

Dit oefen et 2 en uitwerkingen vind je op [www.agtijmensen.nl](http://www.agtijmensen.nl)

**Et-2 stof vwo5:**

**Vwo5 kernboek:** Hoofdstuk 3: Trillingen  
 Hoofdstuk 4: Golven  
 Hoofdstuk 5: Numerieke natuurkunde  
 Hoofdstuk 6: Elektromagnetisme  
 Hoofdstuk 7: Inductie



Bij een et van 100 minuten krijg je ongeveer 20 deelvragen. In deze toets zijn er 22.

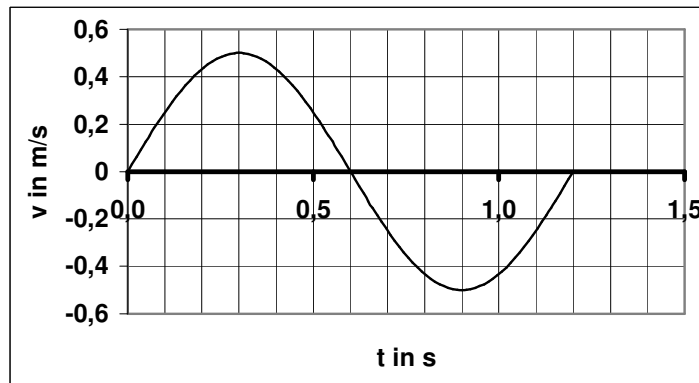
**Opgave 1. De autovering.**

Op de vier veren van een auto laat men de carrosserie (dat is het koetswerk) van 500 kg rusten waardoor de veren 30,0 cm lang worden. De veren worden bij deze opgave gelijkelijk belast. Als er twee personen van elk 80 kg in stappen worden de veren 26,0 cm lang.

- Bereken de veerconstante van één veer.
- Als de auto door een kuil rijdt gaat de carrosserie met inzittenden op en neer trillen.  
Bereken de frequentie.
- Als de auto vanuit de evenwichtstand omhoog veert met een amplitude van 5,0 cm bereken dan 0,25 s later de uitwijking.
- Bereken de energie van de trillende massa.

Je ziet de snelheid -tijd grafiek getekend van een andere verende auto.

- Bepaalde versnelling op  $t = 0$
- Bepaal de amplitude van de trilling.

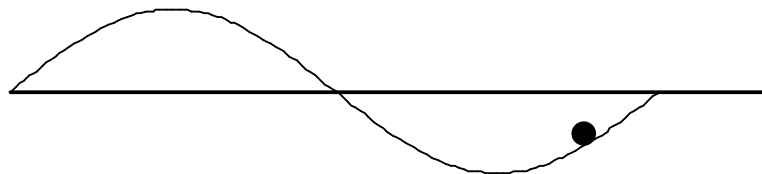


**Opgave 2. Een steen valt in het water.**

Een steen valt in het water waardoor een golf zich naar rechts voortplant.

Je ziet het voorste deel van de golf getekend. Je ziet ook een stukje hout drijven.

- Leg uit in welke richting het hout beweegt.
- Bepaal hoeveel trillingen het hout heeft uitgevoerd.
- Teken de stand van de golf  $\frac{1}{4}T$  later.



**3. De gitaar.**

Een snaar op de gitaar

van 0,80 m lengte brengt zijn grondtoon voort. Je hoort dan een toon van 440 Hz.

- Bereken de voortplantingssnelheid van de golven met behulp van een schets van de trillende snaar.
- Je maakt het geluid met een microfoon zichtbaar op een oscilloscoop. Je wilt twee perioden op het scherm zien. Bereken de tijdbasis.
- Je houdt de gitaar bij een klankkast die aan één kant gesloten is. Er treedt resonantie op. Bepaal de (kleinst mogelijke) lengte van de klankkast. Het is  $20^\circ\text{C} = 293\text{K}$ .

**Opgave 4. Radiotherapie (vwo N2 1992-I 2)**

De röntgenstraling die wordt gebruikt voor medische doeleinden, wordt opgewekt met behulp van energierijke elektronen. In een bepaald soort röntgenapparaat worden die elektronen eerst door een voorversneller gevoerd. De energie van de elektronen bij het binnentreden van de voorversneller is verwaarloosbaar. Bij het verlaten van de voorversneller is de kinetische energie van de elektronen 16 keV. Het elektrische veld in de voorversneller is homogeen en is gelijk aan  $8,9 \cdot 10^5$  N/C. De elektronen leggen een afstand van 18 mm af in de voorversneller.

3p **21** Bereken de elektrische kracht op de elektronen in de voorversneller.

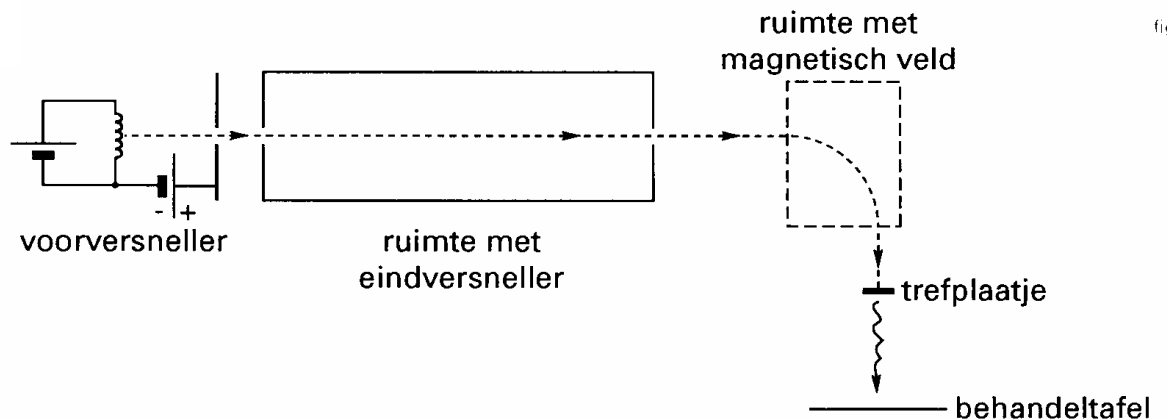
Vervolgens worden de elektronen door een eindversneller gevoerd. De elektronen worden daarna door een magnetisch veld van richting veranderd. Ze kunnen dan op een trefplaatje botsen; hier ontstaat de röntgenstraling, waarmee een patiënt kan worden bestraald. Zie figuur 12.

De eindversneller is aanvankelijk niet ingeschakeld. De straal van de baan van de elektronen in het magnetische veld is dan slechts 0,40 mm.

3p **22** Leg met behulp van een schets uit, welke richting het magnetische veld heeft.

4p **23** Bereken de sterkte van het magnetische veld.

figuur 12

**Opgave 5. De luidspreker.**

Een luidspreker bestaat in principe uit een spoel die kan bewegen ten opzichte van een vast opgestelde magneet. Aan de spoel zit een trechtervormige conus vast die lucht in trilling kan brengen.

In figuur 9 is een doorsnede in zijaanzicht en een doorsnede in vooraanzicht van een bepaalde luidspreker getekend. In beide figuren zien we de centrale Noordpool met daar omheen de spoel en daar weer omheen een ringvormige Zuidpool.

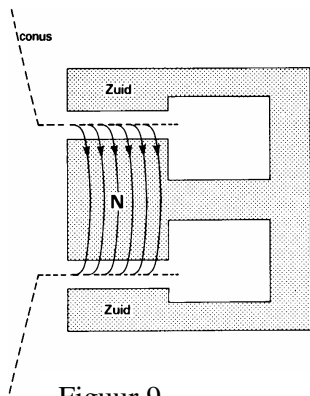
De spoel is gewikkeld van koperdraad met een lengte van 4,04 m. Er loopt 0,23 A door.

De richting van de stroom in de spoel is in figuur 9a aangegeven.

Men houdt de spoel bij de gegeven stroomsterkte in zijn evenwichtsstand vast. De benodigde kracht blijkt 1,3 N te zijn.

a. Teken in figuur 9a de richting van de Lorentzkracht in de punten P, Q en R.

b. Bereken de magnetische veldsterkte B ter plaatse van de windingen van de spoel.



Figuur 9

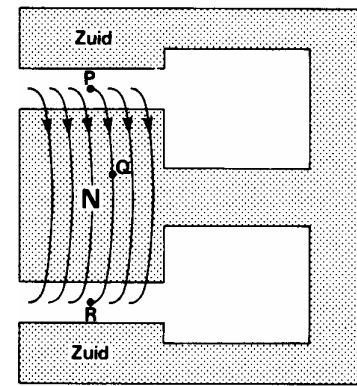
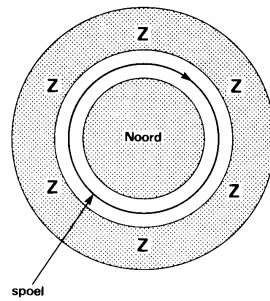
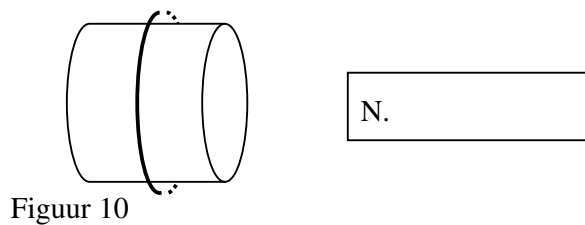


Fig. 9a

Je demonteert de luidspreker en gebruikt alleen de spoel bij een experiment. Je beweegt de spoel naar de noordpool van een staafmagneet toe. Zie figuur 10.

c. Teken in figuur 10 de richting van de inductiestroom. Verklaar je antwoord.



Figuur 10

## 6. Numerieke natuurkunde.

Het model (en de startwaarden) van een verticaal omhoog gegooid tennisbal ziet er zo uit: Eenheden zijn de SI-grondeenheden.

modelregels	startwaarden	Stap 1	Stap 2
1. $t = t + dt$	$t = 0$		
2. $F_w = k \cdot v^2$	$dt = 0,01$		
3. $F_z = m \cdot g$	$g = 10$		
4. $F_r = -v/abs(v) \cdot F_w - F_z$	$m = 0,1$		
5. $a = F_r/m$	$k = 0,001$		
6. $dv = a \cdot dt$	$v = 20$		
7. $v = v + dv$	$s = 1$		
8. $ds = v \cdot dt$			
9. $s = s + ds$			

- Leg uit of de stapgrootte  $dt$  invloed heeft op de  $v$ - $t$  grafiek.
- Waarom staat er  $v/abs(v)$  in regel 4?
- Bereken met het model de afstand op  $t = 0,02$ . Gebruik de tabel
- Op twee manieren (met twee verschillende gereedschappen (tools)) kun je met de  $s$ - $t$  grafiek in Coach de snelheid bepalen op  $t = 0,1$ . Welke twee zijn dat?
- Als je de  $v$ - $t$  grafiek hebt gemaakt, hoe bepaal je dan daaruit met Coach de maximale hoogte van de bal?

----- Einde -----

## Uitwerking examentoets et2 vwo 5

Als je de oplosmethode niet ziet gebruik je **SPA** (Systematische Probleem Aanpak). Noteer:

**Geg.:** Gebruik symbolen en een tekening.

**Gevr.** Gebruik symbolen en de tekening.

**Opl.:** Bedenk wat het onderwerp is en zoek in BINAS de formules de gegeven grootheden met elkaar in verband breng.

**Opgave 1. De autovering.**

a. Op één veer rust  $160\text{kg}/4 = 40\text{ kg}$ . In de evenwichtstand is  $F_v = F_z = mg = 392\text{ N}$

De uitrekking  $u = 30,0 - 26,0 = 4,0\text{ cm} = 0,040\text{ m}$

$C = F_v/u = 9,8 \cdot 10^3\text{ N/m}$

b.  $T = 2\pi\sqrt{m/C}$  en op één veer rust  $40\text{ kg}$  mens en  $500\text{kg}/4 = 125\text{ kg}$  carrosserie, totaal  $165\text{ kg}$ :

$T = 2\pi\sqrt{165/9,8 \cdot 10^3} = 0,82\text{ s}$  en  $f = 1/T = 1,23\text{ Hz}$

c.  $u(t) = A \cdot \sin(2\pi ft) = 0,05 \cdot \sin(2\pi \cdot 1,23 \cdot 0,25) = 0,0468 = 0,047\text{ m}$  (GR in de RAD-mode!)

d.  $E = \frac{1}{2}CA^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 0,05^2 = 12\text{ J}$  maar er zijn vier veren dus **48 J**

Of  $v_{\max} = 2\pi A/T = 2\pi \cdot 0,05/0,82 = 0,38\text{ m/s}$

$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 165 \cdot 0,38^2 = 12\text{ J}$

maar er zijn vier veren dus **48 J**

e.  $v_{\max} = 2\pi A/T$ .

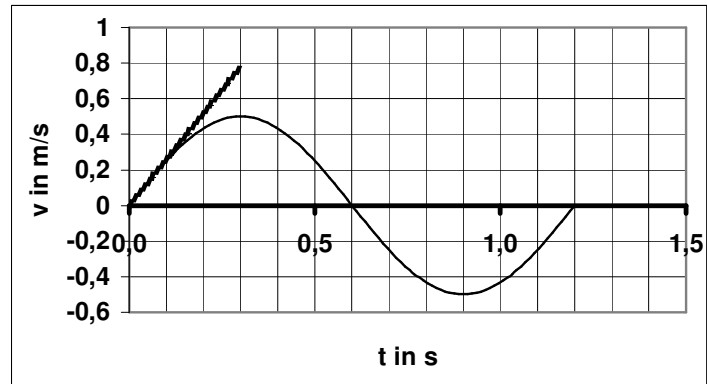
Lees af:  $v_{\max} = 0,5\text{ m/s}$  en  $T = 1,2\text{ s}$

$\rightarrow A = 0,095\text{ m}$

f. a is de r.c. van de v-t grafiek.

*Raaklijn tekenen* en r.c. bepalen

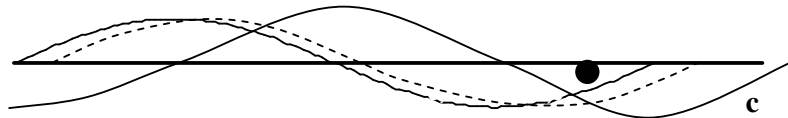
levert ongeveer  $0,80/0,30 = 2,7\text{ m/s}^2$


**Opgave 2. Een steen valt in het water.**

a. Als je de golf iets later tekent, dus het dal iets naar rechts opschuift (doen! Zie stippellijn) dan zie je dat het hout daalt.

b. Het golfdeel dat het hout is gepasseerd, dus rechts van het hout zit is  $1,0\text{ cm}$  lang (opmeten) en de golflengte is  $9,0\text{ cm}$  (opmeten). Er is ongeveer  $1,0/9,0 = 0,11\lambda$  gepasseerd dus heeft het hout  $0,11$  keer getrild.

c. Zie de figuur, stand c. De golf gaat in  $\frac{1}{4}T$  een afstand van  $\frac{1}{4}$  golflengte verder.

**Opgave 3. De gitaar.**

a. Bij de grondtoon bij twee vaste einden zie je:  dat is  $\frac{1}{2}\lambda$

snaarlengte  $= 0,80\text{ m} = \frac{1}{2}\lambda \rightarrow \lambda = 1,60\text{ m}$

$v = f \cdot \lambda = 440 \cdot 1,60 = 704 = 7,0 \cdot 10^2\text{ m/s}$

b.  $T = 1/f = 1/440 = 0,002273$  s.

Op het scherm, dat 10 div breed is zie je twee perioden dus  $10 \text{ div} = 2 \cdot 0,002273$

De tijdbasis (aantal s/div) is dus  $4,55 \cdot 10^{-4}$  s/div

c. De grondtoon van de klankkast is dan 440 Hz.

BINAS:  $l = (2n-1) \cdot \frac{1}{4} \lambda$ .

$n=1$ , je hebt dus nog  $\lambda$  nodig.

$\lambda = v/f = 343/440 = 0,7795$  m (geluidsnelheid  $v$  uit BINAS bij  $20^\circ\text{C} = 293 \text{ K} = 343 \text{ m/s}$ )

$l = (2 \cdot 1 - 1) \cdot \frac{1}{4} \cdot 0,7795 = 0,19$  m

### Uitwerking Opgave 4. Radiotherapie (vwo 1992-I 2) (Alleen voor N&T)

21.  $F_e = q \cdot E = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 8,9 \cdot 10^5 = 1,4 \cdot 10^{-13}$  N

22. Zie de tekening.

Elektronen zijn negatief en bewegen naar rechts dus stroom  $I$  is naar links.

De elektronen worden omlaag afgebogen dus de lorentzkracht  $F_L$  is omlaag.

Met linkerhandregel: De magnetische inductie  $B$  is het papier in.

23. Bij cirkelbeweging geldt:  $F_{mpz} = mv^2/r$  en hier is  $F_{mpz} = F_L = Bqv$

$\rightarrow mv^2/r = Bqv \rightarrow B = mv/(Bq)$

$m = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

$q = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C

$r = 0,40 \cdot 10^{-3}$  m

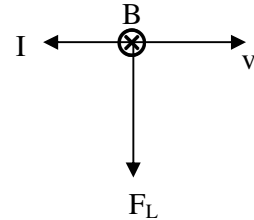
$v$  moet nog berekend worden met  $E_k = 1/2mv^2$ :

$E_k = 16 \text{ keV} = 16 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$m = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

hieruit volgt dat  $v = 7,50 \cdot 10^7$  m/s

Alles invullen:  $B = mv/(Bq)$  levert op  **$B = 1,1$  T**



### Uitwerking Opgave 5. Luidsprekers (vwo 1987 -I 3) (Alleen voor N&T)

a. In punt P is  $I$  het papier uit,  $B$  is van Noordpool naar Zuidpool dus  $B$  is omhoog. Dus  $F_L$  is naar links.

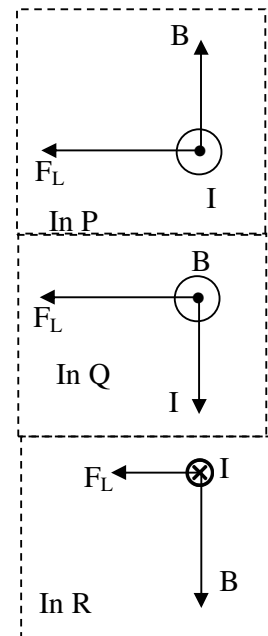
In punt Q is  $I$  omlaag,  $B$  is het papier uit. Dus  $F_L$  is naar links.

In punt R is  $I$  het papier in,  $B$  omlaag dus  $F_L$  is naar links.

N.B.:

*Het is ook logisch dat  $F_L$  in elk punt naar links is gericht want de spoel van de luidspreker moet naar links (en als de stroomrichting omkeert naar rechts) zodat hij bij wisselstroom heen en weer trilt.*

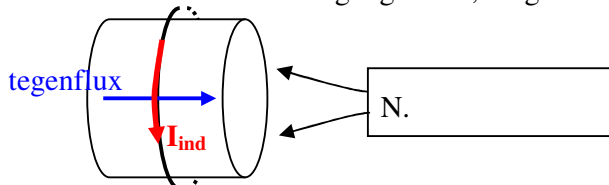
b.  $F_L = BIl$  dus  $B = F_L/(I \cdot l) = 1,3/(0,23 \cdot 4,04) = 1,4$  T



c. Door het naderen neemt de flux in de spoel toe.

Er ontstaat een tegenflux (naar rechts) die opgewekt wordt door de inductiestroom.

Rechtervuist: Duim = richting tegenflux, vingers = richting  $I_{ind}$ .



Figuur 10

**6. Numerieke natuurkunde.**

a.  $dv = a \cdot dt$  (ofwel  $a = dv/dt$ ) geldt alleen als  $a$  constant is.

Dat is niet het geval want  $F_w = k \cdot v^2$  is niet constant tijdens (het begin van) de val.

Dus  $F_r = F_z - F_w$  is niet constant en dan is  $a = F_r/m$  ook niet constant.

b. Tijdens het stijgen is  $-v/|v| \cdot F_w = -F_w$  (- teken dus omlaag gericht).

Bij het stijgen is  $-v/|v| \cdot F_w = +F_w$  (+ teken dus omhoog gericht)

b. N.B.: Je hoeft niet op significante cijfers te letten.

modelregels	startwaarden	Stap 1	Stap 2
10. $t = t + dt$	$t = 0$	0,01	0,02
11. $F_w = k \cdot v^2$	$dt = 0,01$	$0,001 \cdot 20^2 = 0,4$	0,39..
12. $F_z = m \cdot g$	$g = 10$	$0,1 \cdot 10 = 1$	1
13. $F_r = -v/ v  \cdot F_w - F_z$	$m = 0,1$	$-20/20 \cdot 0,4 - 1 = -1,4$	-1,39
14. $a = F_r/m$	$k = 0,001$	$-1,4/0,1 = -14$	-13,9
15. $dv = a \cdot dt$	$v = 20$	$-14 \cdot 0,01 = -0,14$	-0,139
16. $v = v + dv$	$s = 1$	$20 - 0,14 = 19,86$	19,72
17. $ds = v \cdot dt$		$19,86 \cdot 0,01 = 0,1986$	0,1972
18. $s = s + ds$		$1 + 0,1986 = 1,1986$	1,3958..

c. 1. Met de tool: Helling. 2. Met de tool Afgeleide.

d. Met de tool Oppervlakte van  $t = 0$  tot het tijdstip waarop  $v = 0$  bepaal je de verplaatsing.

De hoogte vind je door er de beginafstand (1 m) bij op te tellen.

----- *Einde* -----