

– Lösungshinweise –

Musterprüfung Nr. 003 (Nachtermin) zum Fachabitur
zum Erwerb der Fachhochschulreife
an Fachoberschulen und Berufsoberschulen

Physik

Ausbildungsrichtung Technik

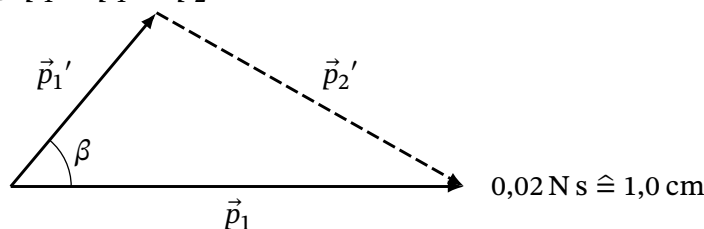
Notenschlüssel:	Note	Punkte	Bewertungseinheiten	
			von	bis
	+	15	100	96
	1	14	95	91
	–	13	90	86
	+	12	85	81
	2	11	80	76
	–	10	75	71
	+	9	70	66
	3	8	65	61
	–	7	60	56
	+	6	55	51
	4	5	50	46
	–	4	45	41
	+	3	40	34
	5	2	33	27
	–	1	26	20
	6	0	19	0

Ergibt die Gesamtsumme der Bewertungseinheiten n,5, so wird einmalig aufgerundet.

BE

- 4 1.1 (G) Impulse: $p_1 = m v_1 = 0,12 \text{ N s} (\hat{=} 6,0 \text{ cm})$, $p_1' = m v_1' = 0,060 \text{ N s} (\hat{=} 3,0 \text{ cm unter } \beta)$. (1 BE)

Impulserhaltung: $\vec{p}_1 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$ - Impulsplan: (2 BE)



Gemessen: $|\vec{p}_2'| \hat{=} 4,7 \text{ cm}$, also $p_2' \approx 0,094 \text{ N s}$ und $v_2' = \frac{p_2'}{m} \approx 2,3 \text{ m/s}$ (1 BE)

Korrekturhinweis: Werte für v_2' zwischen $2,2 \text{ m/s}$ und $2,4 \text{ m/s}$ sind zu akzeptieren.

- 2 1.2 (G) E_{kin} vorher: $\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m \cdot 9,0 \text{ m}^2/\text{s}^2$;

nachher: $\frac{1}{2} m (v_1'^2 + v_2'^2) \approx \frac{1}{2} m \cdot (2,3 + 5,3) \text{ m}^2/\text{s}^2 = \frac{1}{2} m \cdot 7,6 \text{ m}^2/\text{s}^2$ (1 BE)

Etwa 15 % der kinetischen Energie gehen verloren: Der Stoß ist nicht elastisch (die Bahnen bilden keinen rechten Winkel). (1 BE)

- 3 2.1 (G) Diagramm C ist richtig: Die resultierende Kraft (Hangabtriebskraft minus Reibungskraft) ist konstant, also ist die Beschleunigung konstant; aus der Ruhe ergibt sich eine Ursprungsgerade. (1 BE)

A: Die Steigung nimmt ab – das würde eine abnehmende resultierende Kraft bedeuten. (1 BE)

B: Der Graph beginnt nicht bei $v = 0$ – der Karton startet aber aus der Ruhe. (1 BE)

- 3 2.2 (G) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2,4 \text{ m/s}}{2,0 \text{ s}} = 1,2 \text{ m/s}^2$ (1 BE)

Kraftansatz längs der Rampe: $m a = m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha$ (1 BE)

$\mu = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \frac{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 20^\circ - 1,2 \text{ m/s}^2}{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 20^\circ} \approx 0,23$ (1 BE)

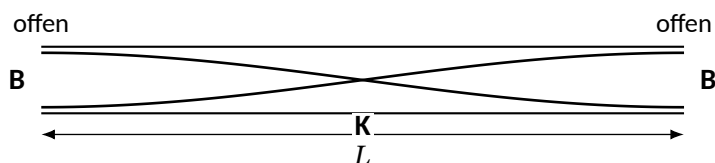
- 2 3.1 (G) Lineares Kraftgesetz bis $x = 0,20 \text{ m}$ (Ursprungsgerade):
 $D = \frac{50 \text{ N}}{0,20 \text{ m}} = 250 \text{ N/m}$ (1 BE)

Gültigkeitsbereich: $0 \leq x \leq 0,20 \text{ m}$ (1 BE)

- 3 3.2 (G) Die Arbeit ist die Maßzahl der Fläche unter dem x - F -Graphen (1 BE), hier ein Dreieck: (1 BE)

$W = \frac{1}{2} \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 50 \text{ N} = 5,0 \text{ J}$ (1 BE)

- 2 4.1 (G) An beiden offenen Enden Schwingungsbäuche, in der Mitte ein Schwingungsknoten (Grundschiwingung: $L = \frac{1}{2} \lambda$).



B (1 BE) K (1 BE)

- 2 4.2 (G) $\lambda = 2L = 0,850 \text{ m}$ (1 BE); $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{340 \text{ m/s}}{0,850 \text{ m}} = 400 \text{ Hz}$ (1 BE)

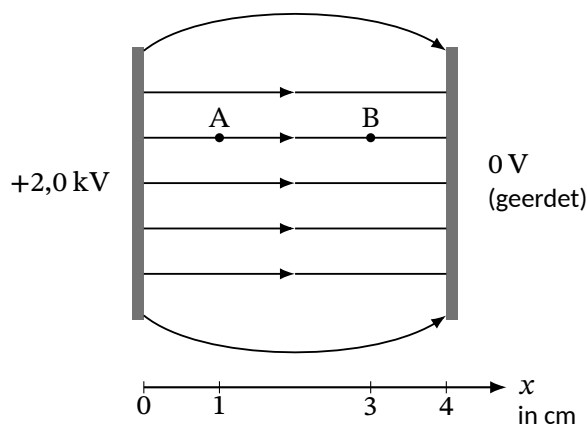
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2 4.3 (G) Tiefer. (1 BE)

Die Länge des Rohrs und damit $\lambda = 2L$ bleiben gleich; wegen $f = \frac{c}{2L}$ sinkt die Frequenz mit der Schallgeschwindigkeit. (1 BE)

- 2 5.1 (G) Feldlinien von der positiv geladenen (linken) zur geerdeten (rechten) Platte; innen parallel und gleichabständig (homogen), am Rand nach außen gewölbt.



homogener Innenbereich (1 BE) Randfeld und Orientierung (1 BE)

- 2 5.2 (G) $E = \frac{U}{d} = \frac{2,0 \cdot 10^3 \text{ V}}{0,040 \text{ m}} = 50 \text{ kV/m}$ (2 BE)

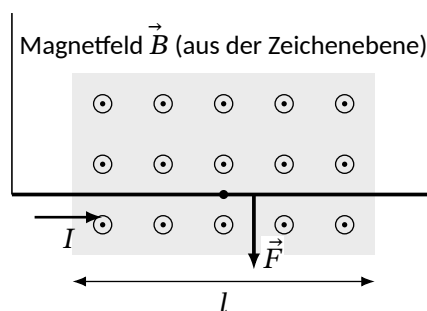
- 3 5.3 (G) Das Potenzial fällt von 2 000 V (links) auf 0 (rechts):

$$\varphi_A = 1\,500 \text{ V}; \varphi_B = 500 \text{ V} \quad (1 \text{ BE})$$

$$\Delta E_{\text{pot}} = q(\varphi_B - \varphi_A) = 4,8 \cdot 10^{-18} \text{ C} \cdot (-1\,000 \text{ V}) \approx -4,8 \cdot 10^{-15} \text{ J} \quad (1 \text{ BE})$$

Die potenzielle Energie nimmt ab: Das positiv geladene Teilchen bewegt sich in Feldrichtung zum niedrigeren Potenzial, die elektrische Kraft verrichtet dabei Arbeit. (1 BE)

- 2 6.1 (G) Dreifingerregel (rechte Hand): Daumen in Stromrichtung (nach rechts), Zeigefinger in Feldrichtung (aus der Zeichenebene heraus) – der Mittelfinger zeigt nach unten. (1 BE)



Richtung (1 BE)

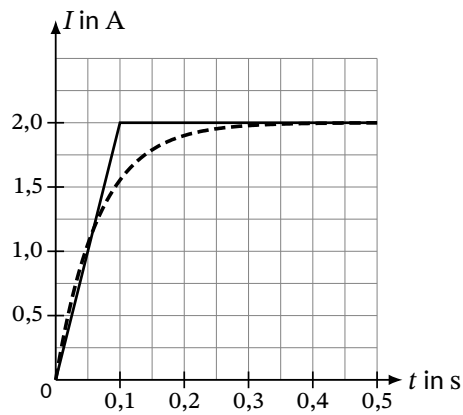
- 2 6.2 (G) $F = I \cdot l \cdot B = 2,0 \text{ A} \cdot 0,060 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ T} = 30 \text{ mN}$ (2 BE)

- 3 7.1 (G) Der Graph hat bei $t = 0,1 \text{ s}$ einen Knick und steigt vorher linear. Die Stromstärke nähert sich dem Endwert aber allmählich: Mit wachsender Stromstärke wird die Spannung $R \cdot I$ am Widerstand größer, für die Spule bleibt $U_0 - R \cdot I$ übrig – die Steigung $\dot{I} = \frac{U_0 - RI}{L}$ nimmt also stetig ab und ist erst beim Endwert null. (2 BE)

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

Korrektter Verlauf: I steigt von 0 mit stetig abnehmender Steigung auf $\frac{U_0}{R} = 2,0 \text{ A}$ an (gestrichelt).



Skizze

(1 BE)

3

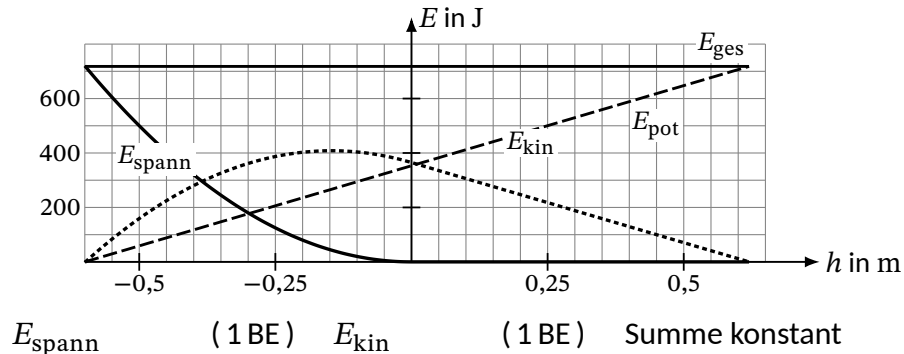
7.2 (G) Unmittelbar nach dem Einschalten ist $I = 0$, also $U_R = R \cdot I = 0$; die ganze Spannung liegt an der Induktivität: (1 BE)

$$U_0 = L \cdot \dot{I} \quad (1 \text{ BE}) \quad \Rightarrow \quad L = \frac{U_0}{\dot{I}} = \frac{9,0 \text{ V}}{30 \text{ A/s}} = 0,30 \text{ H} \quad (1 \text{ BE})$$

40

BE

- 3 1.1 (G) Spannenergie: null oberhalb des unbelasteten Bretts ($h \geq 0$), darunter quadratisch zunehmend bis E_{ges} im tiefsten Punkt. Kinetische Energie: $E_{\text{kin}} = E_{\text{ges}} - E_{\text{pot}} - E_{\text{spann}}$, null im höchsten und im tiefsten Punkt, größter Wert unterhalb von $h = 0$ (dort ist $D|h| = mg$).



- 4 1.2 Nullniveau im tiefsten Punkt (Eindrücktiefe s): $mg(h+s) = \frac{1}{2}Ds^2$ (1 BE)
 $\frac{1}{2} \cdot 4000 \text{ N/m} \cdot s^2 - 588,6 \text{ N} \cdot s - 364,9 \text{ J} = 0$ (2 BE)
 $s = \frac{588,6 + \sqrt{588,6^2 + 2 \cdot 4000 \cdot 364,9}}{4000} \text{ m} \approx 0,60 \text{ m}$ (die negative Lösung entfällt) (1 BE)

- 3 1.3 $F_{\text{max}} = D \cdot s = 4000 \text{ N/m} \cdot 0,60 \text{ m} = 2,4 \text{ kN}$ (1 BE)
 $2,4 \text{ kN} > 2,2 \text{ kN}$ (1 BE): Das Sprungbrett ist für diese Sprünge nicht ausgelegt; der Springer müsste niedriger springen oder das Brett müsste steifer bzw. belastbarer sein. (1 BE)

- 3 1.4 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,62 \text{ m}} \approx 3,5 \text{ m/s}$ (1 BE)
 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{60 \text{ kg} \cdot 3,5 \text{ m/s}}{0,080 \text{ s}} \approx 2,6 \text{ kN}$ (1 BE)
 Die mittlere Kraft der Matte ist etwa so groß wie die größte Kraft des Bretts (2,4 kN); die Abbremszeiten sind vergleichbar. (1 BE)

Korrekturhinweis: Wer zusätzlich die Gewichtskraft berücksichtigt ($\approx 3,2 \text{ kN}$), erhält volle BE.

Aussage	wahr	falsch	nicht entscheidbar
Die größte Geschwindigkeit hat der Springer genau beim Auftreffen auf das unbelastete Brettende. (erst bei $Ds = mg$)		x	
Im tiefsten Punkt ist die Beschleunigung des Springers nach oben gerichtet.	x		
Bei doppelter Richtgröße wird das Brettende bei gleicher Sprunghöhe weniger weit heruntergedrückt.	x		
Das Brett besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff. (keine Angabe)			x

- 2 2.1 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi\sqrt{\frac{60 \text{ kg}}{4000 \text{ N/m}}} \approx 0,77 \text{ s}$ (2 BE)

- 3 2.2 Gemessen: $T = \frac{8,1 \text{ s}}{10} = 0,81 \text{ s}$, etwa 5 % mehr als berechnet. (1 BE)

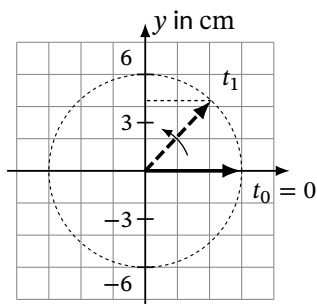
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

Die Messung über zehn Perioden verringert den Einfluss der Reaktionszeit; die Abweichung ist größer. Systematische Ursache: Im Modell wird die Masse des Bretts vernachlässigt – sie schwingt mit und vergrößert die Periodendauer. (1 BE)

Urteil: Die Messung bestätigt das Modell im Rahmen dieser Vereinfachung. (1 BE)

- 3 2.3 (G) In $t_1 = 0,10$ s dreht sich der Zeiger um $\varphi = 360^\circ \cdot \frac{0,10}{0,77} \approx 47^\circ$ weiter (gegen den Uhrzeigersinn). (1 BE)
- $y(t_1) = \hat{y} \cdot \sin 47^\circ = 6,0 \text{ cm} \cdot \sin 47^\circ \approx 4,4 \text{ cm}$ (1 BE)



Zeiger (1 BE)

- 2 2.4 $E = \frac{1}{2} D \hat{y}^2 = \frac{1}{2} \cdot 4\,000 \text{ N/m} \cdot (0,060 \text{ m})^2 = 7,2 \text{ J}$ (2 BE)

- 3 2.5 Im oberen Umkehrpunkt ist die Beschleunigung nach unten gerichtet mit dem Betrag $a_{\max} = \omega^2 \hat{y} = \frac{D}{m} \hat{y}$. Ist sie größer als g , hebt der Springer ab. (1 BE)

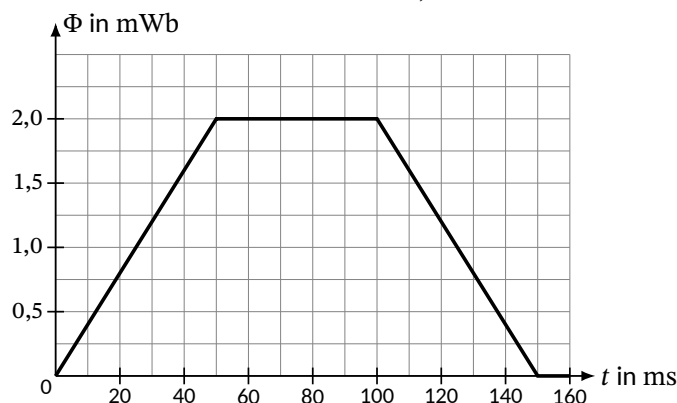
Grenzfall: $\frac{D}{m} \hat{y} = g$ (1 BE) $\Rightarrow \hat{y} = \frac{m g}{D} = \frac{60 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{4\,000 \text{ N/m}} \approx 15 \text{ cm}$ (1 BE)

30

BE

- 2 **1.1** $A = 0,10 \text{ m} \cdot 0,080 \text{ m} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ (1 BE);
 $\Phi_{\max} = B \cdot A = 0,25 \text{ T} \cdot 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 2,0 \text{ mWb}$ (1 BE)

- 3 **1.2** (G) Eintritt: $\frac{0,10 \text{ m}}{2,0 \text{ m/s}} = 50 \text{ ms}$,
 Fluss steigt linear auf 2,0 mWb; ganz im Feld für $\frac{0,10 \text{ m}}{2,0 \text{ m/s}} = 50 \text{ ms}$; Austritt in 50 ms.



Eintritt (1 BE) konstant (1 BE) Austritt (1 BE)

- 2 **1.3** $|U| = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 400 \cdot \frac{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}}{0,050 \text{ s}} = 16 \text{ V}$ (2 BE)

- 5 **1.4** Diagramm A ist richtig. (2 BE)
 B: Beim Austritt nimmt der Fluss ab, die Spannung muss das entgegengesetzte Vorzeichen haben wie beim Eintritt. (1 BE)
 C: Von 50 ms bis 100 ms ist der Fluss konstant, die Spannung muss null sein. (1 BE)
 D: Die Beträge sind nur halb so groß wie nach 1.3 (16 V). (1 BE)

Korrekturhinweis: Lösungen, die das Vorzeichen anders festlegen und dies begründen, sind gleichwertig.

- 3 **1.5** Die Eintrittszeit ist umgekehrt proportional zu v , also ist $|U| \sim v$: (1 BE)
 $v_{\min} = \frac{4,0 \text{ V}}{16 \text{ V}} \cdot 2,0 \text{ m/s} = 0,50 \text{ m/s}$ (1 BE)
 Hält der Roboter über dem Magneten an, ändert sich der Fluss nicht mehr, es wird keine Spannung induziert – der Magnet wird nur während der Fahrt erkannt, ein stehender Roboter „weiß“ nicht, dass er darüber steht. (1 BE)

- 2 **1.6** In der geschlossenen Spule fließt ein Induktionsstrom. Nach der Lenz'schen Regel wirkt die Kraft auf die stromdurchflossene Spule ihrer Ursache, der Bewegung, entgegen (1 BE): Sie ist beim Eintritt und beim Austritt entgegen der Fahrtrichtung gerichtet (bremsend). (1 BE)

- 3 **2.1** $Q = C \cdot U_1 = 100 \text{ F} \cdot 2,5 \text{ V} = 250 \text{ C}$ (1 BE)
 $W = \frac{1}{2} C U_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \text{ F} \cdot (2,5 \text{ V})^2 = 312,5 \text{ J}$ (2 BE)

- 4 **2.2** $W_{\text{nutz}} = \frac{1}{2} C (U_1^2 - U_2^2) = \frac{1}{2} \cdot 100 \text{ F} \cdot ((2,5 \text{ V})^2 - (1,2 \text{ V})^2) \approx 241 \text{ J}$ (3 BE)
 Anteil: $\frac{241}{312,5} \approx 77 \%$ (1 BE)

- 3 **2.3** $\frac{1}{2} C (U_1^2 - U_2^2) = 400 \text{ J}$ (1 BE) $\Rightarrow C = \frac{2 \cdot 400 \text{ J}}{(2,5 \text{ V})^2 - (1,2 \text{ V})^2} \approx 166 \text{ F}$ (2 BE)

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

3

2.4 $C_{\text{mess}} = \frac{Q}{U_1} = \frac{270 \text{ C}}{2,5 \text{ V}} = 108 \text{ F}$ (1 BE)

Toleranzbereich: 90 F bis 120 F; der Messwert liegt innerhalb der Toleranz (etwa 8 % über dem Nennwert). (1 BE)

Mögliche Ursachen für die Abweichung vom Nennwert: Fertigungsstreuung, Messabweichung des Ladungsmessgeräts, nicht ganz vollständige Entladung. (1 BE)

30

BE

- 3 **1.1** Im Punkt U zeigt die Zentripetalkraft nach oben: $F_S - F_G = m \frac{v^2}{r}$ (1 BE)
 $F_S = m \left(g + \frac{v^2}{r} \right) = 80 \text{ kg} \cdot \left(9,81 \text{ m/s}^2 + \frac{(10 \text{ m/s})^2}{3,0 \text{ m}} \right) \approx 3,5 \text{ kN}$ (1 BE)
 Das ist etwa das 4,4-Fache der Gewichtskraft. (1 BE)
- 3 **1.2** Im Punkt O zeigt die Zentripetalkraft nach unten: $F_S + F_G = m \frac{v^2}{r}$ (1 BE)
 $F_S = m \left(\frac{v^2}{r} - g \right) = 80 \text{ kg} \cdot \left(\frac{(6,0 \text{ m/s})^2}{3,0 \text{ m}} - 9,81 \text{ m/s}^2 \right) \approx 175 \text{ N}$ (1 BE)
 Der Sitz drückt nur noch schwach (mit etwa einem Fünftel der Gewichtskraft) auf den Fahrer. (1 BE)
- 3 **1.3** Schwerelos: $F_S = 0$, die Gewichtskraft allein ist die Zentripetalkraft: $m g = m \frac{v^2}{r}$ (1 BE)
 $v = \sqrt{g r} = \sqrt{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 3,0 \text{ m}} \approx 5,4 \text{ m/s}$ (1 BE)
 Bei kleinerer Geschwindigkeit reicht die Bahn nicht mehr: Die Gewichtskraft ist größer als die nötige Zentripetalkraft, das Motorrad löst sich von der Kugelwand und fällt – lebensgefährlich. (1 BE)
- 3 **1.4** $m \left(g + \frac{v^2}{r} \right) = 6 m g \Rightarrow \frac{v^2}{r} = 5 g$ (1 BE)
 $r_{\min} = \frac{v^2}{5 g} = \frac{(10 \text{ m/s})^2}{5 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \approx 2,0 \text{ m}$ (2 BE)
- 3 **1.5** Ohne Antrieb: $\frac{1}{2} m v_O^2 = \frac{1}{2} m v_U^2 - m g \cdot 2r$ (1 BE)
 $v_O^2 = (10 \text{ m/s})^2 - 2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 6,0 \text{ m} \approx 100 \text{ m}^2/\text{s}^2 - 118 \text{ m}^2/\text{s}^2 < 0$ (1 BE)
 Das ist unmöglich: Die kinetische Energie im Punkt U reicht nicht aus. Der Motor muss während der Fahrt Energie zuführen. (1 BE)
- 2 **2.1** Der Luftwiderstand wächst mit der Geschwindigkeit. Bei $v = 50 \text{ m/s}$ ist er so groß wie die Gewichtskraft; die resultierende Kraft ist null (1 BE), nach dem Beharrungsprinzip bleibt die Geschwindigkeit konstant. (1 BE)
- 4 **2.2** Impulsänderung: $\Delta p = m \Delta v = 75 \text{ kg} \cdot (50 \text{ m/s} - 6,0 \text{ m/s}) = 3,3 \cdot 10^3 \text{ N s}$ (nach oben) (1 BE)
 Resultierende Kraft: $\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{3,3 \cdot 10^3 \text{ N s}}{2,0 \text{ s}} \approx 1,65 \cdot 10^3 \text{ N}$ (1 BE)
 $F_{\text{Gurt}} - F_G = 1,65 \cdot 10^3 \text{ N} \Rightarrow F_{\text{Gurt}} = 1,65 \cdot 10^3 \text{ N} + 75 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 2,4 \text{ kN}$ (2 BE)
- 3 **2.3** Diagramm A ist richtig. (1 BE)
 Bis 10 s steigt v linear, $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$ also quadratisch mit t ; danach ist v konstant und damit auch E_{kin} . (1 BE)
 B steigt nach 10 s weiter, C fällt – beides widerspricht der konstanten Geschwindigkeit. (1 BE)
- 4 **2.4** Die Fallstrecke ist die Maßzahl der Fläche unter dem t - v -Graphen: (1 BE)
 $s = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ s} \cdot 50 \text{ m/s} + 20 \text{ s} \cdot 50 \text{ m/s} = 250 \text{ m} + 1000 \text{ m} = 1250 \text{ m} \approx 1,25 \text{ km}$ (1 BE)
 Die Angabe der App (1,5 km) ist um etwa 20 % zu groß (1 BE); der vereinfachte Verlauf im Diagramm erklärt nur kleine Unterschiede – die App-Angabe ist nicht plausibel (z. B. falscher Bezugspunkt der Höhenmessung). (1 BE)

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE
2
30

- 2.5** Durch das Beugen der Beine und das Abrollen verlängert sich die Zeit, in der der Impuls abgebaut wird. (1 BE)
- Wegen $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ wird die mittlere Kraft auf den Körper kleiner. (1 BE)