Kontrolle Physik Leistungskurs Klasse 11

Impuls

25.1.2023

1. Eine Rakete bewegt sich beim Start, weil sie aus den Düsen die Abgase vom Verbrennen des Treibstoffs ausstößt. Diese Abgase haben eine recht hohe Geschwindigkeit. Wie groß kann die Endgeschwindigkeit der Rakete im Vergleich zur Ausströmgeschwindigkeit der Abgase werden? (1)

a) Die Endgeschwindigkeit kann größer werden.

b) Die Endgeschwindigkeit kann höchstens genau so groß werden.

c) Die Endgeschwindigkeit bleibt immer kleiner.

2. Ein Körper mit der Masse m_1 stößt mit der Geschwindigkeit v_1 gegen einen ruhenden Körper mit der Masse m_2. Der Stoß wird als elastisch, gerade und zentral angegeben. In diesem Fall berechnet man die Geschwindigkeiten der Körper nach dem Stoß mit den Gleichungen

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2 \cdot m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_2 + 2 \cdot m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2}$$

Leiten Sie aus diesen allgemeinen Gleichungen zwei spezielle Gleichungen für den Fall her, dass die Masse des Körpers 1 ist sehr klein im Vergleich zur Masse des Körpers 2. (4)

3. Ein Schlittschuhläufer mit einer Masse von 75 kg steht auf dem Eis und wirft einen großen Schneeball mit einer Masse von 5 kg in waagerechter Richtung mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s weg. Er hält den Ball beim Wurf so, dass der Ball 1m Höhe zur Eisfläche hat.

a) Welche Strecke gleitet der Schlittschuhläufer durch diesen Stoß zurück, wenn die Reibungszahl der Schlittschuhe auf Eis 0,02 beträgt? (5)

b) Wie weit fliegt der Ball, bis er auf dem Eis aufschlägt? (2)

Lösungen
1. a) ist richtig.
Beim Ausströmen der Verbrennungsgase geben diese der Rakete durch den Rückstoß einen Impuls. Das heißt, egal wie schnell die Rakete ist, die Gase müssen ausgestoßen werden und dadurch spürt die Rakete eine Kraft in die entgegen gesetzte Richtung. Jede Kraft hat aber eine Beschleunigung zur Folge, so dass die Rakete dadurch schneller wird.

2. Die Masse des Körpers 1 ist sehr klein im Vergleich zur Masse des Körpers 2. Damit kann man die Masse des 1. Körpers einfach weglassen oder 0 setzen.

$u_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2 \cdot m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$ $u_1 = \frac{(-m_2) \cdot v_1 + 2 \cdot m_2 0}{m_2}$ $u_1 = \frac{(-m_2) \cdot v_1}{m_2}$ $u_1 = -v_1$	$u_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_2 + 2 \cdot m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2}$ $u_2 = \frac{(m_2\ ) \cdot 0 + 2 \cdot 0 \cdot v_1}{m_2}$ $u_2 = 0$

Der 1. Körper bewegt sich mit der gleichen Geschwindigkeit, mit der er ankommt, wieder zurück. Er prallt einfach ab. Der 2. Körper bleibt liegen.

3. a) Der Schlittschuhläufer und der große Schneeball haben vor dem Wegwerfen keinen Impulse, der Gesamtimpuls ist also Null. Nach dem Wegwerfen ist der Gesamtimpuls der beiden Körper immer noch Null (Impulserhaltungssatz). Mit diesem Ansatz kann die Geschwindigkeit des Schlittschuhläufers berechnet werden.
Da er mit einer bestimmten Geschwindigkeit weggleitet, hat er kinetische Energie. Die wird beim Gleiten auf dem Eis durch Reibung in thermische Energie umgewandelt. Er bleibt stehen, wenn die gesamte kinetische Energie umgewandelt ist.

Geschwindigkeit:

$$0 = p'_S + p'_B$$
$$p'_S = -p'_B$$
$$m_S \cdot v'_S = -m_B \cdot v'_B$$
$$v'_S = -\frac{m_B \cdot v'_B}{m_S}$$

In diese Gleichung kann man die Werte einsetzen:

$$v'_S = -\frac{5\,\text{kg} \cdot 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}}{75\,\text{km}}$$

$$v'_S = -0{,}33\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Das negative Vorzeichen sagt etwas über die Richtung aus. Der Schlittschuhläufer bewegt sich in die entgegengesetzte Richtung des Balls.

Gleitweg:

$$E_{kin} = W_R$$

$$\frac{m_S}{2} \cdot v_S'^2 = \mu \cdot m_S \cdot g \cdot s$$

$$s = \frac{v_S'^2}{2 \cdot \mu \cdot g}$$

$$s = 0{,}28\,m$$

Der Schlittschuhläufer gleitet nach dem Wurf noch 0,28 m zurück.

b) Der Ball macht einen waagerechten Wurf. Die Bahnkurve lässt sich mit

$$y = -\frac{g}{2 \cdot v_0^2} \cdot x^2$$

beschreiben.

y ist die Abwurfhöhe und x die gesuchte Weite, nach der die Gleichung umgestellt werden muss:

.

$$-y \cdot \frac{2 \cdot v_0^2}{g} = x^2$$

$$x = \sqrt{-y \cdot \frac{2 \cdot v_0^2}{g}}$$

Da der Ball nach unten fällt, ist der y-Wert negativ.

$$x = \sqrt{-(-1m)\frac{2 \cdot \left(5\frac{m}{s}\right)^2}{9{,}81\frac{m}{s^2}}}$$

$$x = 2{,}3\,m$$

Der Ball landet nach 2,3 m auf dem Eis.