

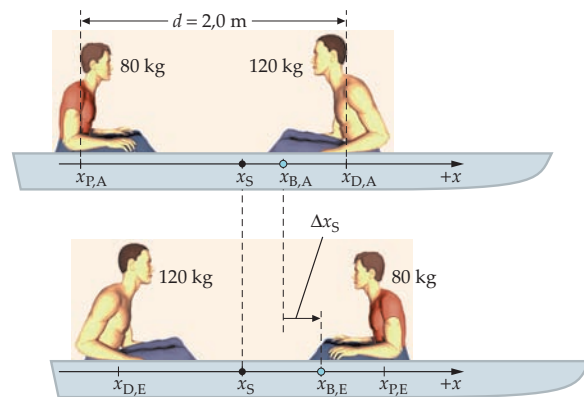
Beispiel 5.17: Platzwechsel im Ruderboot

Pete (Masse 80 kg) und Dave (Masse 120 kg) fahren in einem Ruderboot (Masse 60 kg) auf einem stillen See. Dave sitzt in der Nähe des Bugs des Boots und rudert, Pete sitzt 2,0 m von ihm entfernt im Heck. Dave wird müde und hört auf zu rudern. Pete will weiterrudern, und nachdem das Boot zum Stillstand gekommen ist, wechseln die beiden ihre Plätze. Wie weit bewegt sich das Boot beim Platzwechsel? (Vernachlässigen Sie alle horizontalen Kräfte, die durch das Wasser ausgeübt werden.)

Problembeschreibung: Das System besteht aus Dave, Pete und dem Boot. Es gibt keine *äußeren* Kräfte in horizontaler Richtung, sodass sich der Massenmittelpunkt in Bezug auf das Wasser nicht horizontal bewegt. Werten Sie Gleichung 5.18 ($m x_S = \sum m_i x_i$) aus, bevor und nachdem Pete und Dave die Plätze wechseln.

Lösung:

1. Fertigen Sie eine Zeichnung des Systems in seinem Anfangs- und Endzustand (Abbildung 5.55). Es sei $l = 2,0$ m und $d = \Delta x_B$ die Strecke, die sich das Boot bewegt, während Pete und Dave die Plätze wechseln.



5.55 Platzwechsel von Pete und Dave, im Bezugssystem des Wassers beobachtet. Der blaue Punkt ist der Massenmittelpunkt des Boots und der schwarze der des Systems von Pete, Dave und dem Boot zusammen.

2. Werten Sie $m x_S = \sum m_i x_i$ aus, bevor und nachdem Pete und Dave die Plätze wechseln. Die Koordinatenachsen sind Maße für die Orte im Bezugssystem des Wassers:

$$m x_{S,A} = m_P x_{P,A} + m_D x_{D,A} + m_B x_{B,A}$$

und

$$m x_{S,E} = m_P x_{P,E} + m_D x_{D,E} + m_B x_{B,E}$$

3. Subtrahieren Sie die zweite Gleichung aus Schritt 2 von der zweiten. Ersetzen Sie dann Δx_S durch 0, Δx_P durch $d + l$, Δx_D durch $d - l$ und Δx_B durch d :

$$m \Delta x_S = m_P \Delta x_P + m_D \Delta x_D + m_B \Delta x_B$$

$$0 = m_P (d + l) + m_D (d - l) + m_B d$$

4. Berechnen Sie hieraus d :

$$d = \frac{m_D - m_P}{m_D + m_P + m_B} l$$

$$= \frac{120 \text{ kg} - 80 \text{ kg}}{120 \text{ kg} + 80 \text{ kg} + 60 \text{ kg}} (2,0 \text{ m}) = \boxed{0,31 \text{ m}}$$

Plausibilitätsprüfung: Dave hat eine größere Masse als Pete. Damit bewegt sich der Massenmittelpunkt beim Platzwechsel zum Heck des Boots. Damit der Massenmittelpunkt des Systems aus Boot, Dave und Pete fest bleibt, muss sich der Massenmittelpunkt des Boots in die entgegengesetzte Richtung bewegen. Das Ergebnis aus Schritt 4 ist die Verschiebung des Boots, die erwartungsgemäß positiv ist.