





Name, Vorname: \_\_\_\_\_

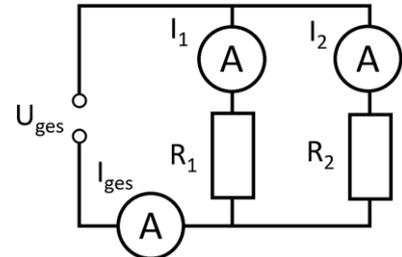
Klasse: \_\_\_\_\_

Haupttermin

Elektrizitätslehre

A2

2.1.0 In einem Versuch zur Parallelschaltung werden entsprechend nebenstehender Schaltskizze für verschiedene Widerstandskombinationen die Teilströme  $I_1$  und  $I_2$  sowie die Gesamtstromstärke  $I_{\text{ges}}$  bestimmt.



Eine Gruppe aus Schülerinnen und Schülern führt folgende Messungen durch:

Messung	Verwendete Widerstände		Messwerte		
	$R_1$ in $\Omega$	$R_2$ in $\Omega$	$I_1$ in A	$I_2$ in A	$I_{\text{ges}}$ in A
1	10	20	1,20	2,40	1,80
2	15			0,40	1,20

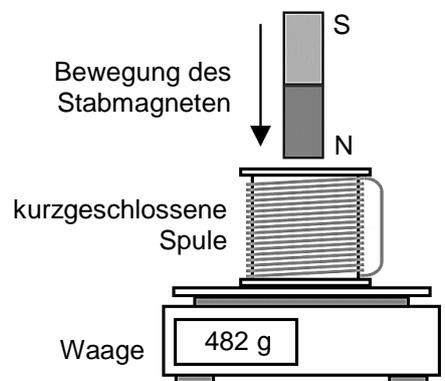
2.1.1 Begründen Sie, weshalb bei Messung 1 der notierte Wert für die Teilstromstärke  $I_2$  bei sonst richtigen Messwerten nicht korrekt sein kann.

2.1.2 Ergänzen Sie in der Tabelle für die Messung 2 die Werte für den korrekt abgelesenen Teilstrom  $I_1$  sowie den Widerstand  $R_2$ .

2.1.3 In der Schaltung aus 2.1.0 wird zu den parallel geschalteten Widerständen  $R_1 = 10 \Omega$  und  $R_2 = 20 \Omega$  ein dritter Widerstand  $R_3 = 50 \Omega$  in Reihe geschaltet. Diese Schaltung ist an eine Elektrizitätsquelle mit  $U_{\text{ges}} = 12 \text{ V}$  angeschlossen. Zeigen Sie, dass in diesem Fall die Gesamtstromstärke  $I_{\text{ges}} = 0,21 \text{ A}$  beträgt.

2.1.4 Berechnen Sie die elektrische Gesamtleistung der Schaltung aus 2.1.3.

2.2.0 Eine kurzgeschlossene Spule befindet sich mit der Öffnung nach oben auf einer Waage. Diese zeigt eine Masse von 482 g an. Ein Stabmagnet wird, wie im Bild ersichtlich, mit dem Nordpol voran in die Spule bewegt, ohne sie zu berühren.



2.2.1 Beschreiben Sie die Beobachtung an der Anzeige der Waage während der Bewegung des Magneten.

2.2.2 Begründen Sie die Beobachtung aus 2.2.1 mithilfe der Regel von Lenz.

2.2.3 Nennen Sie zwei Möglichkeiten, wie der in 2.2.1 beobachtete Effekt vergrößert werden kann.



Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

Haupttermin

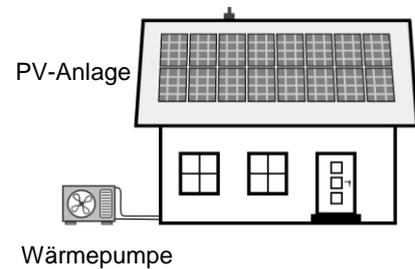
Energie

A3

3.1.0 Eine vierköpfige Familie bewohnt ein Haus mit  $130 \text{ m}^2$  Wohnfläche. Der jährliche Primärenergiebedarf der darin verbauten Ölheizungsanlage beträgt  $0,52 \text{ GJ}$  pro Quadratmeter Wohnfläche.

3.1.1 Zeigen Sie rechnerisch, dass die Familie für das Heizen ihres Hauses pro Jahr eine zugeführte Energie von  $19 \text{ MWh}$  benötigt.

3.1.2 Die Familie tauscht die Ölheizung gegen eine regenerativ betriebene Wärmepumpe aus. Bei der Verbrennung von einem Liter Heizöl werden  $9,8 \text{ kWh}$  thermische Energie und  $2,68 \text{ kg}$  Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) freigesetzt. Berechnen Sie die Masse an  $\text{CO}_2$ , die durch den Austausch der Ölheizung jährlich eingespart werden kann.



3.1.3 Die Familie installiert zusätzlich zur Wärmepumpe auf dem Dach eine Photovoltaikanlage (PV-Anlage). Vervollständigen Sie die nachfolgende Energieumwandlungskette.



3.1.4 Der Hersteller der Wärmepumpe behauptet:

*„Beim Einbau einer PV-Anlage kann die Wärmepumpe ganzjährig unabhängig vom örtlichen Stromversorger betrieben werden!“*

Nehmen Sie zu dieser Aussage begründet Stellung.

3.2.0 Zur Versorgung einer Stadt mit elektrischer Energie wird diese vom Generator eines Kraftwerks bereitgestellt und mithilfe von Transformatoren sowie einer Fernleitung dorthin übertragen.

3.2.1 Erstellen Sie eine beschriftete Schaltskizze für die Energieübertragung vom Kraftwerk bis zum Versorgungsgebiet (Stadt).

3.2.2 Der Generator des Kraftwerks stellt eine elektrische Leistung von  $0,32 \text{ GW}$  bereit. Seine Ausgangsspannung wird mithilfe eines Transformators ( $\eta = 0,97$ ) auf die Übertragungsspannung von  $380 \text{ kV}$  erhöht. Berechnen Sie die Stromstärke in der Fernleitung.

3.2.3 Begründen Sie die Verwendung von Hochspannung bei der Übertragung von elektrischer Energie über weite Strecken.



Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

Haupttermin

Materie

A4

- 4.0 Paranüsse sind bei Sporttreibenden aufgrund ihres hohen Proteingehaltes ein beliebtes Nahrungsmittel. In einem Kilogramm dieser Nüsse ist unter anderem das radioaktive Isotop Radium-228 (Ra-228) mit einer Aktivität von 46 Bq enthalten.



Paranüsse

- 4.1 Beschreiben Sie den Aufbau des Radiumisotops Ra-228.
- 4.2 Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die nachfolgenden Aussagen wahr (w) oder falsch (f) sind.



*Ein Proton besteht aus zwei up-Quarks und einem down-Quark.*

w f

*Ein Neutron besteht aus zwei up-Quarks und zwei down-Quarks.*

*Beim  $\beta$ -Zerfall zerfällt ein Proton in ein Elektron und ein Neutron.*

*In jedem Atomkern befinden sich mehr Neutronen als Protonen.*

- 4.3 Ein Kern des Isotops Ra-228 kann durch einen Alpha-Zerfall entstehen. Formulieren Sie die vollständige Kernzerfallsgleichung für diese Bildung eines Ra-228-Kerns.
- 4.4 Ra-228 zerfällt über mehrere Zwischenschritte zu Bismut-212 (Bi-212). Bestimmen Sie die Anzahl der dabei auftretenden  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfälle.
- 4.5 Nach 30,6 Jahren ist die Aktivität von Ra-228 um 97,50 Prozent abgeklungen. Zeigen Sie rechnerisch, dass Ra-228 mit einer Halbwertszeit von 5,75 Jahren zerfällt.
- 4.6 Stellen Sie die Aktivität des in Paranüssen enthaltenen Ra-228 über einen Zeitraum von fünf Halbwertszeiten in einem A(t)-Diagramm grafisch dar.
- 4.7 Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms aus 4.6, nach welcher Zeit die Aktivität von Ra-228 auf 20 Prozent der ursprünglichen Aktivität gesunken ist.
- 4.8 Nennen Sie neben dem Verzehr von Lebensmitteln wie z. B. Paranüssen zwei weitere Ursachen für die Belastung des Menschen durch ionisierende Strahlung.



Name, Vorname: \_\_\_\_\_

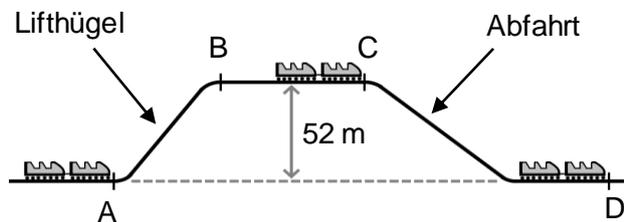
Klasse: \_\_\_\_\_

Haupttermin

Mechanik

B1

- 1.0 Zu Testzwecken fährt ein Achterbahnzug mit einer Masse von 8,5 t auf der in nebenstehender Skizze schematisch dargestellten Strecke.



- 1.1 Zwischen den Punkten A und B bewegt sich der Zug mit einer konstanten Geschwindigkeit von  $5,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  entlang der Schienen den Lifthügel hinauf. Für diesen Weg benötigt der Zug 20 Sekunden. Berechnen Sie die Länge des Lifthügels.
- 1.2 Zeigen Sie, dass sich die potenzielle Energie des Zuges beim Hochfahren des Lifthügels um 4,3 MJ gegenüber der Startposition A erhöht.
- 1.3 Am Anfang der Abfahrt (Punkt C) wird der Zug kurz angehalten und rollt diese anschließend antriebslos hinab, wodurch er gleichmäßig beschleunigt wird. Berechnen Sie die Momentangeschwindigkeit des Zuges am Punkt D unter Vernachlässigung der Reibung.
- 1.4 Ein Servicetechniker behauptet:  
„Bei Verdopplung der Masse des Zuges wird am Punkt D eine doppelt so hohe Geschwindigkeit gemessen.“  
Nehmen Sie zur Aussage des Servicetechnikers begründet Stellung.
- 1.5.0 Bei einem Sicherheitstest fährt der Zug aus 1.0 ( $m_1 = 8,5 \text{ t}$ ) auf einem geraden, ebenen Streckenabschnitt mit einer Geschwindigkeit von  $47 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf einen stehenden, unbesetzten Wagen ( $m_2 = 0,80 \text{ t}$ ) auf.
- 1.5.1 Zeigen Sie durch Rechnung, dass der Impuls des fahrenden Zuges unmittelbar vor dem Zusammenstoß  $1,1 \cdot 10^5 \text{ Ns}$  beträgt.
- 1.5.2 Zug und Wagen fahren nach dem inelastischen Stoß gemeinsam weiter. Berechnen Sie deren Geschwindigkeit unmittelbar nach dem Stoß.
- 1.5.3 Tatsächlich wird die Geschwindigkeit von Zug und Wagen nach dem Stoß betragsmäßig ständig kleiner. Nennen Sie zwei mögliche Ursachen für die Entwertung ihrer kinetischen Energie.



Name, Vorname: \_\_\_\_\_

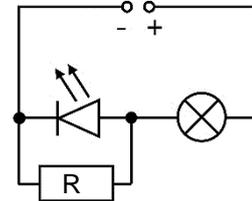
Klasse: \_\_\_\_\_

Haupttermin

Elektrizitätslehre

B2

- 2.1.0 In einer Schaltung sind ein Widerstand R, eine LED (2,0 V; 20 mA) und eine Experimentierleuchte L (6,0 V; 0,050 A) wie in nebenstehender Skizze geschaltet. Die Gesamtspannung ist so gewählt, dass sowohl die LED als auch die Leuchte mit ihren Nenndaten betrieben werden.



- 2.1.1 Berechnen Sie die gesamte elektrische Leistung der Schaltung.
- 2.1.2 Zeigen Sie rechnerisch, dass der Widerstand R einen Wert von 67 Ω besitzt.
- 2.1.3 Die nachfolgende Berechnung des Ersatzwiderstandes  $R_{\text{Ersatz}}$  der LED und des parallel geschalteten Widerstandes R ist in mehrfacher Hinsicht fehlerhaft. Erläutern Sie zwei Fehler, die dabei gemacht wurden.

$$R_{\text{LED}} = U_{\text{LED}} \cdot I_{\text{LED}}$$

$$R_{\text{LED}} = 2,0 \text{ V} \cdot 20 \text{ mA}$$

$$R_{\text{LED}} = 40 \Omega$$

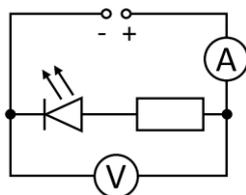
$$\frac{1}{R_{\text{Ersatz}}} = \frac{1}{R_{\text{LED}}} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_{\text{Ersatz}}} = \frac{1}{40 \Omega} + \frac{1}{67 \Omega}$$

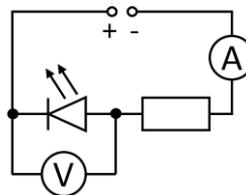
$$R_{\text{Ersatz}} = 0,040 \Omega$$

fehlerhafte Berechnung des Ersatzwiderstandes

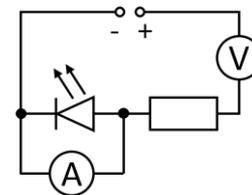
- 2.1.4 Begründen Sie, dass mit keiner der nachfolgenden Schaltungen die Kennlinie einer LED experimentell richtig ermittelt werden kann.



Schaltung 1



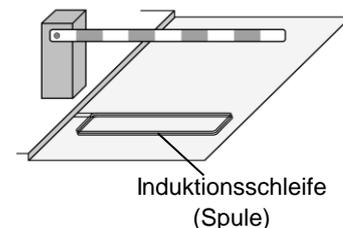
Schaltung 2



Schaltung 3

- 2.2.0 Mithilfe sogenannter Induktionsschleifen (Spulen), die unter dem Straßenbelag verborgen sind, lassen sich z. B. Schranken automatisch öffnen.

- 2.2.1 Erläutern Sie, weshalb das Überfahren einer Spule mit einem Pkw mit stromdurchflossenen Komponenten eine schwache Spannung zwischen den Anschlüssen der Spule erzeugt.



- 2.2.2 Nennen Sie allgemein zwei Möglichkeiten, um die in einer Spule induzierte Spannung zu vergrößern.

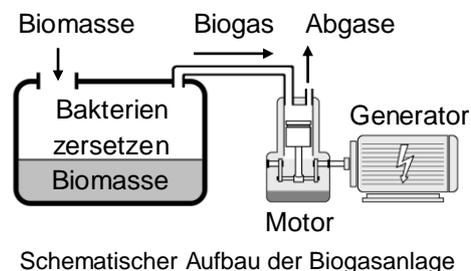


Name, Vorname: \_\_\_\_\_

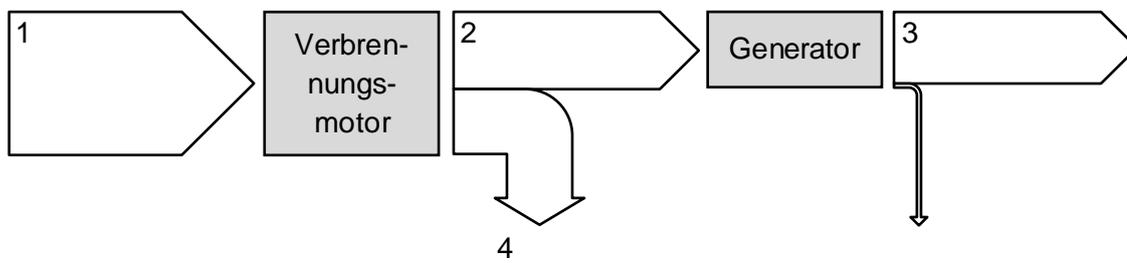
Klasse: \_\_\_\_\_

Haupttermin	Energie	B3
-------------	---------	----

- 3.0 Ein Landwirt plant den Bau einer kleinen Biogasanlage. Nebenstehende Abbildung zeigt ihren schematischen Aufbau. In einer Biogasanlage wird durch Zersetzung von Biomasse sogenanntes Biogas gebildet. Dieses wird in einem Verbrennungsmotor verbrannt, der einen Generator antreibt.



- 3.1 Ergänzen Sie im Energieflussdiagramm einer Biogasanlage die nummerierten Energieformen (1 bis 4).



- 3.2 Erläutern Sie, weshalb der Wirkungsgrad einer Biogasanlage durch Kraft-Wärme-Kopplung erhöht werden kann.
- 3.3 Nennen Sie zwei Gründe, die aus physikalischer Sicht für den Bau einer Biogasanlage sprechen.
- 3.4 Die Kosten für den Bau der Anlage belaufen sich auf 0,49 Millionen Euro und sollen innerhalb von zehn Jahren durch die Einspeisung von elektrischer Energie ins Verbundnetz wieder eingenommen werden. Dafür zahlt der Netzbetreiber dem Landwirt in diesem Zeitraum 17,5 Cent pro eingespeister Kilowattstunde elektrischer Energie. Zeigen Sie durch Rechnung, dass bei dieser Vorgabe durchschnittlich eine Energie von  $2,8 \cdot 10^2$  MWh pro Jahr ins Netz eingespeist werden muss.
- 3.5 Berechnen Sie die mittlere Leistung der Anlage für die jährliche Einspeisung der Energie aus Aufgabe 3.4.
- 3.6 Bei der Verbrennung von einem Kilogramm Biogas wird eine Energie von 27 MJ freigesetzt. Diese Energie wird mit einem Wirkungsgrad von 41 Prozent in elektrische Energie umgewandelt. Berechnen Sie die jährlich benötigte Masse an Biogas für die Bereitstellung der Energie aus Aufgabe 3.4.
- 3.7 Nennen Sie zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, überschüssige elektrische Energie zu speichern.



Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

Haupttermin

Materie

B4

- 4.0 Im Januar 2023 ging in Australien beim Abtransport aus einer Eisenerzmine eine Kapsel mit radioaktivem Cäsium-137 (Cs-137) verloren. In Folge des radioaktiven Zerfalls des Cs-137 sendet die Kapsel  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung aus.



Kapsel

- 4.1 Beschreiben Sie die Vorgänge im Atomkern bei einem  $\beta$ -Zerfall.
- 4.2 Die Kernzerfallsgleichung beim  $\beta$ -Zerfall von Cs-137 ist fehlerhaft dargestellt.



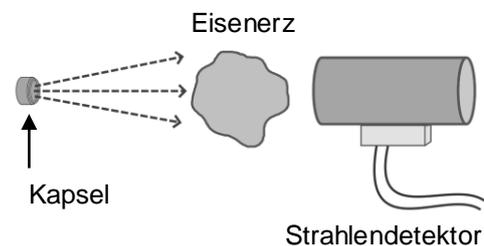
Verbessern Sie alle Fehler in der oben dargestellten Kernzerfallsgleichung.

- 4.3 Um die Gefahren für die Bevölkerung beim zufälligen Auffinden der Kapsel möglichst gering zu halten, wurden verschiedene Schutzmaßnahmen diskutiert. Beurteilen Sie die folgenden Maßnahmen hinsichtlich ihrer Schutzwirkung:

- I) Tragen eines dünnen Gummihandschuhs beim Anfassen der Kapsel
- II) Einhalten eines Abstands von mindestens zehn Metern

- 4.4 In einem Abstand von einem Meter zur Kapsel beträgt die Äquivalentdosis pro Stunde durch  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung 1,9 mSv. Berechnen Sie die Energie, die eine Person ( $m = 78 \text{ kg}$ ) in dieser Entfernung innerhalb von 15 Minuten absorbiert.

- 4.5 Wie in nebenstehender Skizze dargestellt, war die Kapsel Teil eines radio-metrischen Messgeräts zur Bestimmung der Dichte des Eisenerzes. Beurteilen Sie die einzelnen Strahlungsarten der Kapsel hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für dieses Verfahren.



- 4.6 Ein Austausch der Kapsel ist geplant, wenn die Aktivität des in ihr enthaltenen Cs-137 auf 75 Prozent der Anfangsaktivität gesunken ist. Berechnen Sie die Zeitspanne, nach der die Kapsel wieder getauscht werden muss.

- 4.7 Zur Abschirmung der radioaktiven Strahlung besteht der Transportbehälter der Kapsel aus Blei. Dieses ist bei Raumtemperatur ein Festkörper. Beschreiben Sie den Aufbau eines Festkörpers im Teilchenmodell.



## Lösungsvorschlag

### Aufgabengruppe A Aufgabengruppe B

#### Anmerkungen zur Korrektur:

Die Bewertung erfolgt durch die jeweilige Lehrkraft in eigener pädagogischer Verantwortung (Art. 52 BayEUG).

- Lösungen auf den Angabenblättern müssen bewertet werden.
- Die Korrektur erfolgt nach eigenem Lösungsmuster entsprechend dem gehaltenen Unterricht. Die beiliegende Lösung stellt einen Vorschlag dar.
- Die Verteilung der Punkte soll in der den Schülerinnen und Schülern bekannten Art und Weise erfolgen. Dabei ist es nicht erforderlich, dass die vier gewählten Aufgaben gleich gewichtet werden.
- Der Notenschlüssel soll linear sein.
- Bei Diagrammen sind Maßstab, Genauigkeit und richtige Achsenwahl zu bewerten.  
Zeitlicher Aufwand und Sauberkeit bei der Diagrammerstellung sollten angemessen berücksichtigt werden. Bei Angabe von Ergebnissen sind Abweichungen im Rahmen der Zeichengenauigkeit zulässig.
- Informationen, die der Formelsammlung entnommen wurden, sollen im Allgemeinen nicht bewertet werden, es sei denn, die Zuordnung entsprechender Informationen zu einer Aufgabenstellung ist eine für die Bewertung relevante Eigenleistung.
- Zu jeder Aufgabe ist eine Zuordnung zu den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss angegeben. Da für jede Aufgabe Fachwissen erforderlich ist, werden nur die Kompetenzbereiche **E**: Erkenntnisgewinnung, **K**: Kommunikation, **B**: Bewertung ausgewiesen.

<b><u>Matrix</u></b>	<b>Anforderungsbereich</b>			
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
<b>Kompetenzbereich</b>	<b>Fachwissen</b>	<p><i>Wissen wiedergeben</i></p> <p>Fakten und einfache physikalische Sachverhalte reproduzieren.</p>	<p><i>Wissen anwenden</i></p> <p>Physikalisches Wissen in einfachen Kontexten anwenden, einfache Sachverhalte identifizieren und nutzen, Analogien benennen.</p>	<p><i>Wissen transferieren und verknüpfen</i></p> <p>Wissen auf teilweise unbekannte Kontexte anwenden, geeignete Sachverhalte auswählen.</p>
	<b>Erkenntnisgewinnung</b>	<p><i>Fachmethoden beschreiben</i></p> <p>Physikalische Arbeitsweisen, insb. experimentelle, nachvollziehen bzw. beschreiben.</p>	<p><i>Fachmethoden nutzen</i></p> <p>Strategien zur Lösung von Aufgaben nutzen, einfache Experimente planen und durchführen, Wissen nach Anleitung erschließen.</p>	<p><i>Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden</i></p> <p>Unterschiedliche Fachmethoden, auch einfaches Experimentieren und Mathematisieren, kombiniert und zielgerichtet auswählen und einsetzen, Wissen selbstständig erwerben.</p>
	<b>Kommunikation</b>	<p><i>Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten</i></p> <p>Einfache Sachverhalte in Wort und Schrift oder einer anderen vorgegebenen Form unter Anleitung darstellen, sachbezogene Fragen stellen.</p>	<p><i>Geeignete Darstellungsformen nutzen</i></p> <p>Sachverhalte fachsprachlich und strukturiert darstellen, auf Beiträge anderer sachgerecht eingehen, Aussagen sachlich begründen.</p>	<p><i>Darstellungsformen selbständig auswählen und nutzen</i></p> <p>Darstellungsformen sach- und adressatengerecht auswählen, anwenden und reflektieren, auf angemessenem Niveau begrenzte Themen diskutieren.</p>
	<b>Bewertung</b>	<p><i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i></p> <p>Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse benennen, einfache, auch technische Kontexte aus physikalischer Sicht erläutern.</p>	<p><i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren</i></p> <p>Den Aspektcharakter physikalischer Betrachtungen aufzeigen, zwischen physikalischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden.</p>	<p><i>Eigene Bewertungen vornehmen</i></p> <p>Die Bedeutung physikalischer Kenntnisse beurteilen, physikalische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts nutzen, Phänomene in einen physikalischen Kontext einordnen.</p>


**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

1.1 Aus  $v_{\text{Lkw}} = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  folgt:

$$v_{\text{Lkw}} = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{Lkw}}^2$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 38 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(22 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

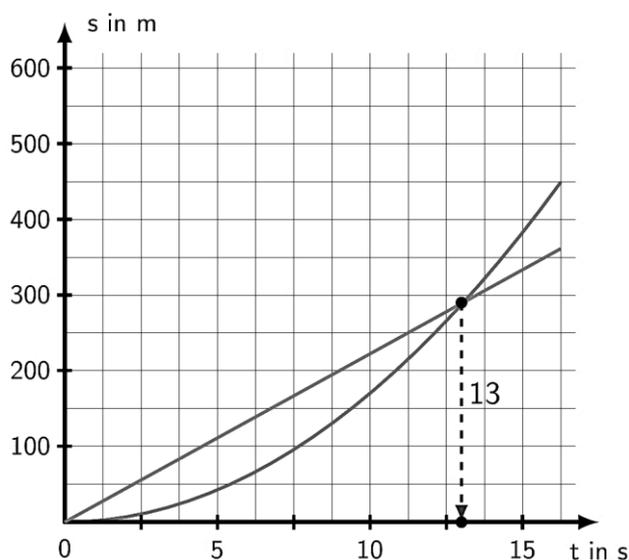
$$E_{\text{kin}} = 9,2 \cdot 10^6 \text{ J}$$

1.2  $\Delta s = v \cdot \Delta t_{\text{Reaktion}}$

$$\Delta s = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,3 \text{ s}$$

$$\Delta s = 29 \text{ m}$$

1.3.1



Aus dem Diagramm ergibt sich im Rahmen der Ablesegenauigkeit:  $t = 13 \text{ s}$

1.3.2 Aus dem Diagramm: z. B.  $s = 380 \text{ m}$  nach  $t = 15 \text{ s}$

$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot 380 \text{ m}}{(15 \text{ s})^2}$$

$$a = 3,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1.3.3 Da sich der Sportwagen zu Beginn in Ruhe befindet, gilt:  $\Delta v = v$  und  $\Delta t = t$ .

$$v = a \cdot t$$

$$v = 3,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s}$$

$$v = 34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m = \frac{p}{v}$$

$$m = \frac{41 \text{ kNs}}{34 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$m = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

1.3.4 richtige Lösung: Diagramm B


**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

- 2.1.1 • In einer Parallelschaltung zweier Widerstände ergibt die Summe der beiden Teilströme den Gesamtstrom ( $I_{\text{ges}} = I_1 + I_2$ ). Das ist hier nicht der Fall.

Alternative Begründungen:

- In einer Parallelschaltung zweier Widerstände wird der größere Widerstand ( $R_2 > R_1$ ) vom kleineren Teilstrom durchflossen ( $I_2 < I_1$ ). Das ist hier nicht der Fall.
- In einer Parallelschaltung zweier Widerstände ergibt das Produkt aus Teilstrom und Widerstand immer denselben Wert ( $R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2$ ). Das ist hier nicht der Fall.

2.1.2

Messung	Verwendete Widerstände		Messwerte		
	$R_1$ in $\Omega$	$R_2$ in $\Omega$	$I_1$ in A	$I_2$ in A	$I_{\text{ges}}$ in A
1	10	20	1,20	2,40	1,80
2	15	30	0,80	0,40	1,20

2.1.3

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega}$$

$$R_{12} = 6,7 \Omega$$

$$R_{\text{ges}} = R_{12} + R_3$$

$$R_{\text{ges}} = 6,7 \Omega + 50 \Omega$$

$$R_{\text{ges}} = 57 \Omega$$

$$I_{\text{ges}} = \frac{U_{\text{ges}}}{R_{\text{ges}}}$$

$$I_{\text{ges}} = \frac{12 \text{ V}}{57 \Omega}$$

$$I_{\text{ges}} = 0,21 \text{ A}$$

2.1.4

$$P_{\text{ges}} = U_{\text{ges}} \cdot I_{\text{ges}}$$

$$P_{\text{ges}} = 12 \text{ V} \cdot 0,21 \text{ A}$$

$$P_{\text{ges}} = 2,5 \text{ W}$$

- 2.2.1 Die Waage zeigt während der Bewegung des Magneten kurzzeitig einen größeren Wert an.

- 2.2.2 • Während der Bewegung des Magneten ändert sich das die Spule durchsetzende Magnetfeld zeitlich. Dadurch wird eine Spannung zwischen ihren Anschlüssen induziert.
- Durch die kurzgeschlossene Spule fließt nach der Lenz'schen Regel ein Induktionsstrom so, dass sein Magnetfeld der Ursache seiner Entstehung (Änderung des äußeren Magnetfeldes) entgegenwirkt.
  - Daher besitzt das Magnetfeld der Induktionsspule am oberen Ende einen Nordpol.
  - Da sich gleichnamige Magnetpole abstoßen, wirkt infolge der Wechselwirkung der beiden Magnetfelder von Stabmagnet und Spule zusätzlich zur Gewichtskraft noch eine zweite Kraft nach unten. Diese zusätzliche Kraft führt bei der Waage zur Anzeige eines größeren Wertes.

2.2.3

- schnellere Bewegung des Stabmagneten
- Verwendung eines stärkeren Stabmagneten (bei gleicher Geschwindigkeit)
- Verwendung eines Spulendrahtes mit größerer Querschnittsfläche (bei gleicher Windungszahl)

B  
K

E

E

E

B

B  
E  
K

E


**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

3.1.1 Jährlich zugeführte Energie:  $E_{\text{zu}} = 0,52 \frac{\text{GJ}}{\text{m}^2} \cdot 130 \text{ m}^2$

$$E_{\text{zu}} = 68 \text{ GJ}$$

aus  $E_{\text{zu}} = 68 \text{ GJ}$  folgt:

$$E_{\text{zu}} = 19 \text{ MWh}$$

3.1.2  $V_{\text{Heizöl}} = \frac{E_{\text{zu}}}{H}$

$$V_{\text{Heizöl}} = \frac{19 \text{ MWh}}{9,8 \frac{\text{kWh}}{\ell}}$$

$$V_{\text{Heizöl}} = 1,9 \cdot 10^3 \ell$$

$$m_{\text{CO}_2} = 1,9 \cdot 10^3 \ell \cdot 2,68 \frac{\text{kg}}{\ell}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 5,1 \text{ t}$$

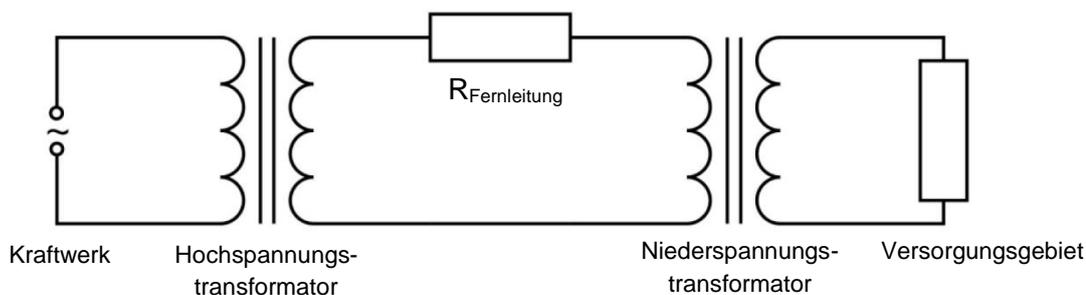
3.1.3



3.1.4 Die Aussage ist physikalisch nicht vollständig korrekt.

- In der Nacht, bei starker Bewölkung oder infolge von Schneefall kann die PV-Anlage nicht genügend elektrische Leistung für den Betrieb der Wärmepumpe bereitstellen.
- Nur durch den zusätzlichen Einbau eines sehr großen Speichers für elektrische Energie kann die Wärmepumpe unabhängig vom Energieversorger („Stromversorger“) betrieben werden.

3.2.1



3.2.2  $P_S = \eta \cdot P_{\text{Generator}}$

$$P_S = 0,97 \cdot 0,32 \text{ GW}$$

$$P_S = 0,31 \text{ GW}$$

$$I_F = \frac{P_S}{U_S}$$

$$I_F = \frac{0,31 \cdot 10^6 \text{ kW}}{380 \text{ kV}}$$

$$I_F = 0,82 \text{ kA}$$

3.2.3 • Die thermische Leistung berechnet sich aus  $P_{\text{th}} = R \cdot I^2$ .

- Für eine möglichst niedrige thermische Leistung muss bei gleichem Widerstand die Stromstärke in der Fernleitung gering sein.
- Um die gleiche elektrische Leistung  $P_{\text{el}}$  zu übertragen, muss im Gegenzug zur verringerten Stromstärke die Spannung hochtransformiert werden ( $P_{\text{el}} = U \cdot I$ ).


**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

- 4.1 • Radium-228 besitzt 88 Protonen und 140 Neutronen im Atomkern.  
 • In seiner Hülle befinden sich 88 Elektronen. E

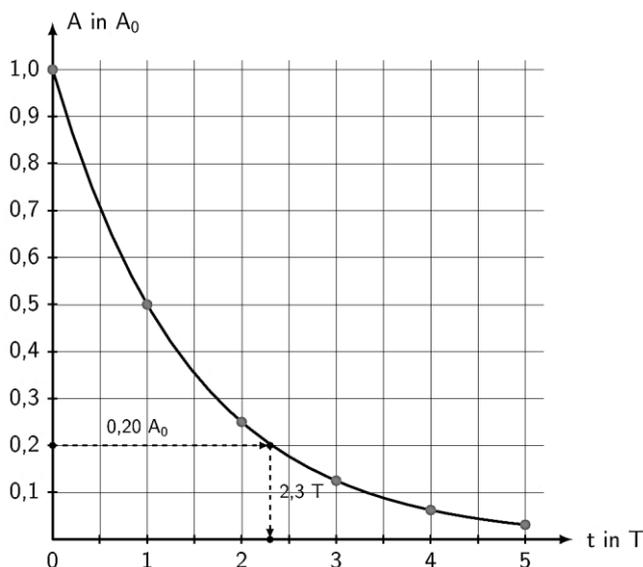
- 4.2 B  
K
- |   | w                                   | f                                   |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Ein Proton besteht aus zwei up-Quarks und einem down-Quark.</i>                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| <i>Ein Neutron besteht aus zwei up-Quarks und zwei down-Quarks.</i>                         | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <i>Beim <math>\beta</math>-Zerfall zerfällt ein Proton in ein Elektron und ein Neutron.</i> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <i>In jedem Atomkern befinden sich mehr Neutronen als Protonen.</i>                         | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |

- 4.3  ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{88}^{228}\text{Ra} + {}_2^4\text{He} + \text{Energie (+}\gamma\text{)}$  K

- 4.4 • Insgesamt nimmt die Nukleonenzahl durch die radioaktiven Zerfälle um 16 ab. E  
K  
 • Bei einem  $\alpha$ -Zerfall nimmt die Nukleonenzahl um 4 ab. Damit ergibt sich für die Anzahl der  $\alpha$ -Zerfälle:  $16 : 4 = 4$ .  
 • Bei vier  $\alpha$ -Zerfällen verringert sich die Ordnungszahl (Kernladungszahl) um 8.  
 • Die Ordnungszahl nimmt aber insgesamt nur um fünf ab.  
 • Bei einem  $\beta$ -Zerfall nimmt die Ordnungszahl um 1 zu. Damit ergibt sich für die Anzahl der  $\beta$ -Zerfälle:  $8 - 5 = 3$ .

- 4.5  $T = \frac{t}{\log_{0,5}\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)}$   $T = \frac{30,6 \text{ a}}{\log_{0,5}\left(\frac{0,0250 \cdot A_0}{A_0}\right)}$   $T = 5,75 \text{ a}$  E

- 4.6 K  
 4.7 E



Im Rahmen der Ablesegenauigkeit sind es 2,3 Halbwertszeiten oder 13 Jahre.

- 4.8 • terrestrische Strahlung z. B. durch Erze aus dem Boden  
 • kosmische Strahlung  
 • künstliche Strahlung z. B. durch Nuklearmedizin oder Kernwaffentests

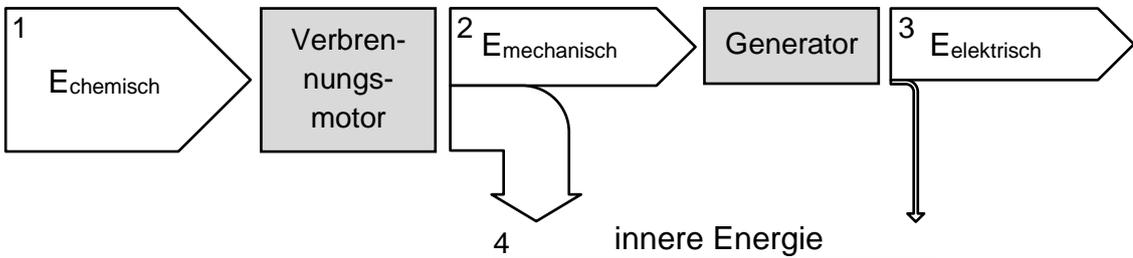

**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

- 1.1  $\Delta s = v \cdot \Delta t$   $\Delta s = 5,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20 \text{ s}$   $\Delta s = 1,2 \cdot 10^2 \text{ m}$  **E**
- 1.2 An der Startposition A ist  $h = 0 \text{ m}$  und somit  $E_{\text{pot}} = 0 \text{ J}$ . Daher gilt:  $\Delta E_{\text{pot}} = E_{\text{pot}}$  **E**
- $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$   $E_{\text{pot}} = 8,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 52 \text{ m}$   $E_{\text{pot}} = 4,3 \text{ MJ}$
- 1.3  $E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$  **E**
- $v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}}$   $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,3 \cdot 10^6 \text{ J}}{8,5 \cdot 10^3 \text{ kg}}}$   $v = 32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- 1.4 Die Aussage des Servicetechnikers ist physikalisch nicht korrekt: **B**
- Sowohl die kinetische Energie ( $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ) als auch die potenzielle Energie ( $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ ) des Zuges sind direkt proportional zur Masse  $m$ , weshalb sich diese nach dem Gleichsetzen und Umformen beider Energieformen ( $E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}}$ ) kürzen lässt. **K**
  - Die Geschwindigkeit am Punkt D hängt somit nicht von der Masse des Zuges ab.
- 1.5.1 Aus  $v_1 = 47 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  folgt:  $v_1 = 13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E**
- $p_1 = m_1 \cdot v_1$   $p_1 = 8,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $p_1 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Ns}$
- 1.5.2  $p_{12} = p_1$  **E**
- $m_{12} = m_1 + m_2$   $m_{12} = 8,5 \cdot 10^3 \text{ kg} + 0,80 \cdot 10^3 \text{ kg}$   $m_{12} = 9,3 \cdot 10^3 \text{ kg}$
- $v_{12} = \frac{p_{12}}{m_{12}}$   $v_{12} = \frac{1,1 \cdot 10^5 \text{ Ns}}{9,3 \cdot 10^3 \text{ kg}}$   $v_{12} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- 1.5.3 Energieentwertung durch... **B**
- Reibung in den beweglichen Teilen (Kugellager der Räder) **K**
  - Reibung zwischen Rädern und Schiene
  - Luftreibung infolge der Bewegung

**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

2.1.1	$U_{\text{ges}} = U_{\text{LED}} + U_{\text{Leuchte}}$	$U_{\text{ges}} = 2,0 \text{ V} + 6,0 \text{ V}$	$U_{\text{ges}} = 8,0 \text{ V}$	<b>E</b>
	$I_{\text{ges}} = I_{\text{Leuchte}} = 0,050 \text{ A}$			
	$P_{\text{ges}} = U_{\text{ges}} \cdot I_{\text{ges}}$	$P_{\text{ges}} = 8,0 \text{ V} \cdot 0,050 \text{ A}$	$P_{\text{ges}} = 0,40 \text{ W}$	
2.1.2	$I_{\text{R}} = I_{\text{Leuchte}} - I_{\text{LED}}$	$I_{\text{R}} = 0,050 \text{ A} - 0,020 \text{ A}$	$I_{\text{R}} = 0,030 \text{ A}$	<b>E</b>
	$U_{\text{R}} = U_{\text{LED}} = 2,0 \text{ V}$			
	$R = \frac{U_{\text{R}}}{I_{\text{R}}}$	$R = \frac{2,0 \text{ V}}{0,030 \text{ A}}$	$R = 67 \Omega$	
2.1.3	Beispielhafte Fehler:			<b>B K</b>
	Fehler 1:	Die Formel zur Berechnung des Widerstandes R lautet: $R = \frac{U}{I}$ .		
	Fehler 2:	Die angegebene Stromstärke durch die LED muss für die Berechnung des Widerstandswertes $R_{\text{LED}}$ in die Einheit A umgerechnet werden: $20 \text{ mA} = 0,020 \text{ A}$ .		
	Fehler 3:	Bei der Berechnung des Ersatzwiderstandes wurde der Kehrwert nicht gebildet.		
2.1.4	Schaltung 1:	Hier wird nicht die an der LED anliegende Spannung, sondern die an beiden Energiewandlern anliegende Gesamtspannung $U_{\text{ges}}$ gemessen.		<b>B</b>
	Schaltung 2:	Hier ist die LED in Sperrrichtung geschaltet, so dass kein Strom durch sie hindurchfließt.		
	Schaltung 3:	Hier sind die Messgeräte falsch in den Stromkreis geschaltet. Das Stromstärkemessgerät muss immer vom zu messenden Strom durchflossen werden (Reihenschaltung), während das Spannungsmessgerät parallel zum elektrischen Energiewandler geschaltet wird.		
2.2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die stromführenden Teile (z. B. die Lichtmaschine) eines Pkw sind von schwachen Magnetfeldern umgeben.</li> <li>Durch diese schwachen Magnetfelder des Pkw verändert sich das die Spule durchsetzende Magnetfeld beim Überfahren zeitlich, so dass zwischen ihren Anschlüssen eine Spannung induziert wird.</li> </ul>			<b>B E K</b>
2.2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergrößerung der Windungszahl der Spule</li> <li>Verwendung eines stärkeren, die Spule durchsetzenden Magnetfelds</li> <li>schnellere Änderung des die Spule durchsetzenden Magnetfelds</li> </ul>			


**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

- 3.1  E  
K
- 3.2 Bei der Kraft-Wärme-Kopplung wird die bei der Umwandlung in elektrische Energie anfallende innere Energie des Trägermediums (Kühlwasser und Abgase) weiter genutzt, z. B. für Gebäudeheizung, Warmwasseraufbereitung oder zur Erwärmung der Biomasse. Dadurch erhöht sich der Wirkungsgrad der Biogasanlage. E  
K
- 3.3 Mögliche Gründe: B  
E
- Möglichkeit der schnell regelbaren und flexiblen Einspeisung elektrischer Energie
  - Energieeinspeisung unabhängig von der Tageszeit
  - CO<sub>2</sub> neutraler Betrieb
- 3.4 Einspeisevergütung (EV) pro Jahr:  $EV = \frac{0,49 \cdot 10^6 \text{ €}}{10}$   $EV = 0,49 \cdot 10^5 \text{ €}$  E
- Eingespeiste Energie pro Jahr:  $E_{\text{Jahr}} = \frac{0,49 \cdot 10^5 \text{ €}}{0,175 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}}$   $E_{\text{Jahr}} = 2,8 \cdot 10^2 \text{ MWh}$
- 3.5  $P = \frac{E_{\text{Jahr}}}{t}$   $P = \frac{2,8 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \text{ kWh}}{365 \cdot 24 \text{ h}}$   $P = 32 \text{ kW}$  E
- 3.6  $E_{\text{zu}} = \frac{E_{\text{Jahr}}}{\eta}$   $E_{\text{zu}} = \frac{2,8 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \text{ kWh}}{0,41}$   $E_{\text{zu}} = 6,8 \cdot 10^5 \text{ kWh}$  E
- Aus  $E_{\text{zu}} = 6,8 \cdot 10^5 \text{ kWh}$  folgt:  $E_{\text{zu}} = 24 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
- $m = \frac{E_{\text{zu}}}{H}$   $m = \frac{24 \cdot 10^5 \text{ MJ}}{27 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}}$   $m = 89 \cdot 10^3 \text{ kg}$
- 3.7 E  
K
- Speicherung in Akkumulatoren
    - Batterien in Elektroautos
    - Stationäre Batteriespeicher
  - Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse (Power-to-gas)
  - Erwärmung von Wasser (saisonale Wärmespeicher)
  - Speicherung in geändertem Aggregatzustand (z. B. Verflüssigung von Salz)

**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

- 4.1 Bei einem  $\beta$ -Zerfall zerfällt im Atomkern ein Neutron in ein Proton und ein Elektron. Das Proton verbleibt im Kern, das Elektron wird als  $\beta$ -Strahlung ausgesendet. **E**
- 4.2  ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{137}_{56}\text{Ba} + \text{Energie } (+\gamma)$  **K**
- 4.3 I) Da  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung von den Einweghandschuhen nicht abgeschirmt wird, ist diese Schutzmaßnahme wirkungslos. **B**  
 II) Da  $\beta$ -Strahlung eine Reichweite in Luft von nur wenigen Metern besitzt, schützt diese Maßnahme vor der schädigenden Wirkung von  $\beta$ -Strahlung. Die Strahlenbelastung durch  $\gamma$ -Strahlung nimmt mit größer werdender Entfernung ab, daher schützt diese Maßnahme vor einer großen Strahlenbelastung durch  $\gamma$ -Strahlung.
- 4.4  $D = \frac{H}{q}$   $D = \frac{1,9 \text{ mSv} \cdot 0,25}{1}$   $D = 0,48 \text{ mGy}$  **E**  
 $E = D \cdot m$   $E = 0,48 \text{ mGy} \cdot 78 \text{ kg}$   $E = 37 \text{ mJ}$
- 4.5 •  $\beta$ -Strahlung würde von den Eisenerzbrocken (fast) vollständig abgeschirmt, so dass der Detektor keine Änderung der Impulsrate in Abhängigkeit von der Dichte des Eisenerzes erfassen könnte. **B**  
 •  $\gamma$ -Strahlung durchdringt das Eisenerz, wobei die vom Detektor erfasste Impulsrate von der Dichte des Eisenerzes abhängt.
- 4.6  $t = T \cdot \log_{0,5} \left( \frac{A(t)}{A_0} \right)$   $t = 30,08 \text{ a} \cdot \log_{0,5} \left( \frac{0,75 \cdot A_0}{A_0} \right)$   $t = 12,48 \text{ a}$  **E**
- 4.7 In einem Festkörper (vgl. ISB-Handreichung: Grundwissen Ph7) ...  
 • sind die Teilchen in einem Gitter regelmäßig angeordnet.  
 • schwingen die Teilchen um eine feste Gleichgewichtslage.  
 • besitzen die Teilchen einen kleinen Abstand zueinander.  
 • wirken sehr starke Kohäsionskräfte zwischen den Teilchen.