

– Lösungshinweise –

Musterprüfung Nr. 005 (Nachtermin) zum Fachabitur
zum Erwerb der Fachhochschulreife
an Fachoberschulen und Berufsoberschulen

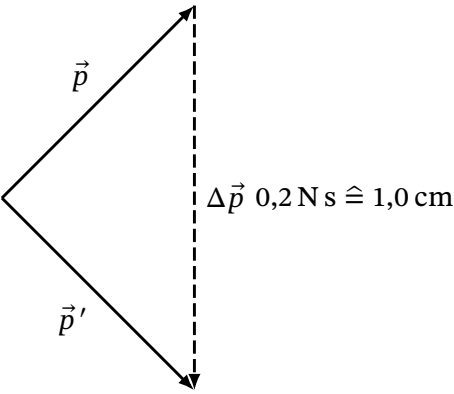
Physik

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

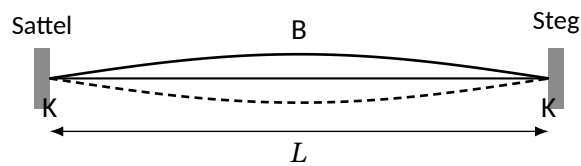
Ergibt die Gesamtsumme der Bewertungseinheiten n,5, so wird einmalig aufgerundet.

BE

- 3 **1.1** Das schwerere Gegengewicht sinkt, die Kabine steigt. Orientierung: Gegengewicht abwärts, Kabine aufwärts positiv.
 Gegengewicht: $m_G a = m_G g - F_S$; Kabine: $m_K a = F_S - m_K g$ (1 BE)
 Addition: $(m_K + m_G) a = (m_G - m_K) g$ (1 BE)
 $a = \frac{(m_G - m_K) g}{m_K + m_G} = \frac{6,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{66 \text{ kg}} \approx 0,89 \text{ m/s}^2$, Kabine aufwärts (1 BE)
- 2 **1.2** $F_S = m_K (g + a) = 30 \text{ kg} \cdot (9,81 \text{ m/s}^2 + 0,89 \text{ m/s}^2)$ (1 BE) $\approx 0,32 \text{ kN}$ (1 BE)
- 4 **2.1** (G) $p = m v = 0,024 \text{ kg} \cdot 30 \text{ m/s} = 0,72 \text{ N s}$ ($\hat{=} 3,6 \text{ cm}$), vorher und nachher gleich groß. (1 BE)
 $\Delta \vec{p} = \vec{p}' - \vec{p}$: Impulsplan (2 BE)
- 
- Gemessen: $|\Delta \vec{p}| \hat{=} 5,1 \text{ cm}$, also $\Delta p \approx 1,0 \text{ N s}$, senkrecht zur Wand, von der Wand weg gerichtet. (1 BE)
 Korrekturhinweis: Werte zwischen $0,96 \text{ N s}$ und $1,06 \text{ N s}$ sind zu akzeptieren;
 rechnerisch $\Delta p = 2 m v \sin \beta$.
- 2 **2.2** $\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{1,0 \text{ N s}}{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} \approx 0,20 \text{ kN}$ (2 BE)
- 2 **3.1** Die Gravitationskraft ist die Zentripetalkraft: $G \frac{mM}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ mit $r = R + h$ (1 BE)
 $v^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ (1 BE)
- 2 **3.2** $r = 6\,371 \text{ km} + 20\,200 \text{ km} = 26\,571 \text{ km}$
 $v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{2,6571 \cdot 10^7 \text{ m}}} \approx 3,9 \text{ km/s}$ (1 BE)
 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 2,6571 \cdot 10^7 \text{ m}}{3,87 \cdot 10^3 \text{ m/s}} \approx 4,3 \cdot 10^4 \text{ s} \approx 12 \text{ h}$ (1 BE)
- 2 **3.3** Die Aussage trifft nicht zu: Nach 3.1 ist $v \sim \frac{1}{\sqrt{r}}$ – auf einer höheren Bahn ist die Gravitationskraft kleiner, sie kann nur eine kleinere Zentripetalkraft liefern. (1 BE)
 Ein höherer Satellit fliegt deshalb langsamer; wegen des längeren Wegs ist seine Umlaufdauer erst recht größer. (1 BE)
- 2 **4.1** (G)

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

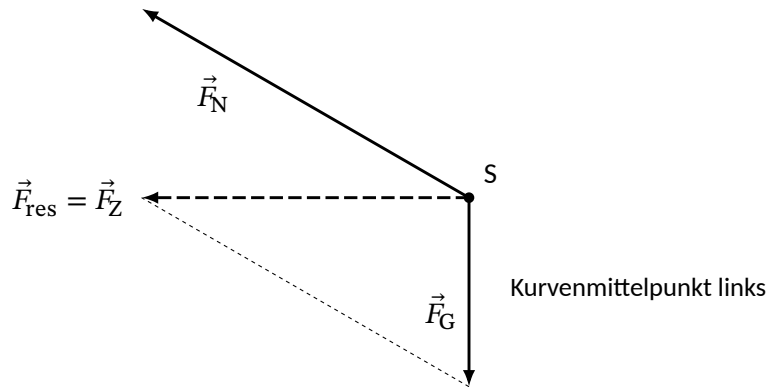


- Knoten an beiden fest eingespannten Enden, ein Bauch in der Mitte; $L = \frac{\lambda}{2}$. (2 BE)
- 2 **4.2** $\lambda = 2L = 0,66 \text{ m}$ (1 BE); $c = \lambda f = 0,66 \text{ m} \cdot 659 \text{ Hz} \approx 435 \text{ m/s}$ (1 BE)
- 2 **4.3** $L' = \frac{c}{2f'} = \frac{435 \text{ m/s}}{2 \cdot 880 \text{ Hz}}$ (1 BE) $\approx 24,7 \text{ cm}$ (1 BE)
- 2 **5.1** $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{0,80 \text{ m/s}}{2,0 \text{ Hz}} = 0,40 \text{ m}$ (2 BE)
- 4 **5.2** Gangunterschied: $\Delta s = s_2 - s_1 = 2,8 \text{ m} - 2,0 \text{ m} = 0,8 \text{ m}$ (1 BE)
 $\frac{\Delta s}{\lambda} = \frac{0,8 \text{ m}}{0,40 \text{ m}} = 2$, also $\Delta s = 2\lambda$ (1 BE)
 Die Wellen der beiden Erreger kommen in P gleichphasig an und verstärken sich (konstruktive Interferenz, Maximum 2. Ordnung). (1 BE)
 Der Ball schwingt besonders stark auf und ab. (1 BE)
- 2 **6.1** $E = \frac{U}{d} = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ V}}{0,10 \text{ m}} = 0,20 \text{ MV/m}$ (1 BE);
 $F_{\text{el}} = |q| E = 5,0 \cdot 10^{-15} \text{ C} \cdot 2,0 \cdot 10^5 \text{ V/m} = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ N}$ (1 BE)
- 2 **6.2** $F_G = m g = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 9,8 \cdot 10^{-12} \text{ N}$ (1 BE)
 $\frac{F_{\text{el}}}{F_G} \approx 102$: Die Gewichtskraft beträgt nur etwa 1 % der elektrischen Kraft und darf vernachlässigt werden. (1 BE)
- 2 **6.3** Energieansatz: $|q| U = \frac{1}{2} m v^2$ (1 BE)
 $v = \sqrt{\frac{2|q|U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,0 \cdot 10^{-15} \text{ C} \cdot 20 \cdot 10^3 \text{ V}}{1,0 \cdot 10^{-12} \text{ kg}}} \approx 14 \text{ m/s}$ (1 BE)
- 2 **7.1** $|U| = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0,30 \text{ H} \cdot \frac{1,5 \text{ A}}{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} \approx 0,22 \text{ kV}$ (2 BE)
- 3 **7.2** Die induzierte Spannung ist etwa 19-mal so groß wie die Batteriespannung von 12 V: Die Aussage ist falsch. (1 BE)
 Ursache: Im Magnetfeld der Spule ist die Energie
 $W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,30 \text{ H} \cdot (1,5 \text{ A})^2 \approx 0,34 \text{ J}$ gespeichert; sie muss beim Ausschalten abgegeben werden – je schneller, desto höher die Spannung (Funken am Schalter, Gefahr für Elektronik). (1 BE)
 Schutzmaßnahme: z. B. ein parallel zur Spule geschalteter Widerstand, über den der Strom langsamer abklingt und die Energie in innere Energie umgesetzt wird. (1 BE)

40

BE

4 1.1 (G)



Gewichtskraft senkrecht nach unten, Kraft der Bahn senkrecht zur geneigten Fahrbahn (2 BE); ihre Resultierende zeigt waagrecht zum Kurvenmittelpunkt und wirkt als Zentripetalkraft (1 BE); Winkel zwischen $\vec{F}_N$ und der Senkrechten ist α . (1 BE)

3 1.2 Aus dem Kräfteplan: $\tan \alpha = \frac{F_Z}{F_G}$ (1 BE)

$$\tan \alpha = \frac{m v^2 / r}{m g} \quad (1 \text{ BE}) = \frac{v^2}{r g} \quad (1 \text{ BE})$$

2 1.3 $v = \sqrt{r g \tan \alpha} = \sqrt{30 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \tan 60^\circ} \approx 23 \text{ m/s}$ (1 BE) $\approx 81 \text{ km/h}$ (1 BE)

2 1.4 $a_Z = \frac{v^2}{r} = g \tan \alpha$ (1 BE); $\frac{a_Z}{g} = \tan 60^\circ \approx 1,7$ (1 BE)

3 1.5 Bei 28 m/s ist die nötige Zentripetalkraft größer; die Resultierende aus Gewichtskraft und Kraft der Bahn wäre aber nur so groß wie bei 23 m/s. (1 BE)
Ohne seitliche Kraft würde der Bob deshalb auf der schrägen Bahn nach oben (zur Kurvenaußenseite) rutschen. (1 BE)
Die seitliche Kraft der Kufen muss längs der Bahn schräg nach unten (nach innen) wirken. (1 BE)

2 1.6 Auf der überhöhten Bahn liefert schon die Kraft der Bahn (zusammen mit der Gewichtskraft) die nötige Zentripetalkraft; die Fahrzeuge sind nicht oder kaum auf seitliche Haftung angewiesen (1 BE) – hohe Geschwindigkeiten sind sicher möglich, auch auf glattem Eis oder bei Nässe. (1 BE)

3 2.1 Die Arbeit ist die Maßzahl der Fläche unter dem s - F -Graphen (1 BE), hier ein Trapez (1 BE):
 $W = \frac{1200 \text{ N} + 400 \text{ N}}{2} \cdot 30 \text{ m} = 24 \text{ kJ}$ (1 BE)

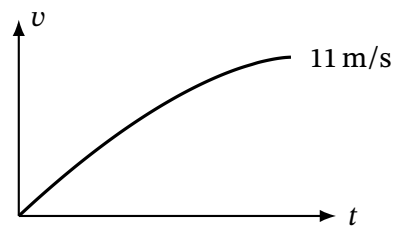
3 2.2 $W = \frac{1}{2} m v^2$ (1 BE); $v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 24000 \text{ J}}{390 \text{ kg}}}$ (1 BE) $\approx 11 \text{ m/s}$ (1 BE)

3 2.3 $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 390 \text{ kg} \cdot (10,5 \text{ m/s})^2 \approx 21,5 \text{ kJ}$ (1 BE)
Reibungsarbeit: $W_R \approx 24,0 \text{ kJ} - 21,5 \text{ kJ} = 2,5 \text{ kJ}$ (1 BE)
 $\bar{F}_R = \frac{W_R}{s} = \frac{2,5 \cdot 10^3 \text{ J}}{30 \text{ m}} \approx 83 \text{ N}$ (1 BE)

3 2.4 (G)

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE



Beginn im Ursprung (Start aus dem Stand) (1 BE); die Steigung (Beschleunigung) nimmt ab, weil die Antriebskraft abnimmt (1 BE); Endwert etwa 11 m/s (1 BE).

2

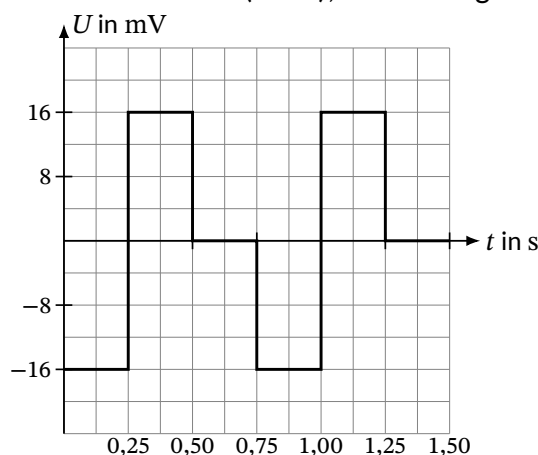
2.5 Die Arbeit der Schubkraft (24 kJ) wird zu etwa $21,5 \text{ kJ}$ in kinetische Energie umgewandelt (1 BE); der Rest ($2,5 \text{ kJ}$) wird durch Luftwiderstand und Reibung in innere Energie (Eis, Kufen, Umgebung) umgewandelt. (1 BE)

30

BE

2 **1.1** $B = \frac{\Phi}{A} = \frac{0,10 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}}{2,0 \text{ m}^2} = 0,050 \text{ mT}$ (2 BE)

5 **1.2** (G) Steigung: Zunahme $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0,10 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}}{0,25 \text{ s}} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ Wb/s}$,
 Abnahme $-4,0 \cdot 10^{-4} \text{ Wb/s}$ (2 BE)
 $U = -N\dot{\Phi}$: -16 mV bei zunehmendem, 16 mV bei abnehmendem Fluss (1 BE), $U = 0$
 bei konstantem Fluss (1 BE); Darstellung (1 BE)



Korrekturhinweis: Das Vorzeichen hängt von der gewählten Orientierung ab; vertauschte Vorzeichen mit Begründung sind gleichwertig.

2 **1.3** $|U| = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 40 \cdot 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ Wb/s} = 16 \text{ mV}$ (2 BE)

3 **1.4** Die Flussänderung der Sendeschleife durchsetzt auch die Bodenplatte des Autos; in der geschlossenen Leiterschleife wird eine Spannung induziert und es fließt ein Strom. (1 BE)
 Nach der Lenz'schen Regel ist das Magnetfeld dieses Stroms so gerichtet, dass es seiner Ursache, der Flussänderung, entgegenwirkt. (1 BE)
 Die Flussänderung in der Empfangsschleife wird dadurch kleiner, das Signal ändert sich – die Ampel erkennt das Auto. (1 BE)

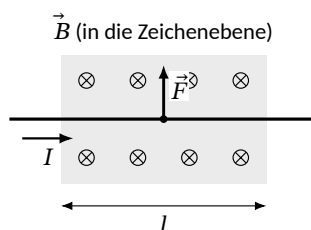
3 **1.5** Der Schüler hat $U(t)$ wie $\Phi(t)$ gezeichnet (Spannung proportional zum Fluss). (1 BE)
 Die induzierte Spannung hängt aber von der Änderung des Flusses ab: Bei gleichmäßig steigendem bzw. fallendem Fluss ist sie konstant, bei konstantem Fluss null. (1 BE)
 Richtiger Verlauf: Rechteckpulse wie in 1.2. (1 BE)

3 **1.6** In der doppelten Zeit ändert sich der Fluss um denselben Betrag: $|\dot{\Phi}|$ ist nur halb so groß. (1 BE)
 Die Spannungspulse sind halb so hoch (8,0 mV) (1 BE) und doppelt so lang (0,50 s). (1 BE)

2 **2.1** (G)

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE



Dreifingerregel (rechte Hand): Daumen in Stromrichtung, Zeigefinger in Feldrichtung $\Rightarrow$ Kraft nach oben. (2 BE)

2 **2.2** $B = \frac{F}{Il} = \frac{30 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{4,0 \text{ A} \cdot 0,050 \text{ m}} = 0,15 \text{ T}$ (2 BE)

4 **2.3** Aufbau: Leiterstück an einem Kraftmesser bzw. auf einer elektronischen Waage im Feld des Magneten, in Reihe mit einem Netzgerät und einem Strommessgerät. (1 BE)

Bei fester Stromstärke werden Leiterstücke verschiedener Länge im Feld verwendet (z. B. 1, 2, 3, 4, 5 cm), etwa mit austauschbaren Leiterschleifen. (1 BE)

Messgrößen: Länge l des Leiters im Feld und Kraft F (Änderung der Waagenanzeige). (1 BE)

Auswertung: F über l auftragen; liegen die Messpunkte auf einer Ursprungsgeraden, gilt $F \sim l$. (1 BE)

Korrekturhinweis: Andere sinnvolle Anordnungen (z. B. Leiterschaukel mit Auslenkung) sind gleichwertig.

4 **2.4** Nur die Komponente des Leiters senkrecht zum Feld trägt zur Kraft bei. (1 BE)

$F = IlB \sin 30^\circ = 4,0 \text{ A} \cdot 0,050 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ T} \cdot 0,5 = 15 \text{ mN}$ (2 BE)

Die Aussage ist falsch: Die Kraft halbiert sich. (Ein Drehen des Leiters innerhalb einer Ebene senkrecht zum Feld würde dagegen nur die Kraftrichtung ändern.) (1 BE)

30

BE

- 3 **1.1** Bei der Auslenkung um den Winkel φ wirkt längs der Bahn die Komponente $F = -mg \sin \varphi$ der Gewichtskraft. (1 BE)
 Für kleine Winkel gilt $\sin \varphi \approx \varphi = \frac{s}{l}$. (1 BE)
 Also $F \approx -\frac{mg}{l}s$: lineares Kraftgesetz mit der Richtgröße $D = \frac{mg}{l}$. (1 BE)

2 **1.2** $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,90 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} \approx 1,9 \text{ s}$ (2 BE)

- 3 **1.3** Im Modell: zwei Schritte pro Periode, also $\frac{2}{T} \cdot 60 \text{ s} \approx 63$ Schritte pro Minute. (1 BE)
 Gemessen werden 160 Schritte pro Minute – deutlich mehr. (1 BE)
 Das Pendelmodell beschreibt nur das lockere, langsame Gehen; beim Joggen wird das Bein durch Muskelkraft viel schneller geführt (keine freie Schwingung). (1 BE)

- 4 **1.4** Aus dem Diagramm: drei volle Perioden in 3,6 s, also $T = 1,2 \text{ s}$; $\hat{a} = 6,0 \text{ m/s}^2$ (1 BE)
 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1,2 \text{ s}} \approx 5,2 \text{ 1/s}$ (1 BE)
 $\hat{a} = \omega^2 \hat{s} \Rightarrow \hat{s} = \frac{\hat{a}}{\omega^2} = \frac{6,0 \text{ m/s}^2}{(5,24 \text{ 1/s})^2} \quad (1 \text{ BE}) \approx 22 \text{ cm} \quad (1 \text{ BE})$

Aussage	wahr	falsch	nicht entscheidbar
Die Periodendauer hängt im Modell von der Länge des Beins ab. ($T = 2\pi\sqrt{l/g}$)	x		
Im Modell ist die Periodendauer bei einem schwereren Bein größer. (masseunabhängig)		x	
In der Ruhelage ist der Betrag der Geschwindigkeit des Knöchels am größten.	x		
Die Laufuhr misst den Puls genauer als ein Brustgurt.			x

- 2 **1.6** In den Umkehrpunkten ist die Lageenergie am größten und die kinetische Energie null (1 BE); beim Durchgang durch die Ruhelage ist die Lageenergie vollständig in kinetische Energie umgewandelt; die Summe bleibt im Modell konstant. (1 BE)

2 **2.1** $C = \epsilon_0 \frac{A}{d} = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ A s/(V m)} \cdot \frac{3,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2}{1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}} \approx 1,8 \text{ pF}$ (2 BE)

2 **2.2** $E = \frac{U}{d} = \frac{3,0 \text{ V}}{1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ (2 BE)

2 **2.3** $Q = CU = 1,77 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot 3,0 \text{ V} \approx 5,3 \text{ pC}$ (1 BE); $W = \frac{1}{2}CU^2 \approx 8,0 \text{ pJ}$ (1 BE)

3 **2.4** $C' = \epsilon_0 \frac{A}{1,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}} \approx 1,9 \text{ pF}$ (1 BE); $\Delta C = C' - C \approx 0,13 \text{ pF}$ (1 BE)
 Relative Änderung: $\frac{\Delta C}{C} \approx 7,1 \%$ (1 BE)

- 3 **2.5** Wegen $C \sim \frac{1}{d}$ gilt für kleine Änderungen $\frac{\Delta C}{C} \approx \frac{\Delta d}{d}$: Dieselbe Verschiebung Δd bewirkt bei kleinem d eine große relative Kapazitätsänderung – der Sensor wird empfindlich. (2 BE)
 Grenze: Die Platten dürfen sich nicht berühren; bei sehr kleinem Abstand wird außerdem die Feldstärke sehr groß (Durchschlag) und die Fertigung schwierig. (1 BE)