



**4.15** Kaksi 10 kg ammusta laukaistaan alustalta, jonka massa on 1000 kg. Alusta liikkuu ennen laukaisua nopeudella  $v_0 = 1,2 \text{ m/s}$  laukaisusuuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan. Ammukset lähtevät nopeudella  $v_r = 1200 \text{ m/s}$  putken suhteen. Laske alustan

nopeus  $v'$  laukaisun jälkeen, kun ammukset lähtevät a) yhtäaikaa ja b) peräkkäin. Pyörien massaa eikä kitkaa oteta huomioon.

### Ratkaisu:

a)

Liikemäärä vaakasuunnassa säilyy laukaisussa ( $v'$  on alustan nopeus laukaisun jälkeen):

$$\rightarrow (1000 + 2 \cdot 10) \text{ kg} \cdot (-1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = 1000 \text{ kg} \cdot v' + 2 \cdot 10 \text{ kg} \cdot (1200 \frac{\text{m}}{\text{s}} + v')$$

$$\Rightarrow v' = -\frac{20 \cdot 1200 + 1020 \cdot 1,2 \text{ m}}{1000 + 20} \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow v' = -24,729 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b)

Liikemäärä vaakasuunnassa säilyy ensimmäisessä laukaisussa ( $v''$  on alustan ja toisen ammuksen nopeus ensimmäisen ammuksen laukaisun jälkeen):

$$\rightarrow (1000 + 2 \cdot 10) \text{ kg} \cdot (-1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = 1010 \text{ kg} \cdot v'' + 10 \text{ kg} \cdot (1200 \frac{\text{m}}{\text{s}} + v'')$$

$$\Rightarrow v'' = -\frac{10 \cdot 1200 + 1020 \cdot 1,2 \text{ m}}{1010 + 10} \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow v'' = -12,965 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Liikemäärä vaakasuunnassa säilyy toisessa laukaisussa ( $v'$  on alustan nopeus toisen ammuksen laukaisun jälkeen):

$$\rightarrow (1000 + 10) \text{ kg} \cdot (-12,965 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = 1000 \text{ kg} \cdot v' + 10 \text{ kg} \cdot (1200 \frac{\text{m}}{\text{s}} + v')$$

$$\Rightarrow v' = -\frac{10 \cdot 1200 + 1010 \cdot 12,965 \text{ m}}{1000 + 10} \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow v' = -24,846 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$