

4 RÖRELSE- MÄNGD

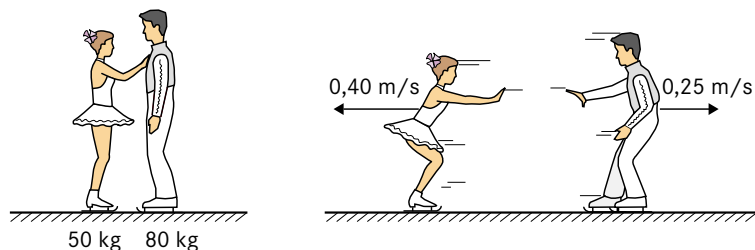
Tidigare har vi kombinerat massa och hastighet till storheten rörelseenergi. Nu införs en annan kombination: rörelsemängd. När levande varelser eller materiella ting påverkar varandra med krafter, ändras deras rörelsemängder enligt ett samband med universell giltighet.



1 Rörelsemängd

Isdansparet Elin och Knut står stilla på en isbana, fig 1. Elin stöter iväg Knut och de börjar röra sig åt rakt motsatta håll, Elin något fortare än Knut.

Fig 1. Om en person på halt underlag knuffar iväg en annan, börjar personerna röra sig åt rakt motsatta håll. Farterna är omvänt proportionella mot massorna.



Om man mäter farterna visar det sig att de är omvänt proportionella mot massorna.

$$\frac{\text{Knuts massa}}{\text{Elins massa}} = \frac{\text{Elins fart}}{\text{Knuts fart}}$$

Det betyder att om Elin, som väger 50 kg, får farten 0,40 m/s, kommer Knut, som väger 80 kg, att glida åt andra hållet med farten 0,25 m/s, eftersom

$$\frac{80}{50} = \frac{0,40}{0,25}$$

För att göra det lättare att beskriva förlopp av det här slaget har fysikerna infört storheten *rörelsemängd*. Den definieras så här:

En person, ett djur eller ett föremål med massan m som rör sig med hastigheten v har en rörelsemängd p , som är produkten av massan och hastigheten:

$$p = mv$$

(Rörelsemängd betecknas med samma bokstav som tryck, trots att det rör sig om helt olika storheter.)

Av definitionen följer:

- ▶ rörelsemängd har enheten 1 kgm/s.
- ▶ rörelsemängd är en vektorstorhet med samma riktning som hastigheten.

Efter knuffen mellan Elin och Knut i fig 1 är storleken av deras rörelsemängder:

$$\text{Knuts rörelsemängd: } 80 \text{ kg} \cdot 0,25 \text{ m/s} = 20 \text{ kgm/s,}$$

$$\text{Elins rörelsemängd: } 50 \text{ kg} \cdot 0,40 \text{ m/s} = 20 \text{ kgm/s.}$$

Rörelsemängd:

$$p = mv$$

Enhet: 1 kgm/s

Rörelsemängderna är lika stora, men riktade åt motsatta håll.

Det spelar ingen roll vilka krafter som orsakar en sådan här ”explosion”. Krafterna kan komma från dina muskler, från en spänd fjäder eller från en kemisk reaktion. När man avfyrar ett gevär, utövar gaserna från krutets förbränning stora krafter inuti gevärspipan. Kulans slungas ut framåt och geväret får en rekyl bakåt. Mätningar visar att gevärets och kulans rörelsemängder omedelbart efter skottet är lika stora och motsatt riktade. Vanligen bromsas gevärets rörelse snabbt av skyttens axel.

Det är ingen slump att vi låtit Elin och Knut stå på is med skridskor på fötterna. Det betyder att de kan röra sig praktiskt taget utan friktion mot underlaget. De uppmätta farterna gäller just när de börjat röra sig, innan luftmotståndet hunnit inverka nämnvärt.

Rörelsemängd och *rörelseenergi* är två helt skilda begrepp. En skillnad är att enheterna inte är desamma, en annan att rörelsemängd i motsats till rörelseenergi har riktning.

Om två föremål, som från början är i vila, börjar röra sig under inverkan av inbördes krafter, är deras rörelsemängder lika stora och motsatt riktade.

KONTROLL 1

- ▶ a) Hur stor hastighet har en bil med massa 1,0 ton, om den har lika stor rörelsemängd som en tennisboll med massan 58 g och hastigheten 0,10 km/s?
- ▶ b) En gevärskula med massan 10 g får vid avfyrandet hastigheten 1,0 km/s. Geväret väger 2,0 kg. Hur stor blir dess rekylhastighet?

TÄNK TILL! 1

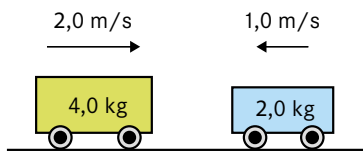
- ▶ Simon befinner sig mitt ute på en isbelagd damm. Isen är helt friktionsfri, och Simon har inga isdubbar eller annat vasst att ”ta tag” i isen med. Vindstilla råder, och inga hjälpsamma varelser finns i närheten. Hur ska Simon göra för att ta sig in till stranden?

2 Rörelsemängd vid rak stöt

Eftersom rörelsemängd är en vektor, måste vi kunna ange dess riktning. Om all rörelse sker längs en och samma räta linje – som när Elin och Knut i förra avsnittet åker isär – finns det bara två riktningar att välja på. Då kan vi ange riktningen med plus- eller minustecken. Om vi låter riktningen åt höger i fig 1 vara positiv, får vi för

$$\text{Knut: } p_1 = m_1 v_1 = 80 \cdot 0,25 \text{ kgm/s} = 20 \text{ kgm/s}$$

$$\text{Elin: } p_2 = m_2 v_2 = 50 \cdot (-0,40) \text{ kgm/s} = -20 \text{ kgm/s}$$



KONTROLL

- 3 Två vagnar rör sig mot varandra enligt figuren. Den större vagnen stannar vid kollisionen.
- ▶ a) Beräkna den mindre vagnens hastighet efter kollisionen.
 - ▶ b) Undersök om kollisionen är elastisk eller inte.
- 4 En bil med massan 1,0 ton och en lastbil med massan 4,0 ton rör sig i riktning mot varandra, båda med farten 90 km/h. De kolliderar och fastnar i varandra.
- ▶ a) Beräkna deras gemensamma hastighet omedelbart efter krocken! Vi antar att enbart stötkrafter mellan bilarna varit verksamma.
 - ▶ b) Beräkna den rörelseenergi, som omvandlas till andra former i krocken.

ÖVNING 4.10–4.16

4 Impuls

En fotbollsmålvakt ska skicka iväg bollen till en medspelare ett stycke ut på planen. Hon kan välja att sparka ut bollen eller att kasta iväg den med armen. I båda fallen måste hon ge bollen en lagom stor *impuls* I i rätt riktning. Om hon sparkar ut bollen, påverkar hon den med relativt stor kraft under kort tid. Använder hon armen är kraften avsevärt mindre, men eftersom den verkar under betydligt längre tid kan impulsen bli lika stor. Storheten impuls definieras nämligen som kraft gånger tid. En konstant kraft F som verkar under tiden t orsakar alltså en impuls av storleken

Fig 5.

$$I = F \cdot t$$

