



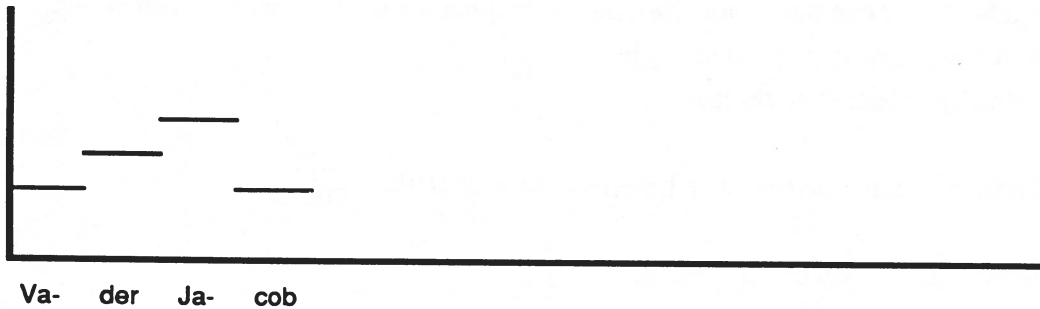
Klas 1

Inhoud

Achter de muziek aan	4
Met spoed openen	21

Achter de muziek aan

Ken je het wijsje van Vader Jacob?
Je kunt er een grafiek van maken.



1> Teken de grafiek verder tot en met 'slaapt gij nog'.

Bij grafieken moet je altijd zeggen wat er op de assen staat.

2> Wat staat er langs de horizontale as?

3> Wat staat er langs de verticale as?

Vergelijk je grafiek met die van anderen.

4> Hoe kun je in deze grafiek aangeven dat een toon twee keer zo lang duurt?

5> Hoe kun je in deze grafiek aangeven dat er even geen geluid is?

Dat heet een 'rust' in de muziek.

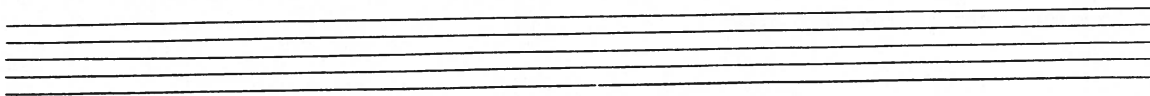
6> Wat vind je de beste manier om in deze grafiek een rust aan te geven?


Met een streepje op de horizontale as.

Met een ander teken.

Helemaal geen streepje zetten.

Bij het notenschrift werkt men met vijf lijnen.



Het geheel heet een notenbalk. Een noot schrijven we nu niet meer als een streepje, maar als een rondje met een streepje, zo: 
Dat streepje noemen ze de stok.

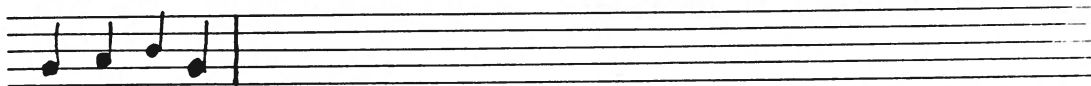
Het rondje kan net *tussen* twee lijnen van de notenbalk 

maar het kan ook *op* een lijn staan. 

Als je begint met de eerste noot van Vader Jacob op te schrijven op de lijn, dan is de tweede noot tussen twee lijnen in. De derde weer op de lijn.

In het volgende stukje notenschrift staan de noten bij Va-der Ja-cob.
Hierna staat een *maatstreep*. Om de vier tellen komt zo'n maatstreep.
Het stukje van vier tellen heet een *maat*.

7> Maak dit notenschrift af tot en met 'slaapt gij nog'.



8> Vergelijk je grafiek bij vraag 1 met je notenschrift.
Noem een paar verschillen.

9> Vraag het complete notenschrift van 'Vader Jacob'.
Wat merk je nog meer op?

Aan het begin van de notenbalk staat 4/4.

Dat betekent dat er vier kwartnoten () in een maat zitten.

In de vijfde en zesde maat komen achtste noten voor (♩ of ♪).

De enige manier om bij het maken van muziek de verschillende noten de goede tijdsduur te geven is: tellen.

Je kunt een kwart noot tellen als een hele tel.

Een ♩ is dan een halve tel.

Je kunt zo tellen:

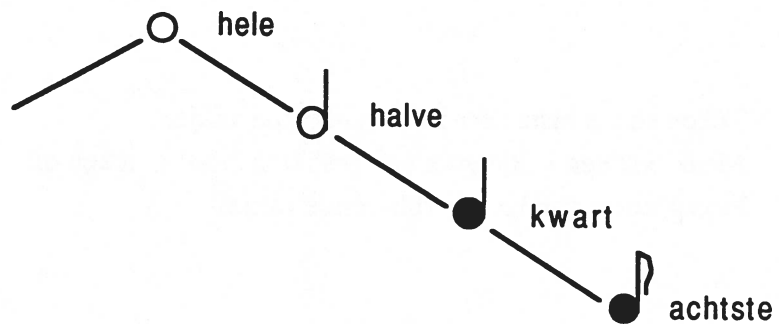


In de zevende en de achtste maat komen halve noten voor.

De rondjes zijn nu niet dicht maar open (♩):

Een ♩ is nu een noot van twee tellen.

In een schema:

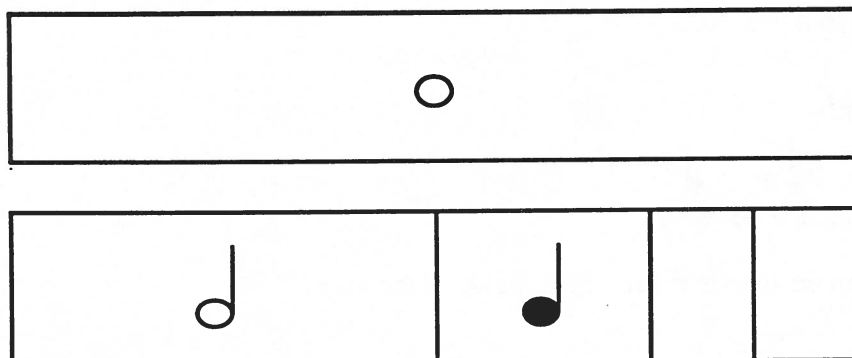


Je kunt het schema verder naar beneden voortzetten.

Een zestiende noot schrijf je zo: ♯

10> Maak het schema af, teken ook de zestiende noten in het schema.
Alle noten op een rij duren samen net zo lang als een hele noot.

11> Teken de noot in het juiste vakje:



Teken een achtste noot in het volgende vakje.
Maak ook een vakje voor een zestiende noot en teken die erin.
Hoe groot is dan het overblijvende vakje?

12> Als je de volgende getallen optelt
 $1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + 1/32 + \dots$
en je gaat alsmaar door.
Waar kom je dan uit?

Docentenhandleiding bij 'Achter de muziek aan'

Niveau

Klas 1.

Voor elke leerling is er wel iets van te maken.

Vraag 12 stelt hoge eisen aan het abstractievermogen.

Of leerlingen tenslotte een partituur kunnen volgen, hangt behalve van de hier wat opgerakelde kwaliteit – globale grafieken lezen – af van enige muzikaliteit.

Aantal uren

Voor werk aan de werkbladen twee lesuren.

Voor vervolg, zie beschrijving in docentenhandleiding, één lesuur.

Materialen

Vier werkbladen.

Los blad met de muziek van 'Vader Jacob'.

Cassettebandje.

Bladmuziek bij muziek op cassettebandje, behorend bij het vervolg.

Samenwerking andere vakken

Neem vroegtijdig contact op met de muziekdocent.

In een aantal gevallen is er zo'n grote overlap met het programma voor muziek op de school dat er nauwelijks iets zinvol overblijft. In dat geval niet aan beginnen.

Werkverdeling is goed denkbaar. De introductie vanuit de grafiekentaal hoort bij de wiskunde.

De activiteiten genoemd onder 'vervolg' kunnen ook door de muziekdocent gedaan worden, of in samenwerking met de vakspecialist.

Inhoud

Wiskundig: Globale grafieken. Vanuit ervaring met globale grafieken is het 'muziekschrift' van vragen 1 tot en met 6 vanzelfsprekend.

Het gangbare notenschrift is ook globaal te lezen.

Daarom ook bij het vervolg een poging om deze notie van het notenschrift te gebruiken voor het volgen van muziek in de partituur. De wiskunde is duidelijk aanwezig bij de redenering over het aantal partijen bij deze canon. (Bij nabespreking vraag 9.)

Breuken komen voor als aanduiding voor tijdsduur.

De vraag vanuit de muziekcontext gesteld: Hoe lang duurt een hele, en een halve, en een kwart, en een achtste, en een zestiende, en.....noot.

Dit is de vraag naar een limietsom, die met behulp van een simpele materialisering kan worden opgelost.

Muziek: Ook, of juist daar, is het zinvol logisch te denken. De ervaring: Ik lees partituur, zonder het notenschrift en detail te kennen.

Pasklaar

Antwoorden en opmerkingen

- 1/2/3 Deze grafiek is bedoeld als oriëntering met de tijd horizontaal en de toonhoogte verticaal.
- 4 Het streepje twee keer zo lang maken.
Deze streepjesnotatie heeft voordelen boven de gangbare notatie. De streepjesnotatie is wat musici noemen 'proportioneel'.
- 5/6 Een rust kun je hier het beste aangeven door helemaal niets te zetten. De volgende toon komt dan wat meer naar rechts in de grafiek.
- 7/8 De grafiek bij 1 is een aanloopje naar het notenschrift in een notenbalk. Dat is ook een grafiek. Maar er zijn verschillen:
Geen streepjes maar rondjes.
De stokken aan de rondjes bevatten informatie over de duur van de noot.
Er is een duidelijke horizontale indeling op de notenbalk (in maten).
- 9 Zie bijlage met muziek van 'Vader Jacob'.

Opmerkingen bij het notenschrift van 'Vader Jacob'

- a Vooraan staat de G-sleutel. De kleine krul omvat de tweede lijn van onderen waarop de g staat. Er bestaan meer sleutels. Dat hangt ook af van het instrument, in verband met het bereik van een instrument.
Zonder sleutel vooraan de balk geef je de relatieve toonhoogte, met sleutel is er sprake van absolute toonhoogte, vergelijkbaar met de y-as in een gewone grafiek.

- b Vraag aan de leerlingen bij bespreking:

De 'partituur' voor Vader Jacob als canon voor twee stemmen.

Hoe ziet die eruit?

Spectaculair gebruik van de overheadprojector voor het opbouwen van de partituur voor twee stemmen! Ook met meer stemmen. Eenstemmig is de periode acht maten. Twee balken onder elkaar, de onderste ijlt twee maten na. De periode blijft acht maten.

Je kunt het ook met drie partijen zingen. Drie balken onder elkaar.

De periode is acht maten.

Maximaal met vier partijen. Vier balken onder elkaar. Periode twee maten! Voor het tellen van de periode de muziek van twee opvolgende zelfde maten als één streep met codering aangeven.

- 10 Schema met 1, 2, 4, 8 en 16 noten op een rij.

- 11 Je houdt een vakje over waar nog een zestiende nootje in kan.
Materialisering voor vraag 12.

- 12 Je komt niet op 2 uit, maar wel zo dichtbij 2 als je maar wilt.
Voor wie het nog niet geloven kan:
Neem een A4tje, schrijf er een 1 op. Neem een tweede A4tje, scheur het doormidden. Schrijf op een helft 1/2. Scheur de andere helft doormidden, enzovoort.

Verdieping bij vraag 12:

Deze manier van bewijzen van een limietsom is ook uit de breiden.

$$1 + 1/3 + 1/9 + 1/27 + \dots = 1 + 1/2.$$

Neem een rechthoek voor de 1, teken daaronder een halve rechthoek, verdeel die in drie stukken. In twee daarvan past 1/3, verdeel het restant in drie stukken, in twee daarvan past 1/9, verdeel het restant in drie stukken

Net zo te bewijzen dat $1 + 1/4 + 1/16 + 1/64 + \dots = 1 + 1/3$.

Tot slot $1 + 1/10 + 1/100 + 1/1000 = \dots = 1 + 1/9$, oftewel $1,11\dots = 1 + 1/9$

Vervolg

Vraag een leerling die blokfluit speelt, cello, dwarsfluit of viool – piano is in dit stadium vrij gecompliceerd – iets voor te spelen.

Geef het notenschrift aan de leerlingen.

Ook al ken je het notenschrift niet, ook al weet je niet wat die krul aan het begin van de notenbalk betekent, ook al snap je niets van kruisen en mollen, toch kun je de melodielijn volgen. Waar let je op?

Wat zit er nog meer in het notenschrift over de muziek wat in de grafiek niet goed mogelijk is?

Kopieer de bladmuziek en draai het cassettebandje. Leerlingen volgen de partituur. Gekozen is voor een grote variatie in soort muziek, zie programma.

Mogelijk verder vervolg

Het tellen, in groepjes van vier, soms ook drie.

Het probleem van de hoogte van de horizontale as? De F-sleutel en de G-sleutel.

Hoe hoog moet je afspreken en hoe weet je dat dan te vinden?

Kennen we iemand met een absoluut gehoor?

- Noem een voordeel.
- Zijn er ook nadelen aan verbonden?

Hoogstandje: 6/8 en 3/4 zijn hier nou eens niet hetzelfde.

Programma

The flute and the droome, van William Byrd (1543-1623).

Voor de clavecimbel, daarmee wordt met de linkerhand een trom geïmiteerd. De rechterhand is bovenstem, daarmee wordt de fluit nagebootst.

Prelude opus 28 nr. 3 van Chopin (1810-1849).

De linkerhand begint met snelle noten die je onmogelijk allemaal kunt volgen. De rechterhand is te volgen.

Sonate opus 1 nr. 2 deel 1 Larghetto voor blokfluit met begeleiding (hier viola da gamba en clavecimbel). Händel (1685-1759).

De begeleiding is genoteerd als bas-melodie.

Contredans voor fluit en fagot. Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791).

Mozart was acht jaar toen hij dit muziekstuk componeerde.

Op de band staan de twaalf maten die je op muziek hebt, daarna worden ze nog eens herhaald.

Symfonie 1, het begin van deel III van Gustav Mahler (1860-1911).

De muziek begint met pauk en contrabas, daarna komen er steeds meer instrumenten bij. Op het muziekpapier heeft elk instrument een eigen regel. De dirigent hoeft eerst maar twee regels tegelijk te lezen, al gauw zijn het er vijf, vervolgens elf en op het tweede blaadje al 22.

Je herkent een bekende melodie ook als canon uitgevoerd. De bekende melodie wordt een beetje anders gespeeld. Het klinkt wat plechtiger. Dat heet 'in mineur'.

(What did I do to be so) Black and blue. Fats Waller (1904-1943).

De muziek begint met een zogenaamde intro van vier maten. De muziek daarvan ligt niet vast. Dan komt het liedje zelf, gespeeld door het hele orkest. Het wijsje staat opgeschreven. De trompet speelt zo ongeveer de melodie, hij verzint er veel bij. De muzikanten houden zich bij dit soort muziek wel goed aan de maatindeling en aan de akkoorden, maar niet precies aan het wijsje. Het schema van de akkoorden staat erbij. Zulke schema's gebruiken jazzmuzikanten als basis voor hun muziek.

Louis Armstrong – trompetist en zanger – hoor je het lied zingen.

The flute and the drome.

1)

1) barline here in MS.

First system of musical notation. The treble clef staff contains a melodic line with eighth and sixteenth notes. The bass clef staff contains a harmonic accompaniment of chords, primarily triads and dyads, with some sixteenth-note patterns.

Second system of musical notation. The treble clef staff continues the melodic line. The bass clef staff continues the harmonic accompaniment with similar chordal structures.

Third system of musical notation. The treble clef staff shows a continuation of the melodic motif. The bass clef staff maintains the accompaniment pattern.

Fourth system of musical notation. The treble clef staff features a more active melodic line. The bass clef staff continues with the accompaniment.

Fifth system of musical notation, the final system on the page. It concludes with a double bar line. The treble clef staff has a melodic line that ends with a fermata. The bass clef staff has a final chordal structure, including a sixteenth-note triplet marked with a '6' and a fermata.

Musical score for the right hand of Frédéric Chopin's GWA-klapper, measures 9-14. The score is written in treble clef with a key signature of one sharp (F#) and a 3/4 time signature. It features a complex, rhythmic melody with many sixteenth and thirty-second notes. Measure 9 starts with a triplet of eighth notes. Measure 10 has a *leggero* marking. Measure 11 has a *p* (piano) marking. Measure 12 has a *dim.* (diminuendo) marking. The piece ends with a fermata over the final note in measure 14.

Musical score for the left hand of Frédéric Chopin's GWA-klapper, measures 9-14. The score is written in bass clef with a key signature of one sharp (F#) and a 3/4 time signature. It features a rhythmic accompaniment with many sixteenth and thirty-second notes. Measure 9 starts with a triplet of eighth notes. Measure 10 has a *leggermente* marking. Measure 11 has a *p* (piano) marking. The piece ends with a fermata over the final note in measure 14.

X. SONATE E-MOLL

für Querflöte und bezifferten Baß (Hallenser Sonate Nr. 2)

Adagio

The musical score consists of five systems, each with a treble clef staff for the flute and a bass clef staff for the figured bass. The key signature is one sharp (F#), and the time signature is common time (C). The tempo is marked 'Adagio'. Fingerings are indicated by numbers 1-5 below notes. Ornaments are shown as a vertical line with a crossbar above notes. Measure numbers 4, 7, 10, and 14 are placed at the beginning of their respective systems. The bass line includes figured bass notation with numbers 6, 5, and 4, and sharp symbols (#) indicating accidentals.

Gebetsans
W. A. Mozart

Handwritten musical score for 'Gebetsans' by W. A. Mozart. The score is written on four staves. The first two staves are the treble and bass clefs, and the last two are the treble and bass clefs. The music is in 2/4 time and features a simple melody with accompaniment. The notation includes notes, rests, and bar lines.

III.

Gustav Mahler
Symphonie n. 1

1
Feierlich und gemessen, ohne zu schleppen *)

Pauken *pp*

Contrabass mit Dämpfer *pp* SOLO

2

1. Fag. *pp*

Bass-tuba *pp*

Pauke *pp*

Cello mit Dämpfer *pp*

Bass *pp*

3

1.2.3.4. Fl. *pp*

1.Ob. *p* etwas hervortretend

1. Clar. in B *pp*

1. Fag. *pp*

1. Horn in F *pp*

Tuba *pp*

Pauke *pp*

Tam-tam mit Schwammschlägel *pp*

Viola mit Dämpfer *pp*

Cello *pp*

Bass *pizz.* nur eine Hälfte *pp*

*Anmerkung: Sämtliche Stimmen vom Einsatz bis zu „Langsam“ in gleichmäßigem *pp* ohne *crescendo*
U. E. 2981.

24 4

1.3. Fl. *zu 2*

2.4. Fl. *zu 2*

1.Ob.

Engl. H. (3. Oboe) *Engl. Horn* *pp*

1.2. Cl. in B *1.* *pp*

4. Cl. in B

Basscl. in B (3. Clar.) *Bassclar.* *pp*

1. Fag. *pp*

2. Fag. *pp*

1. Horn in F

3.5. Horn in F *mit Dämpfer* *pp zu 2*

4.6. Horn in F *mit Dämpfer* *pp zu 2*

Tuba *Dämpfer ab*

Pauke *semprè pp*

Tam-tam

Harfo

1. Viol. *24*

2. Viol. *nicht sordinirt* *pizz.* *pp*

Viola *geth.* *pp*

Cello *geth.* *pp* *Alle*

Basu *pp* *pizz.* *geth.*

Deftwas hervortretend

Deftwas hervortretend

4 U. E. 2031.

(What Did I Do To Be So) BLACK AND BLUE

Moderato

Cold empty bed — springs hard as lead, — Pains in my head, —
 No joys for me, — no com-pan-y, — E-ven the mouse —
 I feel like old Ned, What did I do — to be so black and blue?
 I ran from my house All my life thru — I've been so
 black and blue. — I'm white in-side,
 It don't help my case, — 'Cause I — can't hide — what is on my
 face, ooh! I'm so for-lorn, — life's just a thorn, — My heart is torn, —
 Why was I born? — What did I do — to be so black and blue?

A_m | D_m | A_m | D₇ |

C | A_m | D_m | G₇ | C | E₇ |

C | F_m | C₇ |

A₇ | / | C | / |

A₇ | / | C | F | E₇ |

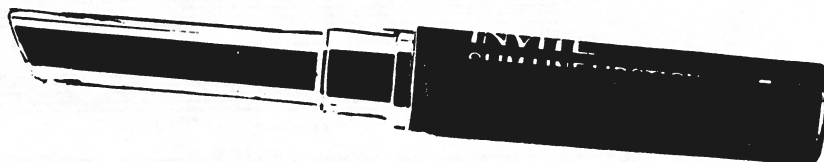
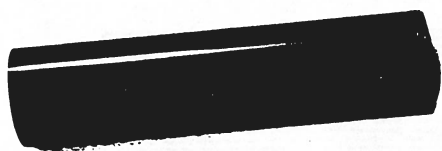
A_m | D_m | A_m | D₇ |

C | A_m | D_m | G₇ | C | F_m | C |

Met spoed openen

Lipstick-schroef

Ik heb een nieuwe lipstick gekocht. Een extra lange.



Hoever schuif jij die lipstick altijd uit?

Altijd maar met een halve draai. Kijk zo'n stukje:



Dat is een halve draai. ('Waar zie je dat aan?')

Als je een hele draai maakt, breekt hij gemakkelijk af.

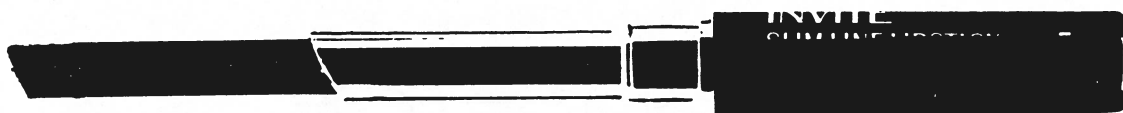
Kijk zo is hij te lang:



Dat is een hele draai, dan smeer je te veel op je lippen.

Het is wel een erg lange lipstick, zeg!

Hoeveel hele draaien moet je maken voordat de lipstick helemaal uit de huls steekt?

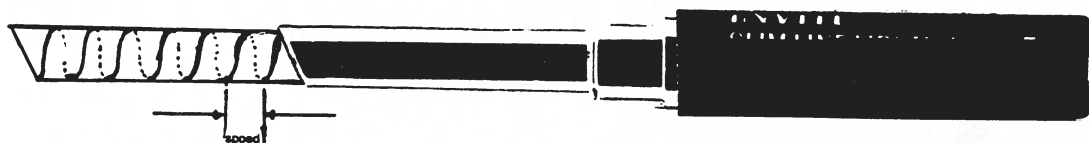


1> Vul in: na hele draaien steekt de lipstick helemaal uit de huls.

2> Teken de lipstick na twee hele draaien:



Kijk, je kunt hem ook zó tekenen, met een *schroeflijn* erin:



3> Hoeveel hele draaien zijn er gemaakt?

4> Waaraan zie je dat in de tekening?

Je lipstick is splinternieuw. Hoe lang doe jij eigenlijk met zo'n ding?

Ik doe er ongeveer een jaar mee. Ik heb ook nog andere, met andere kleuren.

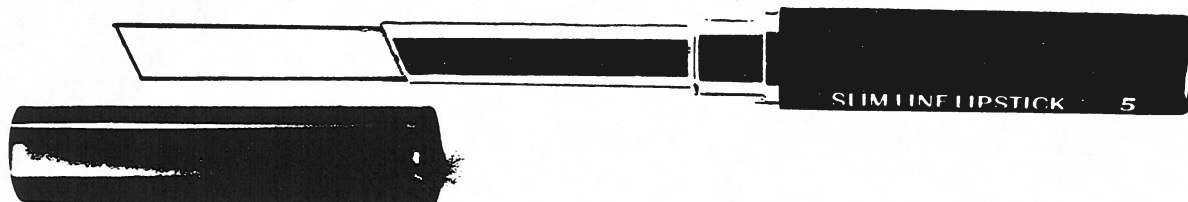
Dus na een half jaar is de helft op?

Ja.

5> Als je hem dan helemaal terugdraait, hoeveel hele draaien moet je dan maken?

Maar je draait hem natuurlijk nooit helemaal terug. Met zo'n lange lipstick draai je je een ongeluk. Dan kun je er beter ééntje hebben waarvan de stift sneller naar buiten komt als je even draait.

Dus waarvan de 'spoed' groter is.

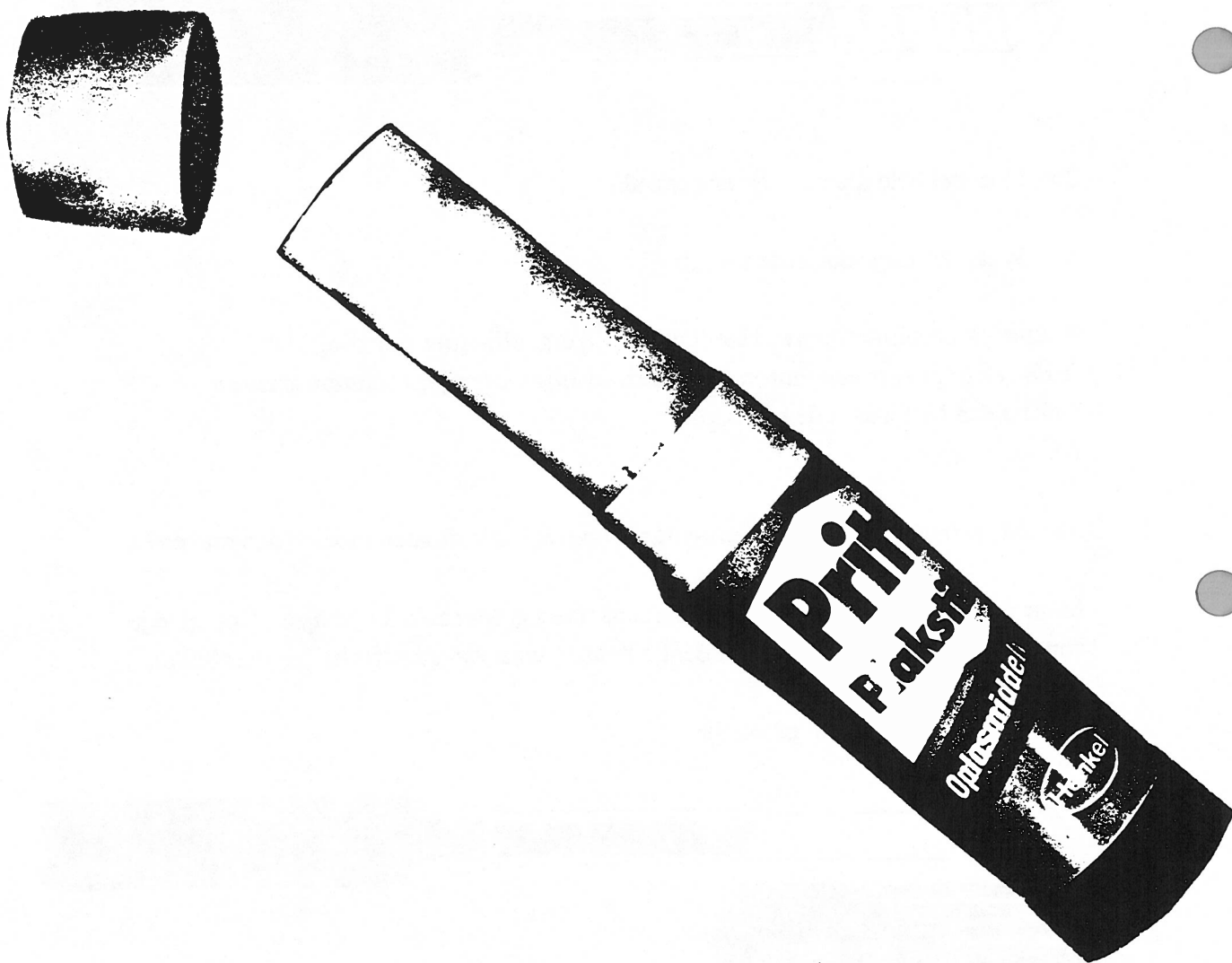


6> Teken in de lipstick een schroeflijn met een grotere 'spoed' dan hierboven:

De afstand die de lipstick naar buiten komt na één hele draai noemen we *spoed*.

Prittstift

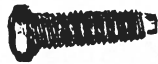
Hier is mijn Prittstift. Na achttien *halve* slagen is mijn Prittstift helemaal uitgedraaid en heeft hij een lengte van 63 mm.



- 7> Hoe groot is de spoed van mijn Prittstift?
- 8> Heb jij, of één van je burens, ook een Prittstift? Hoe groot is de spoed van die Prittstift?
- 9> Is mijn Prittstift van hierboven een nieuwe of een gebruikte? Hoe weet je dat?
- 10> In je Prittstift zit een schroef. Kijk maar als je hem helemaal uitdraait. Ga na hoe groot de spoed is van die schroef.

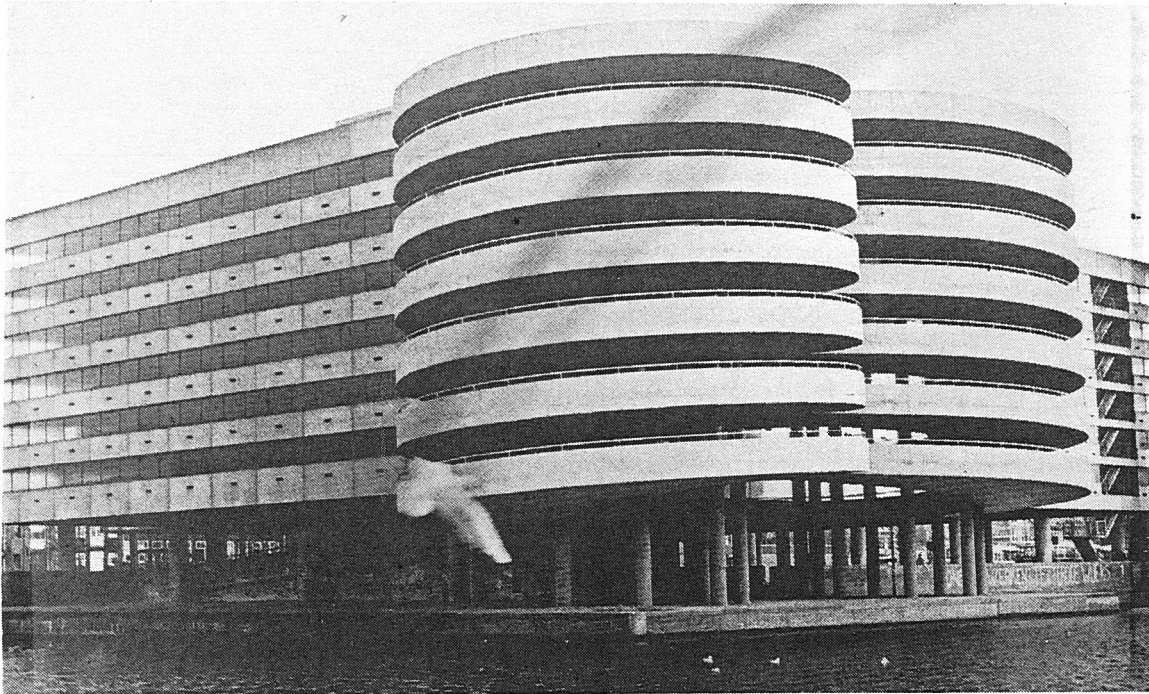
Fijn schroefdraad

Een schroefje met één heel fijne schroefdraad. De spoed is kleiner dan 1 mm. Meet maar met je liniaal.



- 11> Hoe kun je de spoed van dit schroefje wat preciezer vinden?
De spoed is 0, mm.

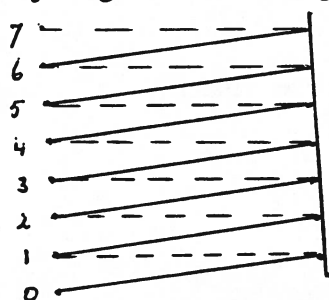
Parkeergarage



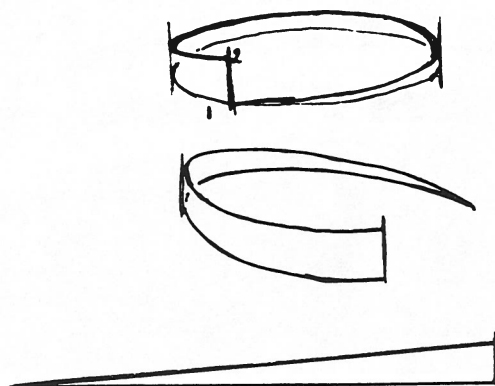
Deze parkeergarage bestaat uit zes etages en een dak. Op het dak kun je je auto ook parkeren. Dat is etage zeven.

Vanaf de begane grond kun je naar het dak rijden door steeds rondjes te draaien in een schroeflijn. In de andere schroeflijn kun je weer naar beneden. De schroeflijn zit in een cilinder. Die cilinder is 21 meter hoog en zijn middellijn is ook 21 meter.

- 12> Met welke van de twee schroeflijnen ga je omhoog, denk je? De linker of de rechter op de foto? En waarom?
- 13> Na hoeveel rondjes ben je boven op het dak?
- 14> Hoeveel meter ben je dan al draaiend in de cilinder gestegen?
- 15> Hoe groot is de spoed van die schroeflijn?
- 16> Schrijf de getallen van vraag 2, 3 en 4 in deze doorsnede:



- 17> Hoe breed is de cilinder waarin de schroeflijn zit?
- 18> Schat de omtrek van de cilinder.
- 19> Van verdieping één naar verdieping twee.



Schrijf in de laatste tekening de cilinderomtrek en de spoed op de juiste plaatsen.

20> Hoe sterk stijg je als je naar boven rijdt?

21> Hoeveel procent stijging is dat?

22> Hoeveel graden is dat?

23> Welke afstand leg je per rondje in de schroeflijn af?

Eigen onderzoek

Schroeflijnen zoeken met spoed

24> Welke dingen ken jij waarin een schroeflijn zit?

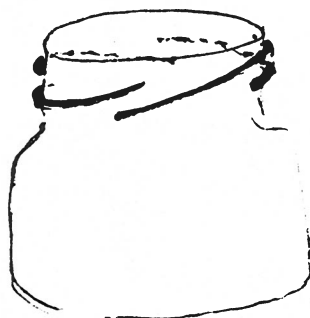
Vul de rij aan en schat de grootte van de spoed:

kurketrekker	spoed: ongeveer mm
wenteltrap	spoed: ongeveer mm
vulpotlood	spoed: ongeveer mm
bout met moer	spoed: ongeveer mm
.....	spoed: ongeveer mm
.....	spoed: ongeveer mm

Vierdraads doppen op potten

Op een jampot zitten meestal niet één, maar vier schroefdraden.

Kijk zo:



Met een kwart slag kun je zo'n jampot openmaken. Andere potten hebben drie schroefdraden (zoutvaatje) of zes, of zijn 'tegendraads' of nog anders, bijvoorbeeld bij veiligheidssluitingen.

25> Zoek verschillen in sluitingen van allerlei potten en potjes. Deel de potten in.

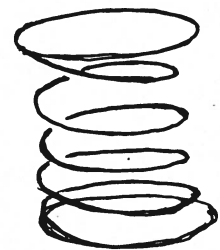
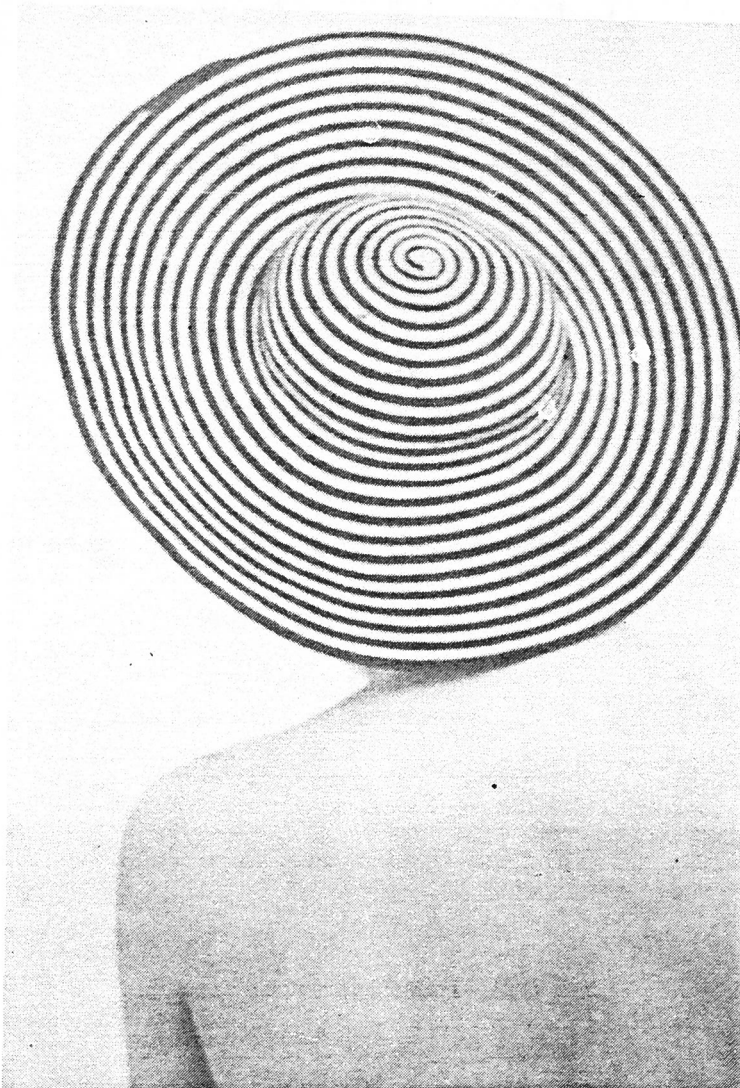
Je Prittstift opnieuw

In je Prittstift zit een schroef. Die kun je zien als je de lijmstift er helemaal uitdraait.

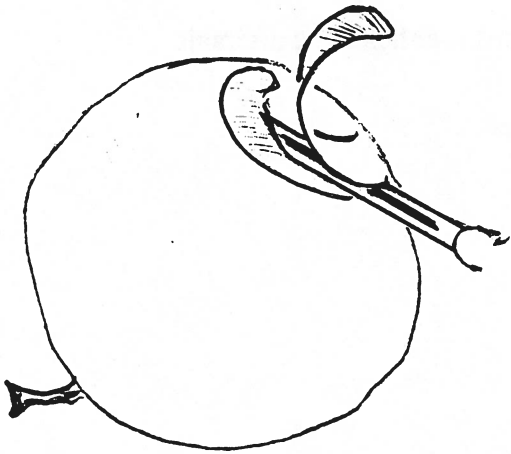
26> Onderzoek hoeveel schroefdraden deze schroef heeft.

27> Hoe groot is de spoed van elke schroefdraad?

Het meisje met de hoed



springveer



appelschil



warmtespiraal



closetrol

28> Zijn dit ook 'schroeflijnen met een spoed'? Wat vind je ervan?

Docentenhandleiding bij 'Met spoed openen'

Niveau

Klas 1.

Aantal lessen

Eén of twee.

Les 1

Lipstick-schroef

Prittstift

Fijn schroefdraad

Les 2

Parkeergarage

Eigen onderzoek:

- Schroeflijnen zoeken met spoed.
- Vierdraadsdoppen op potten.
- Je Prittstift opnieuw.
- Het meisje met de hoed.

Materialen

Werkbladen.

Allerlei potjes met schroefdoppen.

Samenwerking met andere vakken

Natuurkunde.

Pasklaar

Inhoud

Het onderwerp 'schroeflijnen' heeft zijn duidelijke voortzettingen in technische vakken, maar ook in alledaagse onderwerpen waarmee de leerlingen te maken hebben, zoals lipstick, prittstift. 'Schroeflijn', 'Spoed', halve (π) en hele draai of slagen, meerdraads, en dergelijke komen aan de orde.

Antwoorden en opmerkingen

Opmerking

Staat er meer dan één keer 'Invite' op de lipstick? (Een discussievraag.)

- 1 8
- 2 -
- 3 7

Opmerking

De stift draait zelf meestal niet. Toch is snel duidelijk wat er bedoeld wordt.

- 4 Aan het aantal boogjes in de schroeflijn.
- 5 4
- 6 -

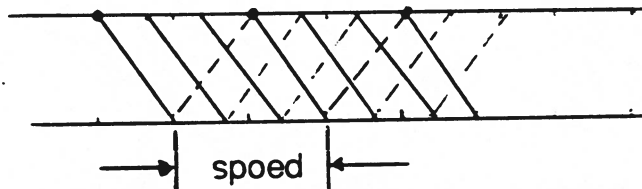
Opmerking

Het draaien wordt meestal in halve slagen uitgevoerd. Deze komen overeen met draaien als veelvoud van π (een halve slag).

- 7 $18/2 = 9$ hele slagen; $63/9 = 7$ mm spoed.
- 8 -
- 9 Nieuw (lengte plakstift maximaal 70 mm).
- 10 7 mm

Opmerking

In de Prittstift zit een schroef met drie draden, daarom lijkt het dat de spoed $7/3 = 2.3$ mm is.



- 11 Door de schroef te meten en het getal te delen door het aantal hele draaien van de draad. De spoed is $5 \text{ mm} / 7 = 0,714$ mm.
- 12 Met de linker, omdat je dan de buitenbocht volgt. Omdat de spiralen tegengesteld gedraaid zijn, heb je ook de buitenbocht als je via de rechter spiraal omlaag gaat.
Doe je het andersom, dan heb je de binnenbocht en dus steeds weinig ruimte.
- 13 7
- 14 21
- 15 $21/7 = 3$ m
- 16 -

17 21 m

18 $\pi \times 21 \approx 3.14 \times 21 = 65.94 \approx 66$.

19 –

20 3/66

Het gaat om de verhouding 'omhoog' en 'cirkelomtrek'. U kunt misschien het begrip richtingscoëfficiënt gebruiken.

N.B. Er zijn twee verschillende 'afgeleiden' in het spel: de stijging, maar ook de bocht die wordt genomen.

21 0.045; 4.5% stijging.

22 0.0449 (rekenmachine inverse tangens).

23 –

24 –

25 –

26 3

27 7 mm

28 Niet alle schroeflijnen, want de spoed is niet constant.

Wel aanverwant: spiralen met variërende 'straal'.