

## Week 2 Questions

### Question 1

Wir behaupten, dass der Impuls eine Erhaltungsgrösse ist. Dennoch werden die meisten in Bewegung befindlichen Körper schliesslich langsamer und kommen zum Stehen. Erklären Sie, warum.★★

### Hint 1

Denken Sie daran, unter welchen Bedingungen der Impuls erhalten bleibt.

### Question 2

Ein leichter und ein schwerer Körper haben die gleiche kinetische Energie. Welcher der Körper hat den grösseren Impuls?★★

### Hint 2

Schreiben Sie für beide Körper allgemein (mit  $m_1, v_1$  und  $m_2, v_2$ ) die kinetische Energie auf und setzen Sie sie gleich. Sie haben vier Unbekannte und eine Gleichung. Lösen Sie nach einer Variable auf, z.B.  $v_2$ .

Schreiben Sie nun die Gleichungen für den Betrag des Impulses auf und bilden das Verhältnis. Setzen Sie ein, was Sie von den kinetischen Energien erhalten haben und vereinfachen Sie.

### Question 3

Es wird erzählt, dass in alten Zeiten ein reicher Mann mit einer Tasche Goldmünzen auf der Oberfläche eines zugefrorenen Sees strandete und erfror. Da das Eis reibungsfrei war, konnte er sich selbst nicht an Land schieben. Was hätte er tun können, um sich selbst zu retten, wenn er nicht so geizig gewesen wäre?★

### Hint 3

Denken Sie an das Beispiel mit dem Gewehr aus der Vorlesung.

### Solution 3

-Wir nehmen an, der Mann sei mit seinen Münzen in Ruhe gewesen. Sein Impuls ist null. Weil keine äusseren Kräfte wirken (das Eis ist reibungsfrei), kann er den Impuls nicht verändern.

-Wirft er nun das Geld weg, so verleiht er den Münzen Impuls. Weil der Gesamtimpuls immer null ist, erhält er einen genau entgegengesetzten Impuls zur Münze und bewegt sich auf dem Eis. Je mehr und je schneller er Münzen wegschmeisst, umso grösser wird sein Impuls und desto schneller bewegt er sich.

-Zusatzbemerkung: Münzen und Mann haben jetzt kinetische Energie. Sie kommt aus der chemischen gespeicherten Energie, die die Muskeln des Mannes in Bewegung umsetzen.

#### **Question 4**

Ist es möglich, dass ein Körper von einer kleinen Kraft einen größeren Kraftstoss (also Impulsänderung) erhält als von einer grossen Kraft?★

#### **Hint 4**

Schlagen Sie die Formel für den Kraftstoss nach, um zu sehen wovon die Impulsänderung noch abhängt.

#### **Question 5**

Es galt allgemein als klug, Autos so starr wie möglich zu bauen, damit sie Stössen widerstehen konnten. Heute entwirft man Autos mit "Knautschzonen", die bei einem Aufprall nachgeben. Welchen Vorteil hat das?★★

#### **Hint 5**

Denken Sie an die mittlere Kraft, die während einer gegebenen Impulsänderung wirkt (Thema "Kraftstoss").

## Solution 1

Der Impuls ist nur erhalten, wenn keine äusseren Kräfte wirken. Auf ein rollendes Velo oder einen schleifenden Puck wirken aber äussere Reibungskräfte, die den Impuls vermindern.

## Solution 2

-Die kinetische Energie eines Körpers ist  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ , sein Impuls ist  $\vec{p} = m\vec{v}$  und der Betrag des Impulses ist  $p = |\vec{p}| = m|\vec{v}| = mv$ .

-Wir wissen, dass die kinetischen Energien gleich sind  $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2$  und die beiden Körper unterschiedlich schwer sind. Wir nehmen an  $m_1 < m_2$ .

-Wir drücken nun die Geschwindigkeit  $v_2$  durch die anderen Größen aus:

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

-Die beiden Impulsbeträge sind  $p_1 = m_1v_1$  und  $p_2 = m_2v_2$

-Wir bilden das Verhältnis der beiden Impulsbeträge und setzen  $v_2$  von oben ein ( $v_2$  steht unter dem Bruchstrich):

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1v_1}{m_2v_2} = \frac{m_1v_1}{m_2v_1\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}} = \frac{m_1}{m_2}\sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{m_1^2m_2}{m_2^2m_1}} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

-Impuls 1 verhält sich zu Impuls 2 wie die Wurzel aus dem Verhältnis von Masse 1 zu Masse 2

-Weil nach Annahme Masse 1 kleiner ist als Masse 2, ist die Wurzel kleiner als 1 und somit Impuls 1 kleiner als Impuls 2.

## Solution 4

-Der Kraftstoss ist das Produkt von Kraft und Zeit, er ändert den Impuls.

Genauer:  $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$  oder noch genauer  $\Delta\vec{p} = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F}(t)dt$

-Eine kleine Kraft während einer langen Zeit kann den Impuls stärker ändern als eine grosse Kraft während kurzer Zeit.

-Schlagen Sie mit der Faust gegen eine offene Tür (grosse Kraft, kurze Zeit) und drücken Sie fein mit einem Finger gegen die Tür. Der Finger wird die Tür bewegen, der Faustschlag nur wenig.

## Solution 5

-Die mittlere Kraft ist die Impulsänderung pro Zeit:  $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$

-Eine Knautschzone braucht Zeit, um sich zu deformieren. Bei einer Kollision wird ein bestimmter Impuls "vernichtet." Je länger die Zeit, desto kleiner die Kraft, die auf die Insassen wirkt.

-Deshalb federn Sie auch mit den Beinen ab, wenn Sie von einer Mauer herunterspringen.