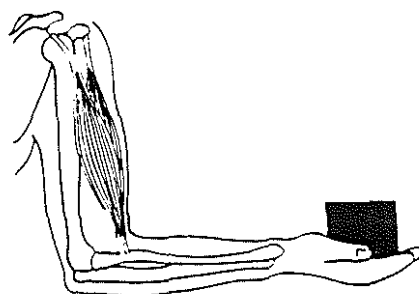
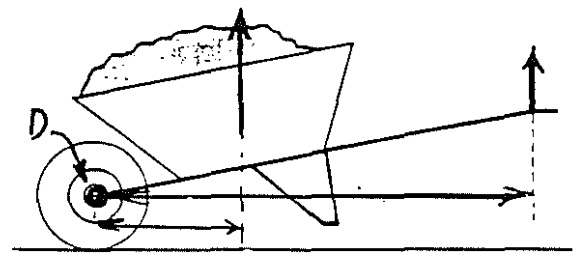
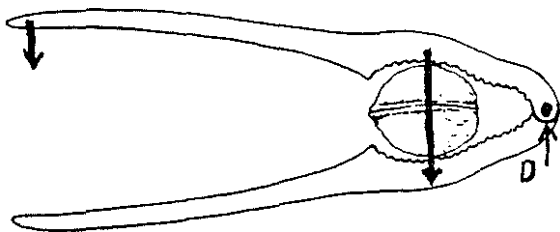
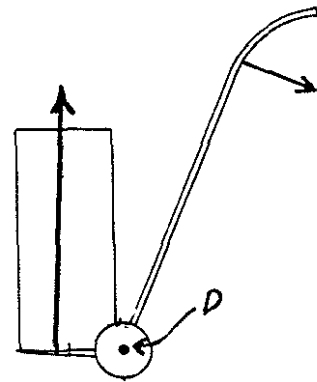
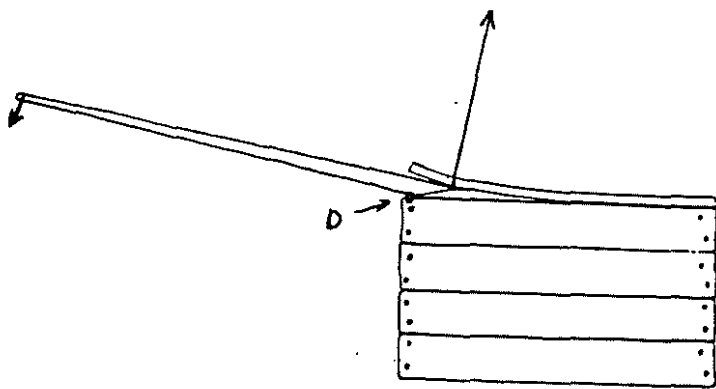
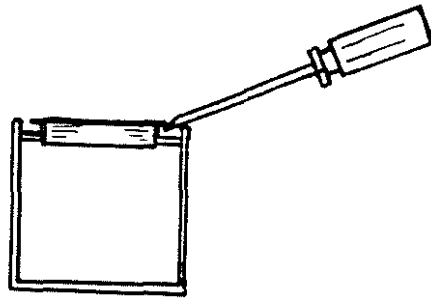
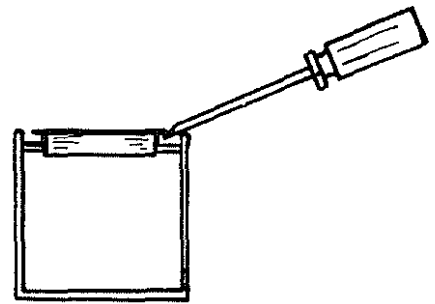


Hefbomen.



Je hebt vast wel eens gezien hoe iemand een blik waarin verf zit open maakte; misschien heb je dat zelf ook weleens gedaan. Je neemt het blik, zet een schroevendraaier onder de rand van het deksel en duwt het handvat van de schroevendraaier naar beneden. Het deksel wordt omhoog gewipt (zie plaatje hiernaast).



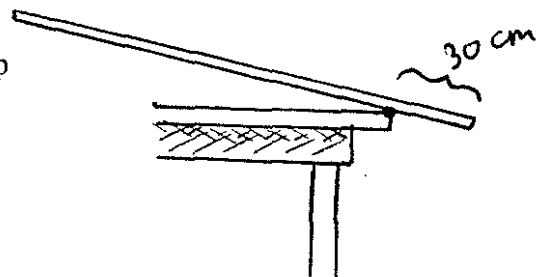
Als je een schroevendraaier op deze manier gebruikt dan zeggen we ook wel: "De schroevendraaier wordt gebruikt als hefboom".

Een **hefboom** is een manier om kracht te versterken. Het is dus als het ware een 'krachtversterker'.

Bij het openen van het verf-blik duw je op het handvat van de schroevendraaier. De voorkant van de schroevendraaier duwt dan het deksel omhoog. Jij duwt bijvoorbeeld met 10 N naar beneden, maar daardoor wordt het deksel met wel 100 N omhoog geduwd. Jouw kracht wordt dus door de hefboom versterkt.

Proef 1 krachtversterking voelen (1)

Neem een ongeveer 1 m lange (bamboe)stok. Houd hem zo op je tafel zoals hiernaast in de tekening is getekend. Het korte uiteinde steekt dus 30 cm over de rand van de tafel. Leg je handen op beide uiteinden en duw beide, niet al te hard, naar beneden. De stok mag niet breken en je mag geen deuk in het tafelblad duwen!



Conclusie:

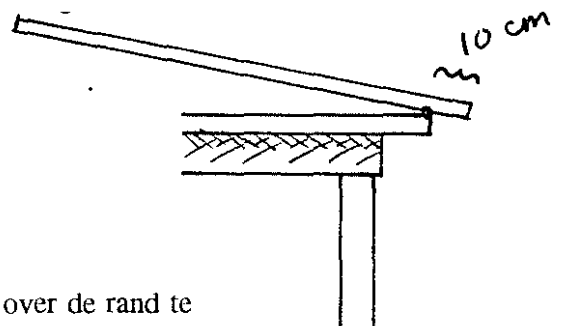
De kracht die je voelt is het grootst aan het lange/het korte uiteinde.

De kracht die je voelt is het kleinst aan het lange/het korte uiteinde.

Maak nu het korte uiteinde nog korter door die kant maar 10 cm over de rand van de tafel te laten steken. Duw nu net zo hard op het lange uiteinde als in de vorige proef. Probeer het korte uiteinde tegen te houden.

Vergelijk de kracht die je nu voelt aan het korte uiteinde met die in de vorige opdracht:

Wat voel je nu aan het korte uiteinde?



Maak nu het korte uiteinde nog korter door die kant maar 4 cm over de rand te laten steken. Duw nu net zo hard op het lange uiteinde als in de vorige proef. Probeer het korte uiteinde tegen te houden.

Vergelijk de kracht die je nu voelt aan het korte uiteinde met die in de vorige opdracht:

Wat voel je nu aan het korte uiteinde?

Conclusie:

Hoe korter het uiteinde hoe groter/kleiner de kracht wordt.

Ga verder op de volgende pagina ➡

Is er ook krachtversterking als de beide uiteinden even lang zijn?
Probeer dat eens even uit.

Conclusie:

Als beide uiteinden even lang zijn is er wel/geen krachtversterking

Opbouw van een hefboom (1)

De stok uit proef 1 is een voorbeeld van een hefboom. We gebruiken dit voorbeeld om je de eigenschappen van een hefboom te laten zien:

1e Een hefboom heeft altijd minimaal twee plekken waar je een kracht uitoefent.

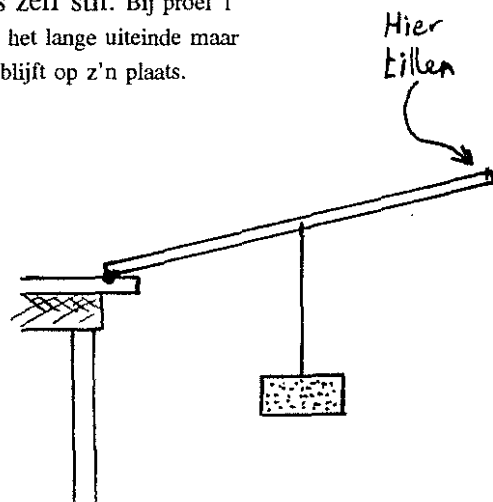
Bij proef 1 zijn dat dus de beide uiteinden van de stok.

2e Bij een hefboom heb je altijd te maken met een draaipunt. Het draaipunt is het punt waarom de hefboom kan ronddraaien. Dit punt staat dus zelf stil. Bij proef 1 ligt het draaipunt dus precies op de rand van de tafel. Controleer maar: Laat het lange uiteinde maar een stukje zakken, het korte uiteinde komt dan omhoog, maar het draaipunt blijft op z'n plaats.

Proef 2 krachtversterking voelen (2)

In deze proef maak je een andere soort hefboom dan in proef 1. Maar ook deze hefboom heeft een draaipunt en ook twee plaatsen waar een kracht op de hefboom worden uitgeoefend.

Leg de stok nu met één uiteinde op de rand van je tafel. Hang in het midden van je stok een emmer die je halfvol water doet of een zware steen (zie plaatje hiernaast). Houd het andere uiteinde van de stok vast.



Waar bevindt zich het draaipunt?

(Geef dit ook in de tekening aan)

Moet jij nu het hele gewicht van de steen dragen?

(Voel het verschil eens)

Schat eens hoeveel jij dan nu wel moet dragen?

Geef in de tekening hiernaast aan welke twee krachten nu op de hefboom werken.

Doe dat met pijlen.

De richting van de pijl geeft de richting van de kracht aan. Hoe langer de pijl, hoe groter de kracht.

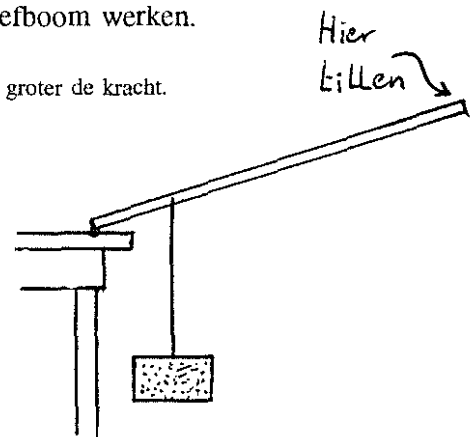
Hang de emmer of de steen nu dichterbij de tafel, bijvoorbeeld op 10 cm afstand van de rand van de tafel.

Is de kracht die jij nu moet uitoefenen is groter of kleiner geworden?

Klopt dat met de conclusies van de vorige bladzijde? ..

.....

.....



Opbouw van een hefboom (2)

Ook in proef 2 gebruik je een hefboom. In proef 2 ligt het draaipunt deze keer niet tussen de beide krachten, maar links of rechts ervan. Toch is dit ook een hefboom.

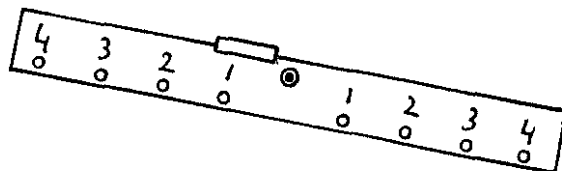
Immers:

1e Er wordt op twee plekken een kracht op de stok uitgeoefend en

2e Er is een draaipunt.

Proef 3 Een rekenregel voor hefboomen

nodig: hefboom met plastic stukje erop,
een asje,
een statief met daaraan een statief-ruiter,
vier gewichtjes.

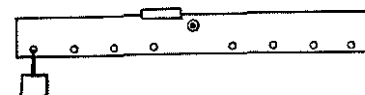


Haal de benodigdheden en monteer de hefboom aan het statief. Hang hem niet te hoog.

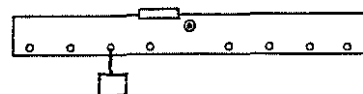
Hiernaast zie je een onbelaste hefboom; er werken geen krachten op. De hefboom is niet in evenwicht. Met het kleine stukje plastic breng je de onbelaste hefboom eerst in evenwicht.

Belangrijk: Let goed op de tekeningen in de kantlijn, daarin staat steeds hoe je de gewichtjes aan de linker kant van de hefboom moet hangen. Je moet de oplossing steeds in die figuren tekenen. Gebruik daarvoor een potlood.

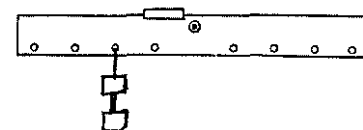
1. Hang links in het vierde gat een gewichtje ($50\text{ g} = 0,5\text{ N}$). Maak nu evenwicht door ergens aan de rechterkant één gewichtje te hangen. Teken de oplossing in de figuur hiernaast.



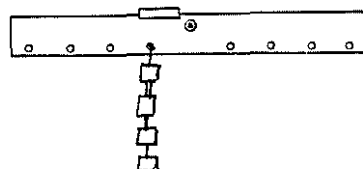
2. Hang links in het tweede gat een gewichtje en maak weer evenwicht door rechts één gewichtje te hangen. Teken de oplossing in de figuur hiernaast.



3. Hang nu links twee gewichtjes aan het tweede gat en maak evenwicht door maar één gewichtje rechts te hangen. Teken de oplossing in de figuur hiernaast.



4. Hang nu links op het eerste gat vier gewichtjes en maak weer met slechts één gewichtje aan de rechterkant evenwicht. Teken de oplossing in de figuur hiernaast.

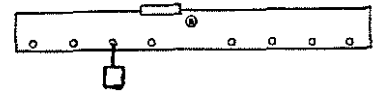


5. Hang op het vierde gat links één gewichtje en maak evenwicht door rechts ergens twee gewichtjes te hangen. Teken de oplossing in de figuur hiernaast.



Ga verder op de volgende pagina ➡

6. Hang op het tweede gat aan de linker kant één gewichtje en maak nu evenwicht aan de rechter kant door daar ergens twee gewichtjes te hangen.
Teken de oplossing in de figuur hiernaast.



Heb je al enig idee hoe kracht en afstand met elkaar samenhangen?

.....

Uitwerking:

Om beter conclusies uit de voorgaande proef te kunnen trekken moet je nu de volgende tabel eens invullen.

In de linker kolom vul je voor de linkerkant van de hefboom in:

(Totale gewicht links) x (Afstand van gaatje links tot het draaipunt)

In de rechter kolom doe je het zelfde maar nu voor de rechterkant van de hefboom.

	Kracht maal Afstand links	Kracht maal Afstand rechts
1	N x cm =	N x cm =
2	N x cm =	N x cm =
3	N x cm =	N x cm =
4	N x cm =	N x cm =
5	N x cm =	N x cm =
6	N x cm =	N x cm =

Vergelijk de uitkomsten in beide kolommen. Wat valt je op?

.....

Welke reken-regel kun je dus voor een hefboom in evenwicht gebruiken?

.....

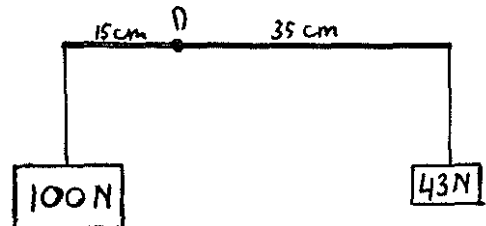
Theorie hefboomen

Een hefboom is een werktuig dat meestal bedoeld is om van een kleine kracht een grotere kracht te maken.

Op een hefboom wordt minimaal op twee plaatsen een kracht uitgeoefend.
Een hefboom heeft altijd een draaipunt.

Hiernaast is een heel eenvoudige hefboom getekend. De belangrijkste onderdelen van de hefboom zijn:

- het draaipunt (D),
- de arm waaraan het grote gewicht hangt,
- de arm waaraan het klein gewicht hangt.



Deze hefboom is in evenwicht:

Het kleine gewicht dat aan de lange arm hangt is in staat het grote gewicht aan de veel kortere arm te dragen. Met behulp van deze hefboom kun je dus met een kleine kracht een veel grotere kracht dragen. De hefboom is als het ware een krachtversterker.

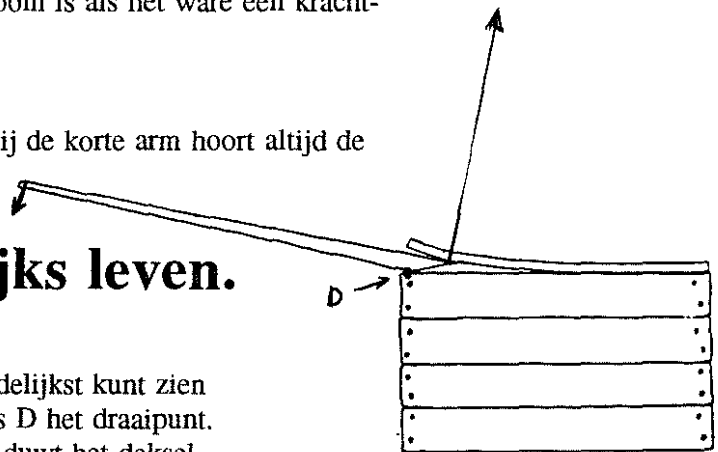
Let op de tekening:

Bij de lange arm hoort altijd de kleine kracht en bij de korte arm hoort altijd de grote kracht.

Hefbomen in het dagelijks leven.

De koevoet (breekijzer).

Een breekijzer is een werktuig waarvan je het duidelijkst kunt zien dat het een hefboom is. In de tekening hiernaast is D het draaipunt. De lange arm duw je naar beneden. De korte arm duwt het deksel van de kist met een veel grotere kracht omhoog; de kist wordt opengebroken.



Klauwhamer, nijptang

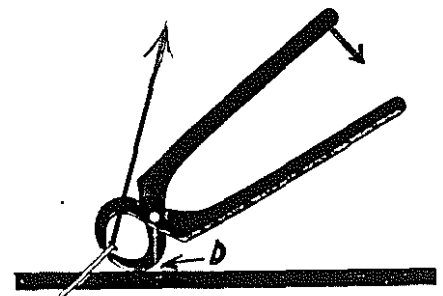
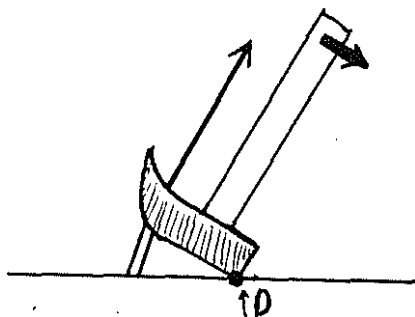
Een klauwhamer of een nijptang waarmee je spijkers uit planken kunt trekken zijn beide voorbeelden van hefboomwerking.

Kijk maar naar de tekeningen hiernaast.

Bij D bevindt zich het draaipunt.

Jij zet kracht op de lange arm.

Met de korte arm wordt de spijker met een veel grotere kracht losgetrokken.



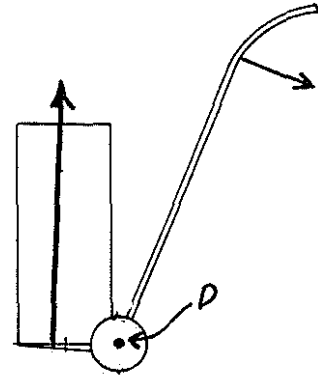
Steekwagen

Met een steekwagen kun je zware voorwerpen optillen en vervolgens wegrijden. Ook dit is een hefboom.

Bij D zit het draaipunt.

Op de lange arm duw jij met een klein kracht.

De veel kortere arm tilt de kist dan met een veel grotere kracht op.



De notenkraaker

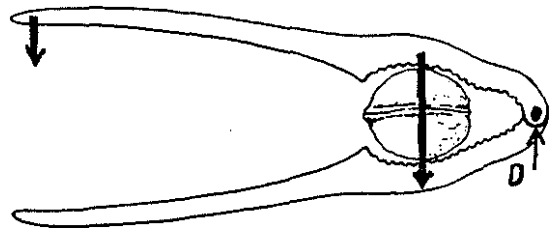
Een notenkraaker is ook een voorbeeld van een hefboom.

Bij D zit het draaipunt.

Jij duwt op het lange uiteinde rechts van de notenkraaker.

De bek van de notenkraaker duwt dan met een veel grotere kracht op de noot.

Ook hier vindt een krachtversterking plaats.



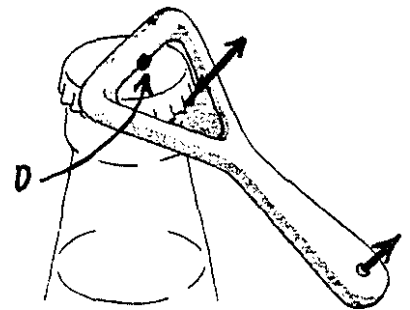
De flessenopener

Bij een flessen opener ligt het draaipunt midden op de dop.

Ook nu heb je een hefboom met een korte- en een lange arm.

Jij trekt met een kleine kracht aan het lange handvat.

Daardoor duwt de opener met een grote kracht onder tegen de dop aan.



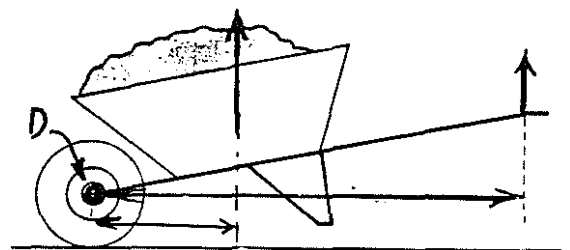
De kruiwagen

Zelfs de kruiwagen is een voorbeeld van hefboomwerking.

Het draaipunt is hier natuurlijk de as van het wiel van de kruiwagen.

Jij tilt de kruiwagen aan de handvatten op, dus aan de lange arm.

Je maakt daarbij een grote kracht omhoog op het zand in de kruiwagen, dus aan de kort arm.



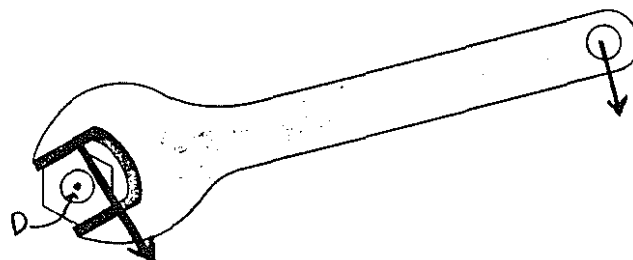
De moersleutel

Bij de moersleutel ligt het ingewikkelder.

Hiernaast hebben we er één getekend.

De lange arm pak je vast.

Met een kleine kracht maak je zodoende een veel grotere kracht op de moer.



De gelijkarmige hefbomen

Bij een gelijkarmige hefboom worden de krachten uitgeoefend op gelijke afstand van het draaipunt.

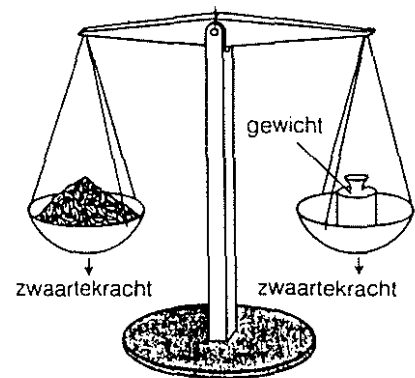
De beide armen zijn dan even lang.

Het gevolg hiervan is dat er **geen krachtversterking** optreedt; de kracht die aan de andere kant evenwicht moet maken is bij een gelijkarmige hefboom even groot.

De balans

De **balans** is een voorbeeld van zo'n gelijkarmige hefboom.

Je wilt de massa van een beetje goud meten. Dan maakt je evenwicht door op het rechter schaalteje evenveel massa te leggen als er aan de linkerkant ligt. Dan weet je ook de massa van het hoopje goud dat op het linker schaalteje ligt.



De katrol

Soms wordt een katrol gebruik om dingen op te tillen.

Een katrol is eigenlijk gewoon een wiel waarover een touw wordt gelegd. Aan het ene einde van het touw hang je het voorwerp dat je op wilt tillen, aan de andere einde moet je dan trekken.

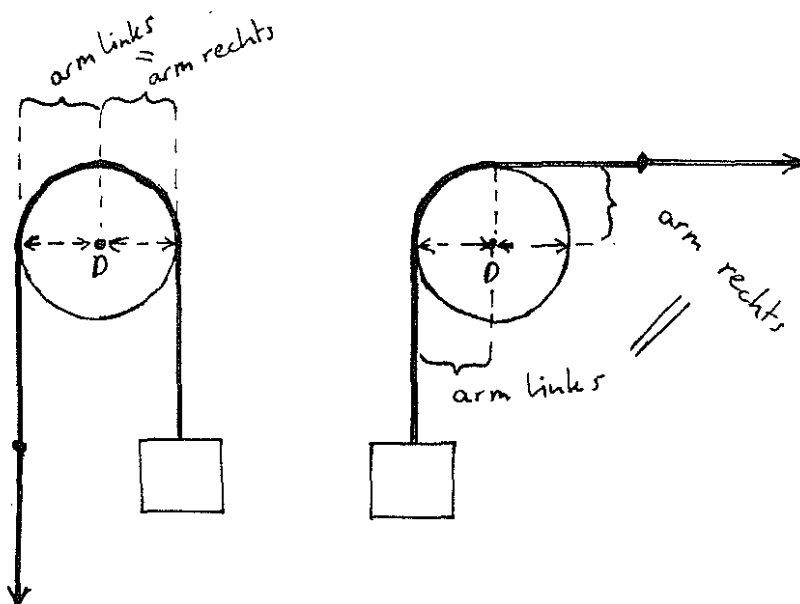
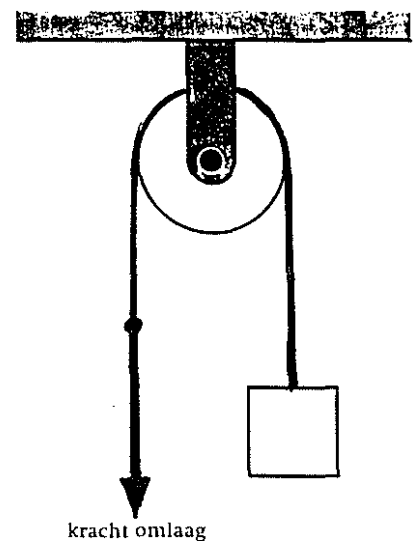
De katrol is eigenlijk ook een gelijkarmige hefboom. Met behulp van de onderstaande tekeningen proberen we je dat duidelijk te maken.

Het draaipunt heet steeds D.

Je ziet in de rechter twee tekeningen dat de armen steeds even lang zijn.

Er is dus geen krachtversterking.

Verder zie je dat het niet uit maakt in welke richting je trekt.



Een ingebouwde hefboom.

Jouw onderarm is ook een hefboom.

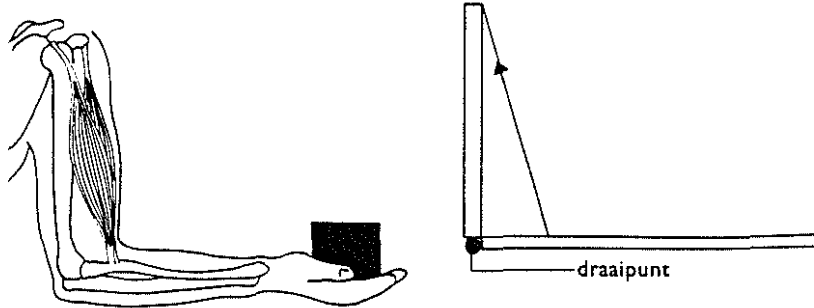
Als je iets wilt optillen, zoals in de tekening hiernaast is getekend, dan werkt jouw onderarm als een hefboom.

De spier in je bovenarm levert de kracht (pijl F_k).

Het ellebooggewricht is het draaipunt (D).

Hierdoor wordt het voorwerp in je hand opgetild met een kracht (pijl F_l).

Als je goed hebt opgelet zie je dat dit geen krachtversterking maar juist een krachtverzwakking oplevert.



Leg uit waaraan je kunt zien dat dit geen krachtversterking oplevert:

.....

.....

.....

.....

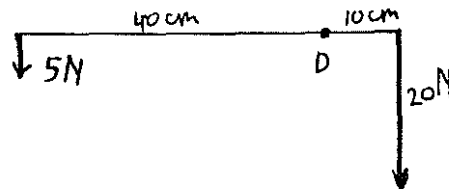
Een regel voor hefboomen in evenwicht:

Om te kunnen rekenen aan hefboomen is het handig als je daarvoor een regel hebt. Deze regel heb je misschien al gevonden in het practicum bij proef 3.

Als de hefboom in proef 3 in evenwicht is geldt:

$$(\text{Kracht} \times \text{arm}) \text{ links} = (\text{Kracht} \times \text{arm}) \text{ rechts}$$

wiskundiger: $(F \times a)_{\text{links}} = (F \times a)_{\text{rechts}}$



Dit is een regel die je voor al dit soort hefboomen kunt gebruiken. Je hebt gezien dat er ook hefboomen zijn waarbij beide krachten aan dezelfde kant van het draaipunt werken. Daar is dus geen sprake van links en rechts. Beide krachten werken immers aan dezelfde kant.

Daarom is het beter om de regel hierboven iets anders op te schrijven:

Onthoud:

$$(\text{Kracht} \times \text{arm}) \text{ lang} = (\text{Kracht} \times \text{arm}) \text{ kort}$$

wiskundiger: $(F \times a)_{\text{lang}} = (F \times a)_{\text{kort}}$

Hierbij spreken we het volgende af:

De arm die hoort bij een kracht meet je vanaf het draaipunt loodrecht op het verlengde van de pijl die de kracht voorstelt.

Je moet in de opgaven die hierna volgen de regel die geldt voor hefboomen toepassen.

Schrijf bij je berekeningen steeds op:

- de regel die je gebruikt $(F \times a)_{\text{lang}} = (F \times a)_{\text{kort}}$,
- vul de bekende getallen in de regel in maar reken nog niets uit,
- bereken nu het antwoord. Laat daarbij goed zien wat je doet.

Voorbeeld 1:

Vraag:

In de tekening hiernaast zie je hoe een dop van een fles verwijderd wordt. In deze tekening zijn de afmetingen van de flessenpener gegeven.

Iemand duwt met een kracht van 20 N op de lange arm.

* Bereken met welke kracht de dop van de fles gewipt wordt.

Berekening:

Als je begrijpt dat het draaipunt zich bevindt bij D, dan kun je de regel voor een hefboom gebruiken:

Regel voor hefboomen in evenwicht: $(F \times a)_{\text{lang}} = (F \times a)_{\text{kort}}$,

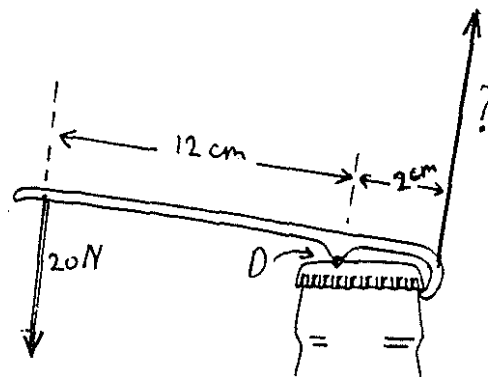
invullen: $20 \times 12 = F \times 2$

rekenen: $240 = F \times 2$

beide kanten delen door 2: $120 = F$

Antwoord:

De kracht waarmee de dop van de fles wordt gewipt is 120 N

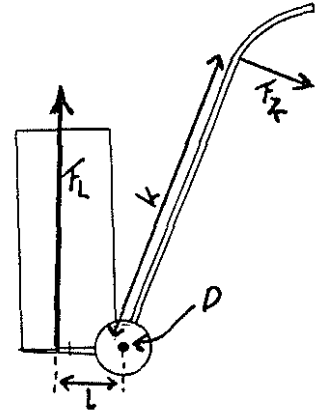


Voorbeeld 2:

Vraag:

In de tekening hiernaast zie je hoe met behulp van een steekwagen een zware kist wordt opgetild. Het midden van de kist bevindt zich op 20 cm (l) van het draaipunt (D). De kist heeft een massa van 60 kg. Hij moet dus worden getild met een kracht (F_l) van 600 N.

* Bereken met welke kracht (F_k) op het handvat moet worden geduwd als $k = 120$ cm.



Berekening:

Het draaipunt bevindt zich in D . De lengte van de beide armen zijn bekend en je kent de kracht die de kist moet tillen. Dus kun je de regel voor een hefboom gebruiken:

Regel voor hefbomen in evenwicht: $(F \times a)_{\text{lang}} = (F \times a)_{\text{kort}}$

invullen: $F_k \times 120 = 600 \times 20$

rekenen: $240 \times F_k = 12000$

beide kanten delen door 240: $F_k = 50$ N

Antwoord:

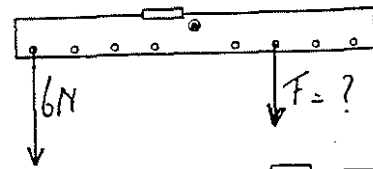
De kracht waarmee op het handvat moet worden geduwd is 50 N.

Opgaven:

1

De hefboom die hiernaast is getekend is in evenwicht.

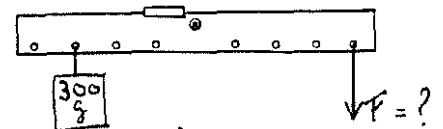
* Bereken de grootte van de kracht F .



2

De hefboom die hiernaast is getekend is in evenwicht.

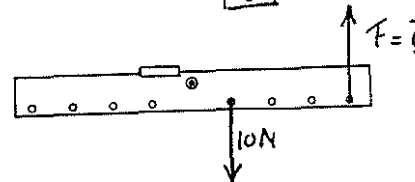
* Bereken de grootte van de kracht F .



3

De hefboom die hiernaast is getekend is in evenwicht.

* Bereken de grootte van de kracht F .

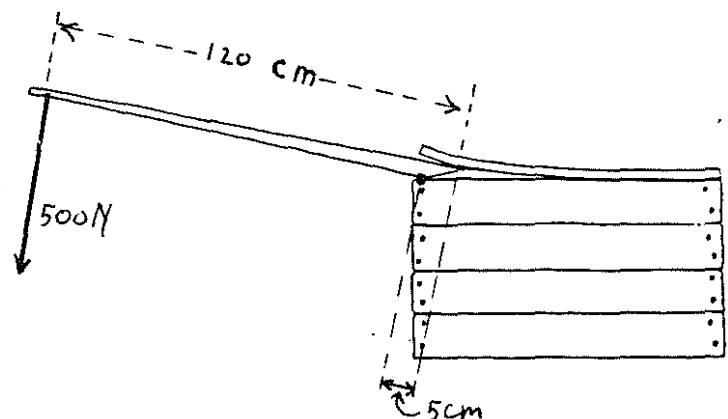


4

De koevoet.

De kist hiernaast wordt met behulp van een koevoet open gebroken. De lengte van de koevoet is 1,20 m, het draaipunt bevindt zich op 5 cm van het einde van de koevoet.

* Bereken de kracht waarmee de koevoet onder tegen de plank duwt.



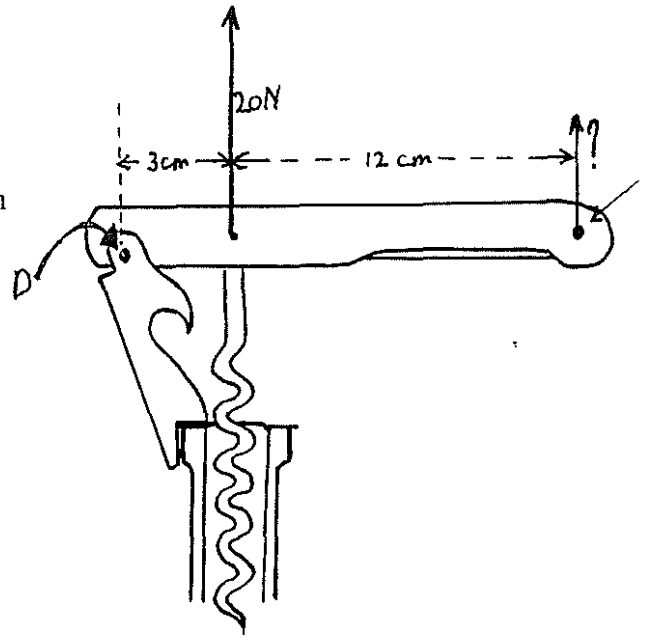
5

De hefboom-kurketrekker.

Met de hiernaast getekende hefboom-kurketrekker kun je veel gemakkelijker de kurk uit de hals van een wijnfles trekken dan met een normale kurketrekker.

Veronderstel dat de kurk uit de fles komt als op er met een kracht van 20 N aan de kurk wordt getrokken.

* Bereken hoe groot de kracht dan moet zijn waarmee jij het handvat bij H omhoog moet trekken.

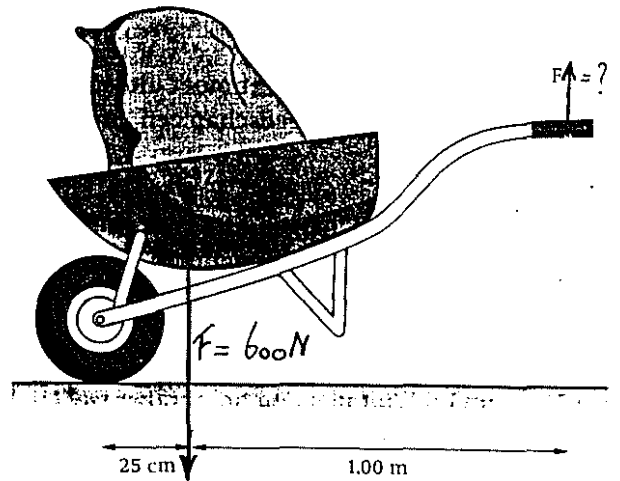


6

De kruiwagen.

De massa van de last die op de kruiwagen hiernaast ligt is 60 kg.

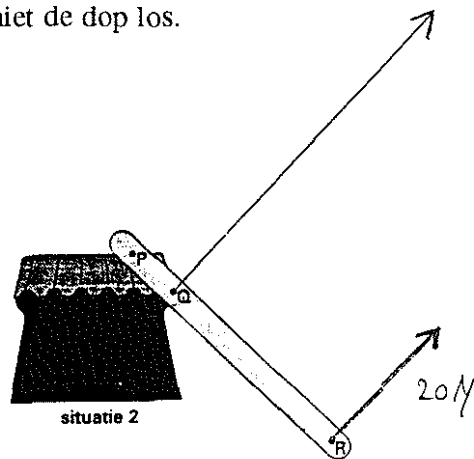
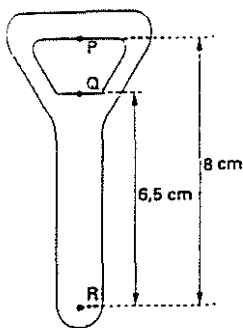
* Bereken met welke kracht je de beide handvatten moet optillen voordat je de kruiwagen kunt verplaatsen.



7

De flessenopener.

Een flessenopener wordt gebruikt om een dop los te krijgen. Als in de situatie hieronder de kracht die in R wordt uitgeoefend 7 N is schiet de dop los.



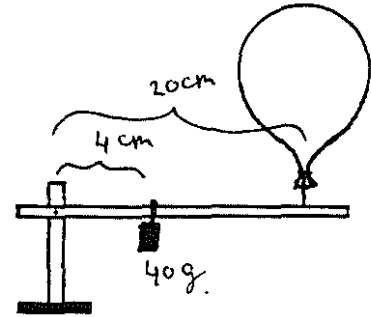
* Bereken de grootte van de kracht F die in dat geval op Q werkt.

8

Stijgkracht van een ballon.

Amal wil de kracht meten waarmee een met heliumgas gevulde ballon omhoog wil. Zij bouwt daarom de hier naast getekende opstelling. Aan een hele lichte hefboom maakt ze de ballon vast. Daarna hangt ze een gewichtje aan de hefboom, zodat de hefboom mooi in evenwicht komt te staan.

Het gewichtje weegt 40 g en hangt 4 cm vanaf het draaipunt. De ballon hangt 20 cm vanaf het draaipunt.



- * Bereken de kracht waarmee de ballon omhoog wil.

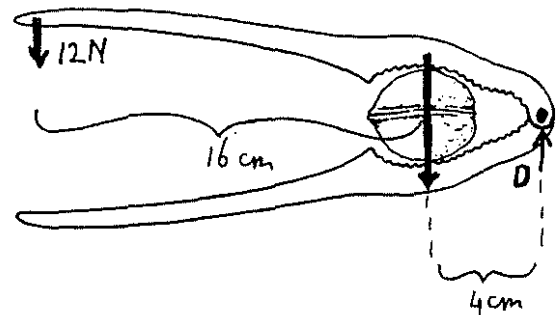
B 9

De notenkraker.

Met een notenkraker kunt je zelfs de hardste noten kraken. Hiernaast is er één getekend.

- a. Bereken hoe groot de kracht op de noot is wanneer je de beide handvatten met een kracht van 12 N naar elkaar toe duwt.

Je kunt noten ook kraken door ze tussen de deur en deurpost te leggen. Daarna duw je voorzichtig de deur dicht totdat je de noot hoort kraken. Overigens moet je dit niet te vaak doen; het is slecht voor de deur, hij komt daardoor scheef te hangen.



- b. Bedenk de beste manier om met behulp van een deur een noot te kraken. Je moet een zo klein mogelijke kracht gebruiken.
- c. Maak een duidelijke en nette tekening van de situatie. Geef daarin het draaipunt (D), de krachtarm (k) en de lastarm (l) aan.
- d. Laat met een berekening zien dat de hier met behulp van een kleine kracht inderdaad een grote kracht op de noot krijgt.

Ga verder op de volgende pagina ➡