

eigen frequentie

# H/V practicum W

## Windmolen

Naam:

Klas:

Samengewerkt met:



Dit werkblad is onderdeel van *eigenfrequentie*, een serie lesmodules natuurkunde voor HAVO en VWO, mede mogelijk gemaakt door Peellandcollege Deurne. Voor het didactisch concept, andere versies van deze module en andere modules uit dezelfde serie:

eigen frequentie



[www.eigenfrequentie.nl](http://www.eigenfrequentie.nl)

## Windmolen

Een windmolen zet bewegingsenergie om in elektrische energie. In dit practicum onderzoek je de invloed van verschillende grootheden op de opgewekte elektrische energie.

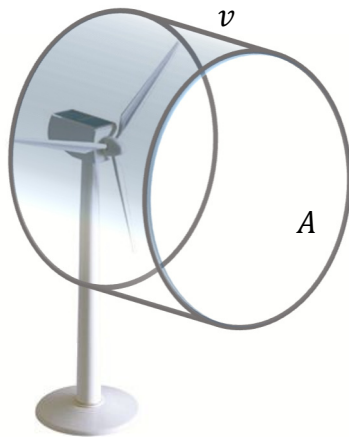
Een ander woord voor bewegingsenergie is kinetische energie. Deze wordt berekend met de formule

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Hierin is  $m$  de massa in  $kg$ ,  $v$  de snelheid in  $m/s$  en  $E_k$  de energie in  $J$ . In het geval van een windmolen gebruik je de massa en snelheid van de lucht die tegen de wieken komt. De massa lucht die in 1 seconde tegen de wieken komt is maximaal gelijk aan

$$m = \rho \cdot A \cdot v$$

Met  $\rho$  de dichtheid van de lucht in  $kgm^{-3}$ ,  $A$  de oppervlakte van het draaigebied van de wieken in  $m^2$  en  $v$  de windsnelheid in  $ms^{-1}$ .



1. Ga zelf na hoe je bovenstaande vergelijkingen kunt combineren tot

$$P_{max} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

In de molen wordt met een dynamo de bewegingsenergie omgezet in elektrische energie. Deze vorm van energie wordt berekend met de formule

$$E_{el} = P_{el} \cdot t$$

Hierin is  $P_{el}$  het elektrische vermogen in  $W$  en  $t$  de tijd in  $s$ . Het elektrisch vermogen kan weer geschreven worden als

$$P_{el} = U \cdot I$$

Met  $U$  de spanning in  $V$  en  $I$  de stroomsterkte in  $A$ . Deze twee laatste grootheden zijn eenvoudig te meten.

Het vermogen van de molen wordt natuurlijk bepaald door de bouw van de molen. Diverse grootheden hebben invloed op het vermogen. Denk daarbij aan

- Lengte van de wieken
- Massa van de wieken
- Hoek van de wieken
- Oppervlak van de wieken
- Oppervlakte van de wieken
- Aantal wieken
- Windsnelheid
- Draaifrequentie
- Hoek van de wind
- 

Om te onderzoeken wat de invloed van een van deze grootheden is moeten we dus spanning en stroomsterkte meten bij verschillende prototypen van een windmolen.

De opgewekte energie moet ergens naartoe worden gebracht. Bij een grote windmolen gaat deze energie naar een dorp, fabriek of verdeelstation. In dit experiment gaat de energie naar een weerstand R.

2. Leg uit welke variabele je wil gaan onderzoeken.

.....

.....

.....

.....

3. Leg uit welk verband je verwacht tussen de gekozen variabele en het vermogen van de molen.

.....

.....

.....

.....

4. Teken het schakelschema met daarin de windmolen, weerstand, amperemeter en voltmeter.

Vanaf hier ga je werken in het labjournaal op de volgende pagina's. In een labjournaal hou je gegevens bij over uitgevoerde experimenten. Het is een verslaglegging die je niet achteraf doet maar gedurende het proces. In een labjournaal kunnen de volgende gegevens staan:

- Naam, plaats, datum, tijd. Datum en tijd noteer je op iedere pagina
  - Onderzoeksvraag met toelichting en achtergrond
  - Beschrijving van het experiment
  - Tekening van de opstelling met gebruikte materialen en begeleidende tekst
  - Uitgevoerde handelingen / procedures
  - Welke variabele: ga je variëren / houd je constant / ga je meten
  - Meetresultaten in tabelvorm en grafiekvorm
  - Berekeningen op basis van je metingen
  - Verklaringen van de meetresultaten op natuurkundige gronden
  - Conclusie, opmerkingen en verbeterpunten
5. Maak een stap-voor-stap plan voor het bepalen van de opgewekte energie als functie van een andere grootte. Denk eraan dat je alle stappen noteert die je moet zetten om tot een resultaat te komen. Noteer alles in je labjournaal.

Nog wat laatste aanwijzingen:

- Je kunt zelf wieken bouwen van lollystokjes, roerstaafjes, karton, papier, kurk etc.
- Om te zorgen dat je verschillende modellen van wieken kunt maken is op de opstelling in de klas een magneet gemonteerd op een dynamo.
- Zorg steeds dat de wieken in het midden goed vast zitten op een magneet zodat de wieken op de opstelling passen.
- Als je de optimale wieken gemaakt hebt kun je omrekenen (opschalen) naar het formaat van een echte molen. Welke opbrengst verwacht je daar dan?

	TITLE	BOOK NUMBER		
	PROJECT	DATE		
Continued from page:				
5				
10				
15				
20				
25				
30				
35				
40				
45				
Continued to page:				
SIGNATURE			DATE	WITNESSED AND UNDERSTOOD BY
			DATE	

	TITLE	BOOK NUMBER
	PROJECT	DATE

Continued from page:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

Continued to page:

SIGNATURE

DATE

WITNESSED AND UNDERSTOOD BY

DATE

	TITLE	BOOK NUMBER	
	PROJECT	DATE	
Continued from page:			
Continued to page:			
SIGNATURE	DATE	WITNESSED AND UNDERSTOOD BY	DATE

5

10

15

20

25

30

35

40

45

	TITLE	BOOK NUMBER
	PROJECT	DATE

Continued from page:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

Continued to page:

SIGNATURE

DATE

WITNESSED AND UNDERSTOOD BY

DATE



## voor de docent

(Maar een leerling mag dit ook lezen)

### Benodigdheden

- dynamo (motortje) met magneet
- ampèremeter, voltmeter
- statief
- föhn met koude stand
- magneten
- knutselmateriaal:
  - lollystokjes, roerstaafjes
  - papier, karton, paperclips
  - kurk
- lijmpistool en lijm

### Gewenste voorkennis en vaardigheden

- Tabellen maken en grafieken tekenen

### Nog toevoegen

- Beoordelingsrubriek