



Name, Vorname: _____

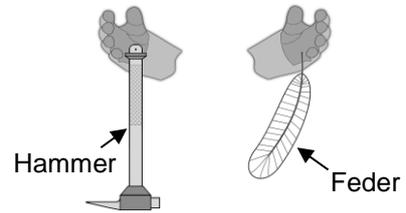
Klasse: _____

Nachtermin

Mechanik

C1

- 1.0 Während der Apollo-15-Mission führte der Astronaut Dave Scott auf der Mondoberfläche ein Experiment vor laufender Kamera durch: Er ließ eine Feder ($m_F = 0,030 \text{ g}$) und einen Hammer ($m_H = 1,3 \text{ kg}$) im freien Fall aus einer Höhe von $h_0 = 1,5 \text{ m}$ zeitgleich zu Boden fallen.

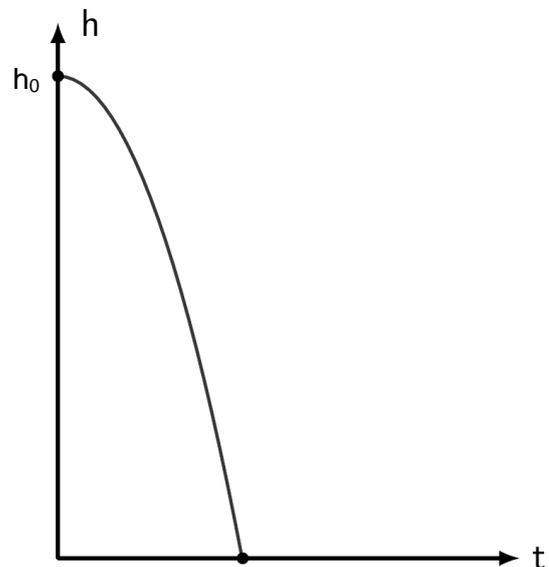


- 1.1 Für die Fallbeschleunigung auf dem Mond gilt: $g_{\text{Mond}} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
Ergänzen Sie für den Hammer aus 1.0 die folgende Tabelle, in der seine Fallgeschwindigkeit v in Abhängigkeit von der Zeit t dargestellt wird.

Fallzeit t in s	0,10	
Fallgeschwindigkeit v in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$		1,2

- 1.2 Zeigen Sie, dass der Hammer nach einer Zeit t_1 von 0,40 s eine kinetische Energie von 0,27 J besitzt.
- 1.3 Berechnen Sie, nach welcher Zeit t_2 der Hammer einen Impuls von 1,0 Ns besitzt.
- 1.4 Berechnen Sie für den Hammer die Fallzeit t_3 bis zum Aufprall auf die Mondoberfläche.
- 1.5 Begründen Sie, dass Hammer und Feder zeitgleich die Mondoberfläche erreichen.

- 1.6 Nebenstehendes $h(t)$ -Diagramm stellt den freien Fall des Hammers auf der Erde qualitativ dar. Es zeigt die Höhe h in Abhängigkeit von der Zeit t . Ergänzen Sie im Diagramm den freien Fall desselben Hammers bei gleicher Ausgangshöhe h_0 auf dem Mond.

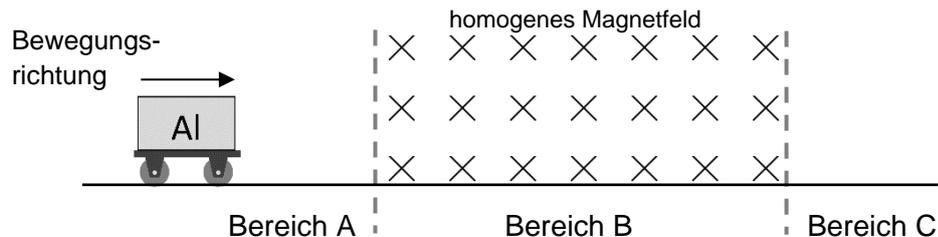


- 1.7 Bei einem Zusammenstoß des Mondes mit einem großen Asteroiden kann sich die Aufprallstelle so stark erwärmen, dass das Gestein dort flüssig wird. Erläutern Sie dieses Phänomen unter Zuhilfenahme des Teilchenmodells.



Name, Vorname: _____ Klasse: _____

- 2.1.0 In einem Versuch bewegt sich ein Experimentierwagen aus Kunststoff mit einem aufgesetzten Aluminiumquader (Al) reibungsfrei und mit konstanter Geschwindigkeit auf ein homogenes Magnetfeld zu.

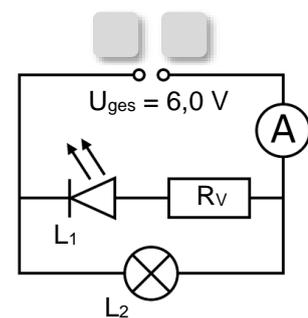


- 2.1.1 Bei der Einfahrt in das homogene Magnetfeld (Übergang A \rightarrow B) wird der Experimentierwagen abgebremst. Begründen Sie dies mithilfe der Regel von Lenz.
- 2.1.2 Nennen Sie zwei Änderungen am Versuch, so dass der Wagen beim Übergang vom Bereich A in den Bereich B stärker gebremst wird.
- 2.1.3 Kreuzen Sie die zutreffenden Beobachtungen für den Betrag der Geschwindigkeit v des Experimentierwagens in den angegebenen Bereichen an.



Der Wagen bewegt sich ...	v wird größer	v bleibt gleich	v wird kleiner
... vollständig im Bereich B.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... von B nach C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 2.2.0 Gemäß nebenstehender Schaltskizze sind eine LED L_1 (2,0 V; 25 mA) mit Vorwiderstand R_V und eine Glühlampe L_2 (6,0 V; 2,4 W) parallel geschaltet. Die Schaltung wird so an eine Elektrizitätsquelle mit Gleichspannung angeschlossen, dass L_1 und L_2 mit ihren Nenndaten betrieben werden.



- 2.2.1 Ergänzen Sie die korrekte Polung der Elektrizitätsquelle in der Schaltskizze.
- 2.2.2 Berechnen Sie den Wert des Vorwiderstands R_V .
- 2.2.3 Berechnen Sie die vom Messgerät angezeigte Stromstärke.
- 2.2.4 Die Spannungsversorgung wird von Gleichspannung auf Wechselspannung mit gleichem Betrag umgestellt. Ansonsten bleibt die Schaltung unverändert. Begründen Sie, dass sich die in der LED pro Sekunde umgewandelte elektrische Energie dadurch verringert.





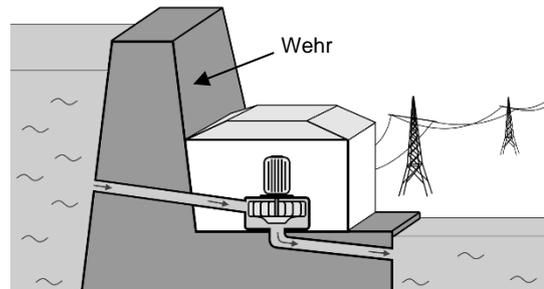
Name, Vorname: _____ Klasse: _____

Nachtermin

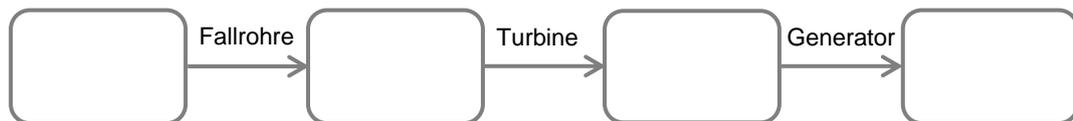
Energie

C3

- 3.0 In Perach befindet sich eines von 21 Laufwasserkraftwerken am Inn. Mithilfe eines Wehrs wird der Fluss aufgestaut. Über Fallrohre strömen pro Sekunde durchschnittlich 510 m^3 Wasser durch die Turbinen. Die durchschnittliche Fallhöhe des Wassers beträgt dabei $5,38 \text{ m}$.



- 3.1 Ergänzen Sie die hauptsächlich auftretenden Energieformen in der nachfolgenden Energieumwandlungskette dieses Laufwasserkraftwerks.



- 3.2 Die vom Kraftwerk Perach abgegebene mittlere elektrische Leistung beträgt 19 MW . Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Kraftwerks.
- 3.3 Berechnen Sie die elektrische Energie, die dieses Laufwasserkraftwerk im Mittel pro Jahr zur Verfügung stellen kann.
- 3.4 Nennen Sie je einen Vor- und Nachteil eines Laufwasserkraftwerks.
- 3.5 Die vom Kraftwerk abgegebene elektrische Leistung von 19 MW wird über eine Fernleitung übertragen. Die Spannung des Generators wird durch einen Transformator ($\eta = 0,95$) auf die Übertragungsspannung von 110 kV hochtransformiert. Zeigen Sie durch Rechnung, dass die Stromstärke in der Fernleitung $0,16 \text{ kA}$ beträgt.
- 3.6 In der Fernleitung soll die thermische Leistung maximal $1,3 \text{ MW}$ betragen. Die nebenstehende Berechnung des dafür zulässigen Widerstands der Fernleitung ist fehlerhaft. Erläutern Sie zwei dieser Fehler.

$$R = P_{\text{th}} \cdot I^2$$

$$R = 1,3 \text{ MW} \cdot 0,16^2 \text{ kA}$$

$$R = 33 \cdot 10^9 \Omega$$

Fehlerhafte Berechnung zu Aufgabe 3.7



Name, Vorname: _____ Klasse: _____

Nachtermin	Materie	C4
------------	---------	----

4.1.0 Für sehr lange Raumfahrtmissionen wird die benötigte Energie durch sogenannte Radionuklidbatterien bereitgestellt. In diesen wird die freigesetzte thermische Energie aus dem Zerfall radioaktiver Stoffe in elektrische Energie umgewandelt.

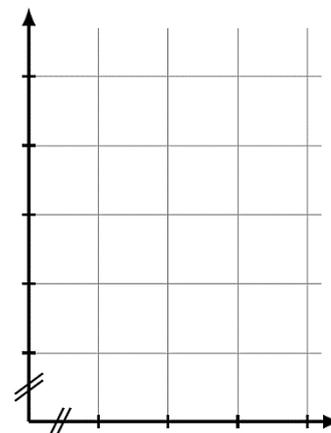
4.1.1 In einer solchen Radionuklidbatterie kann das Isotop Plutonium-238 (Pu-238) verwendet werden, das unter Aussendung eines Heliumkerns zerfällt. Formulieren Sie die dazugehörige Zerfallsgleichung.

4.1.2 Ein deutlicher Leistungsabfall einer Radionuklidbatterie ist beobachtbar, wenn die Aktivität des enthaltenen Pu-238 ($T = 87,7 \text{ a}$) auf 20 Prozent gesunken ist. Berechnen Sie, nach wie vielen Jahren dies zu erwarten ist.

4.1.3 Begründen Sie, dass eine Radionuklidbatterie auch nach dem beinahe vollständigen Zerfall von Pu-238 noch ausreichend Energie liefern kann.

4.1.4 Neben Pu-238 kann in Radionuklidbatterien z. B. auch das Isotop Polonium-210 (Po-210) mit einer Halbwertszeit von 140 Tagen verwendet werden. Begründen Sie mithilfe der Halbwertszeit, warum Po-210 im Vergleich zu Pu-238 für lange Raumfahrtmissionen weniger geeignet ist.

4.1.5 Das Isotop Po-210 entsteht durch einen α - und zwei darauf folgende β -Zerfälle. Vervollständigen Sie das nebenstehende Z-A-Diagramm und ermitteln Sie durch Einzeichnen der Zerfälle das Ausgangsisotop, das zur Bildung von Po-210 führt.



4.1.6 Durch Missachtung von Vorsichtsmaßnahmen nimmt eine Arbeitskraft ($m = 72 \text{ kg}$) beim Umgang mit Po-210 durch Absorption von α -Strahlung eine Energie von $0,68 \text{ J}$ auf. Berechnen Sie die Äquivalentdosis.

4.1.7 Bei unsachgemäßem Umgang einer Person mit Po-210 kann es zu kurz- und langfristigen Schädigungen kommen. Nennen Sie je zwei mögliche Beispiele von solchen Schädigungen.

4.2 Neben der in 4.1.0 beschriebenen Funktionsweise von Radionuklidbatterien ist es auch möglich, die von radioaktiven Isotopen emittierte Strahlung in dotierten Halbleitern unmittelbar in elektrische Energie umzuwandeln. Erläutern Sie, was man unter der Dotierung eines Halbleiters versteht.



Lösungsvorschlag

Aufgabengruppe C

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.

<u>Matrix</u>	Anforderungsbereich			
	I	II	III	
Kompetenzbereich	Fachwissen	<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>
	Erkenntnisgewinnung	<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>
	Kommunikation	<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>
	Bewertung	<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	Fallzeit t in s	0,10	0,75
	Fallgeschwindigkeit v in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,16	1,2

E

1.2 Da sich der Körper zu Beginn in Ruhe befindet, gilt: $\Delta v = v$ und $\Delta t = t$

E

$$v_1 = g \cdot t_1 \qquad v_1 = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,40 \text{ s} \qquad v_1 = 0,64 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 \qquad E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 1,3 \text{ kg} \cdot \left(0,64 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \qquad E_{\text{kin}} = 0,27 \text{ J}$$

1.3 $v_2 = \frac{p}{m} \qquad v_2 = \frac{1,0 \text{ Ns}}{1,3 \text{ kg}} \qquad v_2 = 0,77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

E

$$t_2 = \frac{v_2}{g} \qquad t_2 = \frac{0,77 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \qquad t_2 = 0,48 \text{ s}$$

1.4 $t_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}} \qquad t_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,5 \text{ m}}{1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \qquad t_3 = 1,4 \text{ s}$

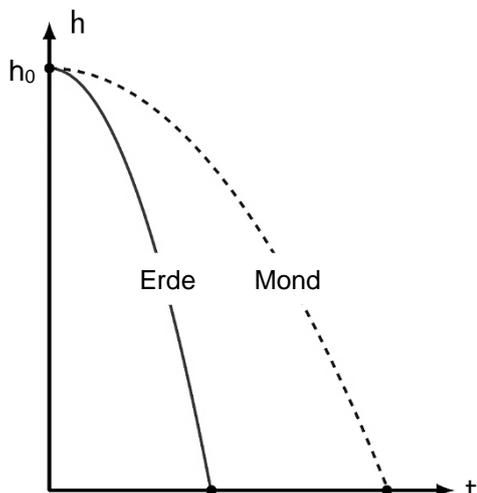
E

- 1.5
- Hammer und Feder bewegen sich im freien Fall.
 - Deshalb hängt die Fallgeschwindigkeit v gemäß $v = g \cdot t$ nur von der Fallbeschleunigung g und der Fallzeit t , aber nicht von der Masse der Körper ab.
 - Aus diesem Grund besitzen die Körper trotz unterschiedlicher Massen zu jedem Zeitpunkt dieselbe Geschwindigkeit und erreichen die Mondoberfläche zeitgleich.

B

K

1.6



- 1.7
- Durch den Zusammenstoß wird ein Teil der anfänglichen kinetischen Energie des Asteroiden und des Mondes durch Verformungsarbeit in innere Energie umgewandelt.
 - Diese Zunahme der inneren Energie hat eine höhere mittlere kinetische Energie der Teilchen des Mondgesteins zur Folge, was eine Erhöhung seiner Temperatur bedeutet und es zum Schmelzen bringen kann.

B

E

K


Lösungen entsprechend dem Unterricht

- 2.1.1
- Bei der Einfahrt des Wagens in den Bereich B wird der vordere Teil des Aluminiumquaders von einem Magnetfeld durchsetzt, der hintere Bereich hingegen nicht.
 - Dadurch wirken Lorentzkräfte auf die Elektronen an der Eintrittskante, was einen Wirbelstrom im Aluminiumquader zur Folge hat.
 - Dieser Wirbelstrom ist gemäß der Regel von Lenz so gerichtet, dass er mit seinem Magnetfeld der Induktionsursache (Bewegung des Wagens) entgegenwirkt und den Wagen bremst.

B
K

- 2.1.2
- Verstärkung des homogenen Magnetfelds
 - Erhöhung der Eintrittsgeschwindigkeit
 - Verwendung eines Metallquaders mit einem geringeren spezifischen Widerstand (z. B. Kupfer), was eine größere Stärke des Induktionsstroms zur Folge hat.

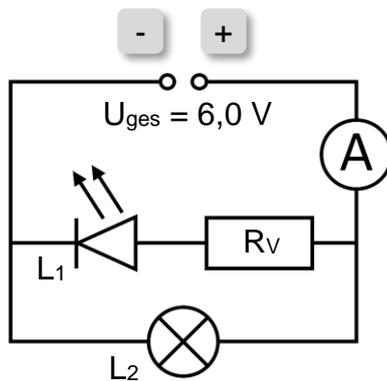
B
K

2.1.3

Der Wagen bewegt sich ...	v wird größer	v bleibt gleich	v wird kleiner
... vollständig im Bereich B.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... von B nach C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

B
E
K

2.2.1



K

2.2.2 $U_V = U_{\text{ges}} - U_{\text{LED}}$ $U_V = 6,0 \text{ V} - 2,0 \text{ V}$ $U_V = 4,0 \text{ V}$ E

$I_V = I_1$ $I_V = 0,025 \text{ A}$

$R_V = \frac{U_V}{I_V}$ $R_V = \frac{4,0 \text{ V}}{0,025 \text{ A}}$ $R_V = 0,16 \text{ k}\Omega$

2.2.3 $I_2 = \frac{P_2}{U_2}$ $I_2 = \frac{2,4 \text{ W}}{6,0 \text{ V}}$ $I_2 = 0,40 \text{ A}$ E

$I_{\text{ges}} = I_1 + I_2$ $I_{\text{ges}} = 0,025 \text{ A} + 0,40 \text{ A}$ $I_{\text{ges}} = 0,43 \text{ A}$

- 2.2.4
- Der Wechselstrom ändert ständig seine Richtung.
 - Die LED lässt den Strom nur in eine Richtung (Durchlassrichtung) passieren, in der anderen Richtung (Sperrrichtung) findet kein Stromfluss statt.
 - Da die Dauer des Stromflusses reduziert wird, verringert sich bei gleichem Betrag der Spannung die in der LED pro Sekunde umgewandelte elektrische Energie.

B
K



Lösungen entsprechend dem Unterricht

3.1				K
3.2	$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ $E_{\text{pot}} = E_{\text{zu}}$ $P_{\text{zu}} = \frac{E_{\text{zu}}}{t}$ $\eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{zu}}}$	$E_{\text{pot}} = 510 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 5,38 \text{ m}$ $P_{\text{zu}} = \frac{26,9 \text{ MJ}}{1 \text{ s}}$ $\eta = \frac{19 \text{ MW}}{26,9 \text{ MW}}$	$E_{\text{pot}} = 26,9 \text{ MJ}$ $P_{\text{zu}} = 26,9 \text{ MW}$ $\eta = 0,71$	E
3.3	$E_{\text{el}} = P_{\text{el}} \cdot t$	$E_{\text{el}} = 19 \text{ MW} \cdot 365 \cdot 24 \text{ h}$	$E_{\text{el}} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ GWh}$	E
3.4	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • Keine Emissionen im Betrieb • Wasser als regenerativer Energieträger ist quasi unbegrenzt verfügbar 	Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • Saisonale Schwankung der eingespeisten elektrischen Leistung • Standortabhängigkeit 		B K
3.5	$P_{\text{S}} = \eta \cdot P_{\text{p}}$ $I_{\text{S}} = \frac{P_{\text{S}}}{U_{\text{S}}}$	$P_{\text{S}} = 0,95 \cdot 19 \text{ MW}$ $I_{\text{S}} = \frac{18 \cdot 10^6 \text{ W}}{110 \cdot 10^3 \text{ V}}$	$P_{\text{S}} = 18 \text{ MW}$ $I_{\text{S}} = 0,16 \text{ kA}$	E
3.6	<ul style="list-style-type: none"> • Die Größengleichung (Formel) zur Berechnung des Widerstandes der Fernleitung wurde falsch umgeformt. Richtig wäre: $P_{\text{th}} = R \cdot I^2 \Leftrightarrow R = \frac{P_{\text{th}}}{I^2}$ <ul style="list-style-type: none"> • Beim Quadrieren der Stromstärke wurde die Maßeinheit nicht quadriert, sondern nur die Maßzahl. • Die Zehnerpotenz des fehlerhaft berechneten Ergebnisses ist um den Faktor 1000 zu groß. Bei der konsequenten Berechnung mit der fehlenden Klammersetzung ergibt sich als Ergebnis für die Maßzahl „33 · 10⁶“. • Bei der Multiplikation der Maßeinheiten „W“ und „A“ ergibt sich nicht die Maßeinheit „Ω“. 			B E K


Lösungen entsprechend dem Unterricht

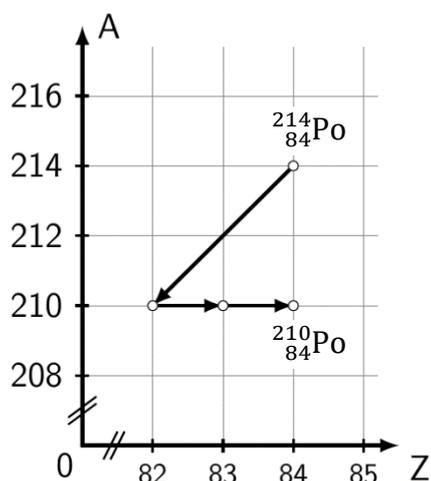
4.1.1 ${}_{94}^{238}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + {}_2^4\text{He} + \text{Energie} (+ \gamma)$ **K**

4.1.2 $t = T \cdot \log_{0,5} \left(\frac{A(t)}{A_0} \right)$ $t = 87,7 \text{ a} \cdot \log_{0,5}(0,20)$ $t = 2,0 \cdot 10^2 \text{ a}$ **E**

4.1.3 Aus dem Pu-238 entstehen radioaktive Folgeprodukte, durch deren Zerfall weitere thermische Energie frei wird. **K**

4.1.4 Das Isotop Po-210 besitzt eine im Vergleich zu Pu-238 viel kürzere Halbwertszeit, weshalb die Aktivität schneller sinkt und die Radionuklidbatterie nur für kurze Zeit ohne deutlichen Leistungsabfall betrieben werden kann. **B
E
K**

4.1.5 **K**



Bei dem Ausgangsisotop handelt es sich um Polonium-214 (Po-214).

4.1.6 $D = \frac{E}{m}$ $D = \frac{0,68 \text{ J}}{72 \text{ kg}}$ $D = 9,4 \text{ mGy}$ **E**

$H = q \cdot D$ $H = 20 \cdot 9,4 \text{ mGy}$ $H = 0,19 \text{ Sv}$

4.1.7 Kurzfristige Schädigungen:

- Haarausfall
- Erbrechen
- Kopfschmerzen

 Langfristige Schädigungen:

- Krebserkrankung
- Schädigungen des Erbguts
- Missbildungen bei Nachkommen

4.2 Unter Dotierung versteht man die gezielte Verunreinigung reiner Halbleitermaterialien durch 3- oder 5-wertige Fremdatome zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit. **K**