. 1

Een vuvuzela is een instrument dat bestaat uit een kegelvormig buis (fig. 1). Aan de korte kant bevindt zich een mondstuk. Blaast men op dit mondstuk, dan klinkt er een luide toon. De vuvuzela is 68 cm lang.

Door de kegelvormige vorm wijkt de toonvorming af van de toonvorming zoals die bekend is van open of gesloten orgelpijpen met een constante diameter.

Beschouw twee hypotheses:

1. De buis heeft één gesloten en één open uiteinde.
2. De buis heeft twee open uiteinden.

Men blaast op de vuvuzela en registreert het geluid, zie figuur 2.

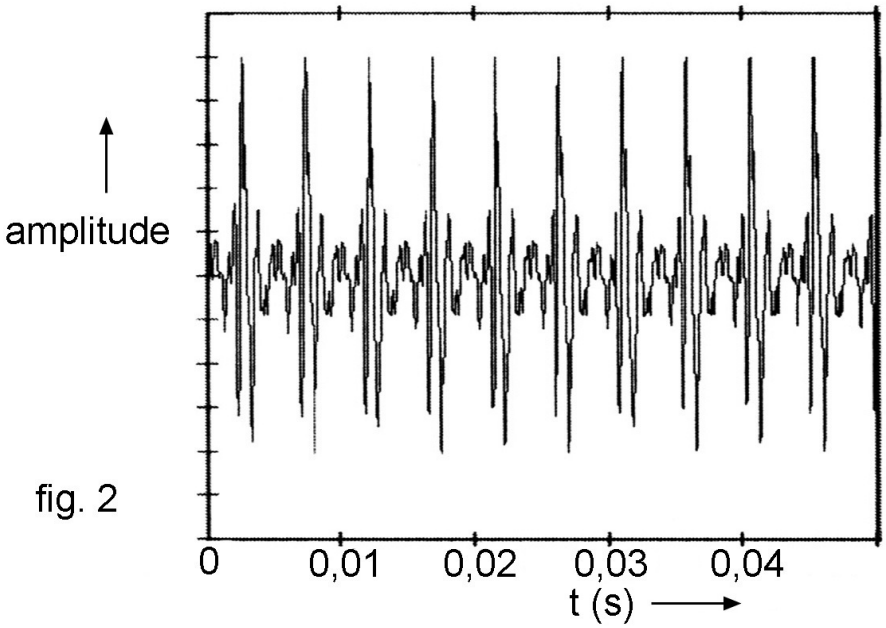


fig. 2

In figuur 3 is de frequentie van de grondtoon van beide types buis als functie van de lengte van de buis weergegeven.

3p a. Toon aan dat geen van beide hypotheses bevestigd wordt door de gegevens van figuur 2 in combinatie met figuur 3.

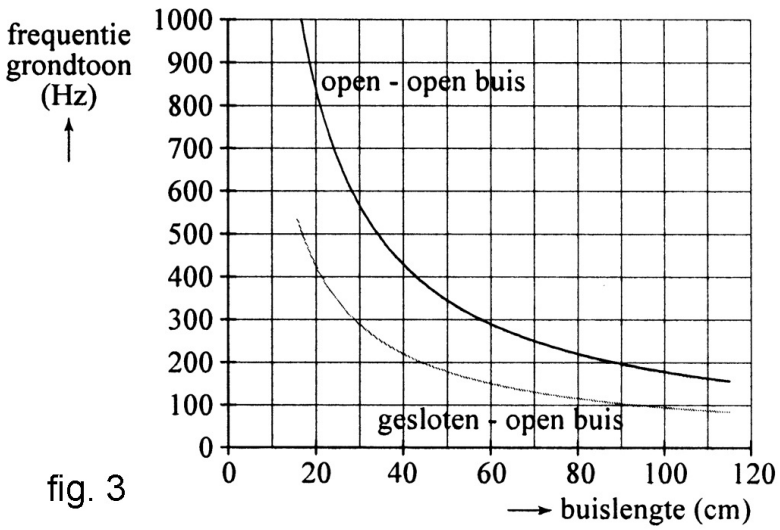


fig. 3

lees verder op de volgende bladzijde

Copyright © 2017 CCVX

Om de hypotheses op een andere manier te testen, kan men ook de boventonen onderzoeken. In figuur 4 zijn de frequenties van de toon van de vuvuzela weergegeven.

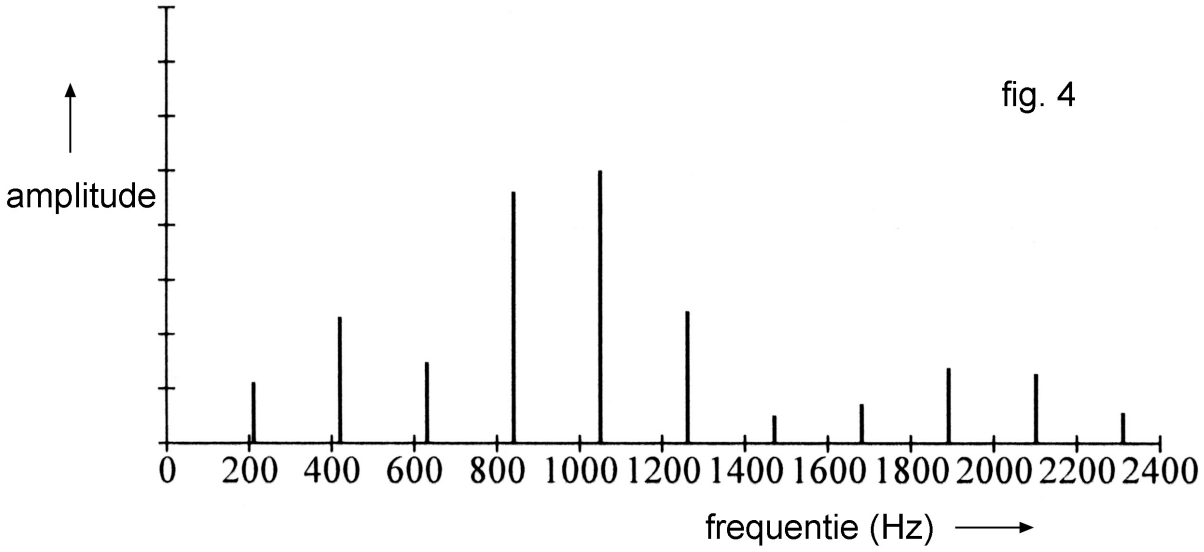


fig. 4

3p b. Leg met behulp van figuur 4 uit dat hypothese 2 het meest gesteund wordt.

Het lijkt er op dat hypothese 2 klopt, maar de grondfrequentie niet juist is.

Voor de grondtoon van een kegelvormige buis wordt een derde hypothese opgesteld:

$\lambda = 2 \cdot L$ Hierin is: λ de golflengte van de grondtoon;
L de akoestische lengte van de kegelvormige buis. Deze kan verkregen worden door de lengte van de buis te bepalen tot het denkbeeldig punt waar de dikte gelijk wordt aan nul. Zie figuur 5.

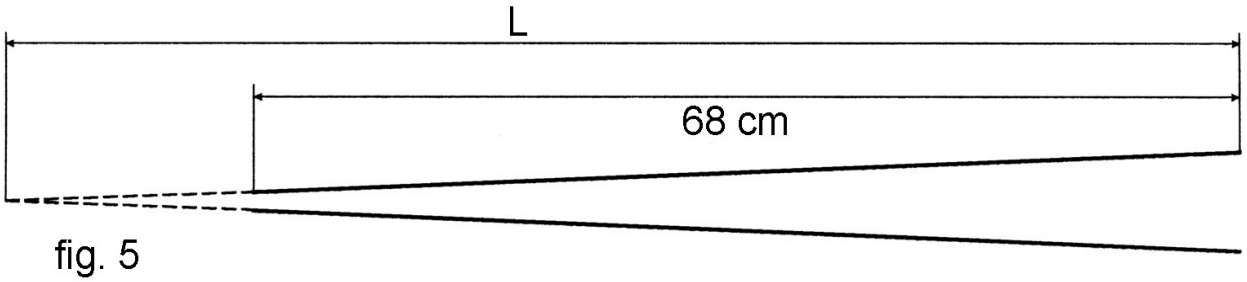


fig. 5

4p c. Leg uit of de metingen van figuur 2 overeenkomen met de derde hypothese.

Copyright © 2017 CCVX

OPGAVE 4 - glas van Glasco

Als alternatief van ruiten van gewoon dubbelglas biedt de firma Glasco Glasco-ruiten aan.
Bij gewoon dubbelglas bevindt zich droge lucht tussen de twee glasplaten. De ruit is 13 mm dik.
Bij Glasco-ruiten is de ruimte tussen de twee glasplaten luchtledig. De Glasco-ruit is nauwelijks dikker dan 6 mm en isoleert beter dan een ruit van gewoon dubbelglas. Zie figuur 1.

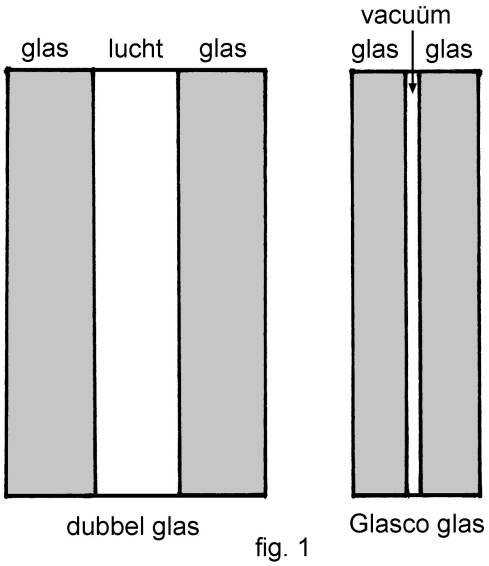


fig. 1

2p a. Leg uit waarom Glasco-glas beter isoleert dan gewoon dubbelglas.

Voor P, de hoeveelheid warmte die per seconde door een ruit gaat, geldt:

$P = \mu \cdot A \cdot \Delta T$ Hierin is:
- μ een constante die afhangt van het type ruit;
- A de oppervlakte van de ruit;
- ΔT het temperatuurverschil tussen binnen- en buitenkant van de ruit.

De waarde van μ voor een ruit van Glasco-glas is 1,1 W m^{-2} K^{-1}.
De waarde van μ voor een ruit van dubbelglas is 3,4 W m^{-2} K^{-1}.

Op een zeker moment is gedurende 3,0 uur de buitentemperatuur 2,0 °C en de binnentemperatuur 21 °C. Het vertrek dat verwarmd wordt, heeft ruiten met een totale oppervlakte van 8,0 m^2. De verwarmingsinstallatie verbrandt Gronings aardgas en heeft een rendement van 85%.

5p b. Bereken hoeveel kubieke meter Gronings aardgas men in die 3,0 uur bespaart bij gebruik van Glasco-glas in plaats van gewoon dubbelglas.

In figuur 2 is gewoon dubbelglas getekend. Een lichtstraal valt onder een hoek van 40° met de ruit in bij punt P. Figuur 2 staat ook op het antwoordblad.
De brekingsindex van het glas is 1,51.

5p c. Teken het vervolg van de lichtstraal door de twee glasplaten op het antwoordblad.

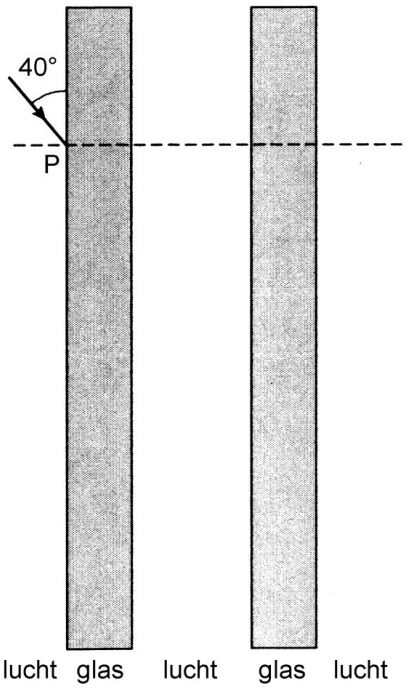


fig. 2

Copyright © 2017 CCVX

OPGAVE 5 - pendel

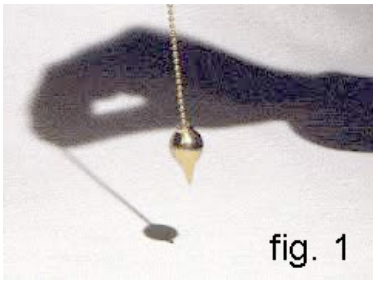


fig. 1

Een pendel is een slinger waarbij men een gewicht aan een draad in een cirkelbaan laat ronddraaien. Zie figuur 1.

In figuur 2 is de pendel schematisch getekend. M is het middelpunt van de cirkelbaan, h de hoogte van de pendel (de afstand TM) en ℓ de lengte van de draad. De pijl die naar M wijst, stelt de middelpuntzoekende kracht F_{mpz} op het gewicht voor. Een deel van figuur 2 staat vergroot op het antwoordblad.

4p a. Teken in de figuur op het antwoordblad de krachten die samen de middelpuntzoekende kracht leveren. Let daarbij zowel op de richting als de lengte van de vectoren.

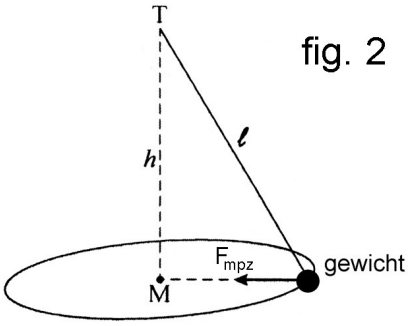


fig. 2

De lengte van de draad is 1,4 m. Het gewicht beschrijft 30 rondjes in een tijd van 69,3 s. De hoogte h = 1,2 m. De massa van het gewicht is 40 g.

4p b. Bereken de middelpuntzoekende kracht die dan op het het gewicht werkt.

Als het gewicht sneller ronddraait, wordt de kegel wijder en dus h kleiner. Men meet voor een aantal waarden van de hoogte h de omlooptijd T.
De metingen staan in de tabel in figuur 3 en zijn ook weergegeven in de grafiek van figuur 4.

h (m)	T (s)
0,15	0,69
0,40	1,13
0,65	1,44
0,90	1,70
1,20	1,96

fig. 3

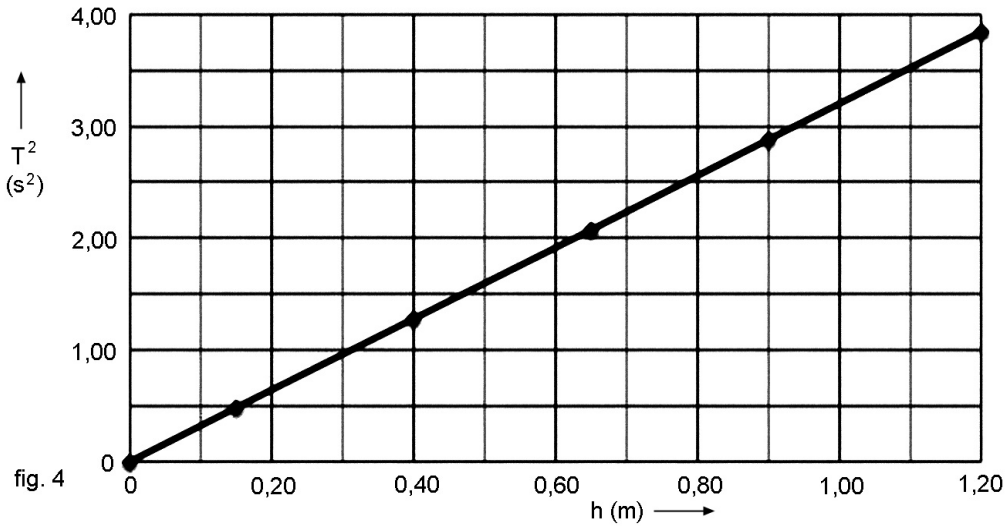


fig. 4

Volgens de theorie geldt voor een pendel: $T^2 = C \cdot h$, waarin C een constante is.

2p c. Uit welke eigenschappen van de grafiek blijkt dat de grafiek in overeenstemming is met de theorie.

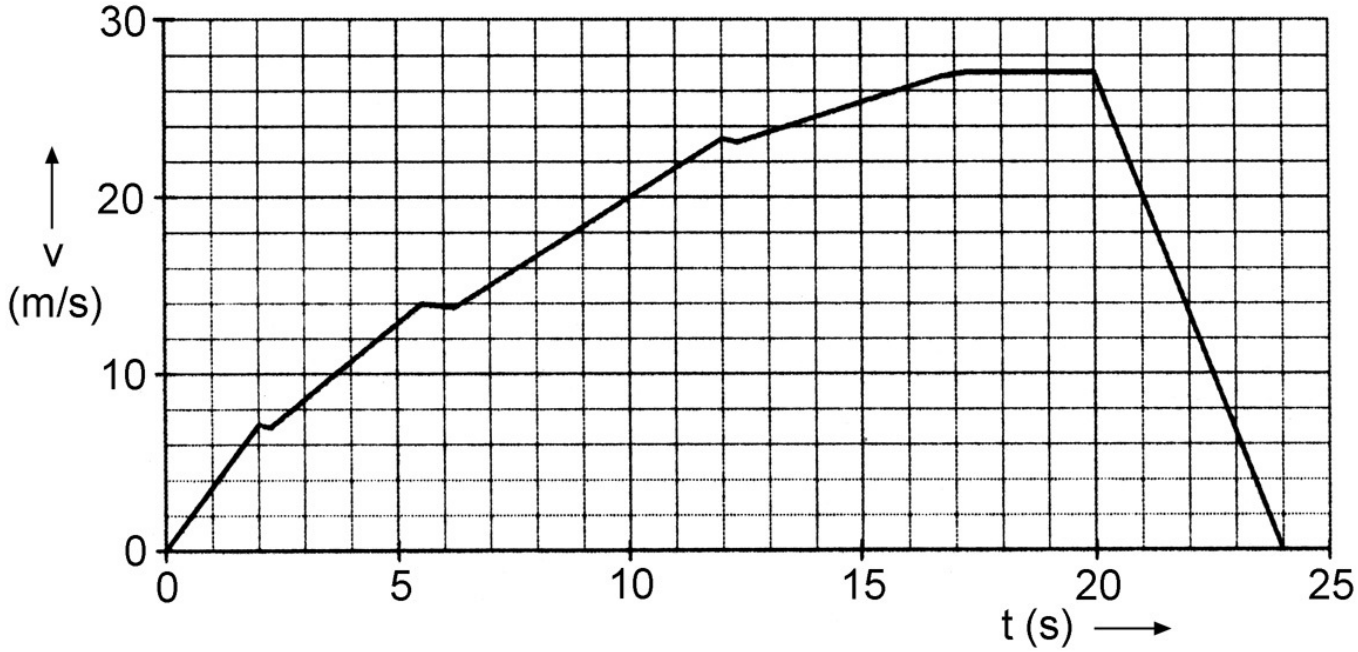
2p d. Bepaal de waarde en de eenheid van de constante C.

EINDE

Copyright © 2017 CCVX

ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 1

Naam : .....



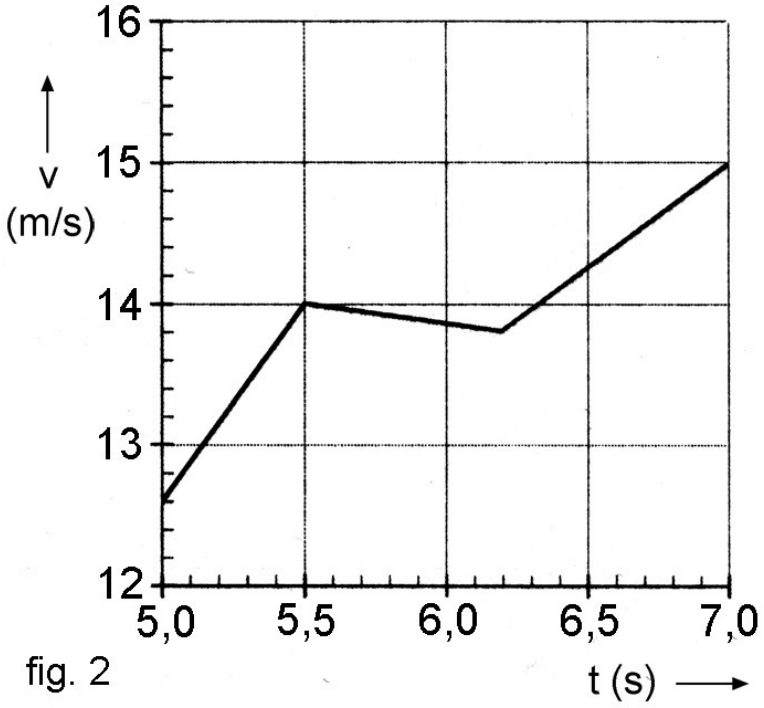
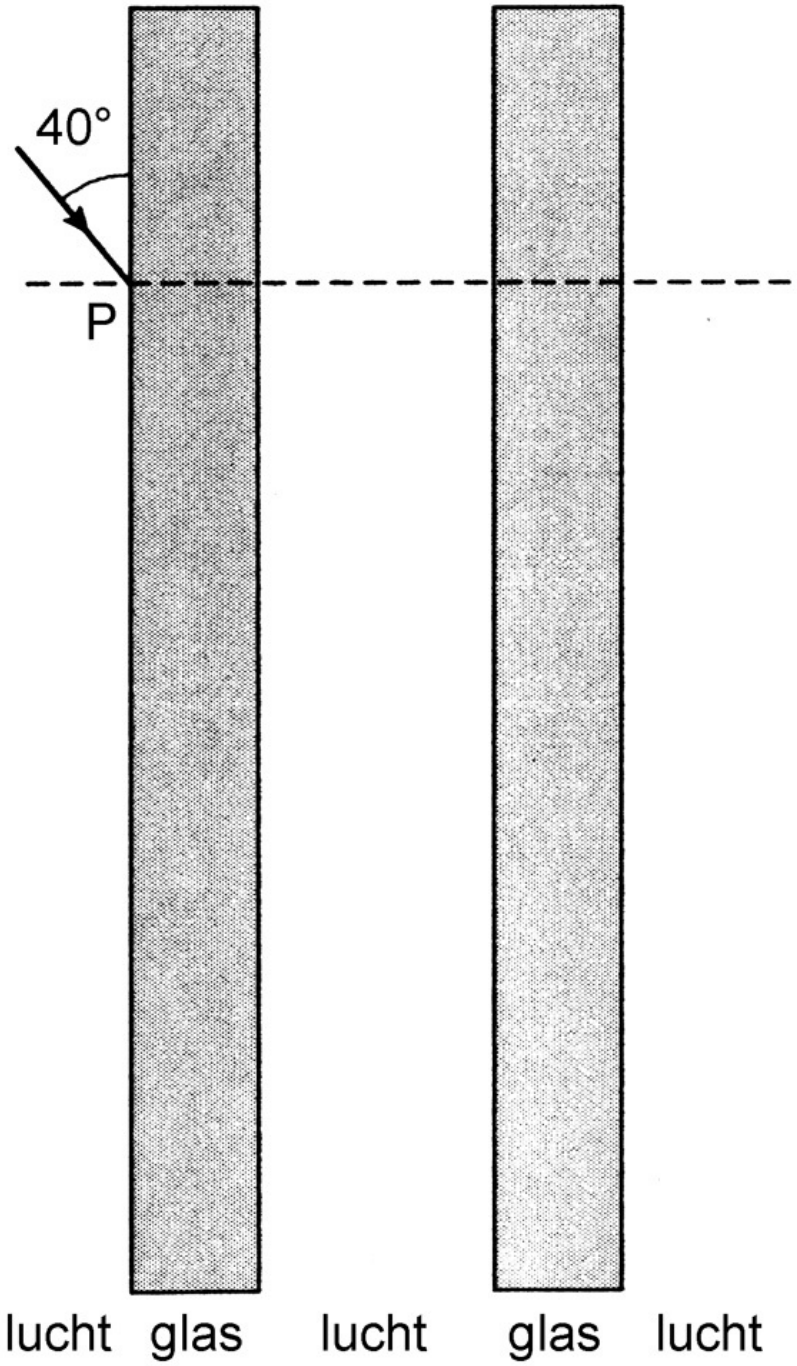
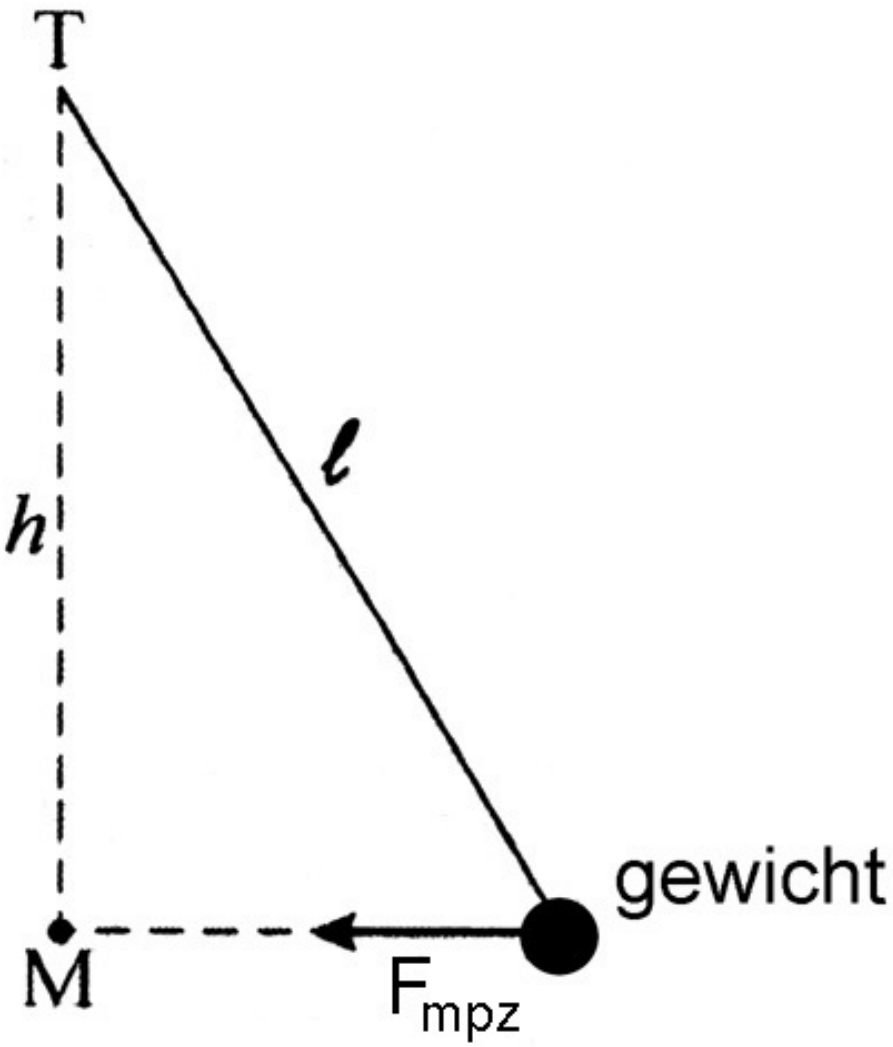


fig. 2

ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 4

Naam : .....



ANTWOORDBLAD BIJ OPGAVE 5

Naam : .....