

## **Schriftliche Abiturprüfung 2019**

### **Leistungskurs Physik**

**Montag, 6. Mai 2019 - 9.00 Uhr**

---

#### **Unterlagen für die Prüfungsteilnehmerinnen und -teilnehmer**

---

##### **Allgemeine Arbeitshinweise**

- Tragen Sie bitte oben rechts auf diesem Blatt und auf den nachfolgenden Aufgabenblättern die Schulnummer, die schulinterne Kursbezeichnung und Ihren Namen ein.
- Schreiben Sie auf alle Entwurfsblätter (Kladde) und die Reinschrift Ihren Namen.
- Versehen Sie Ihre Reinschrift mit Seitenzahlen.

##### **Fachspezifische Arbeitshinweise**

- Die Arbeitszeit beträgt 240 Minuten.
  - Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Formelsammlung, Taschenrechner.
- 

##### **Aufgaben**

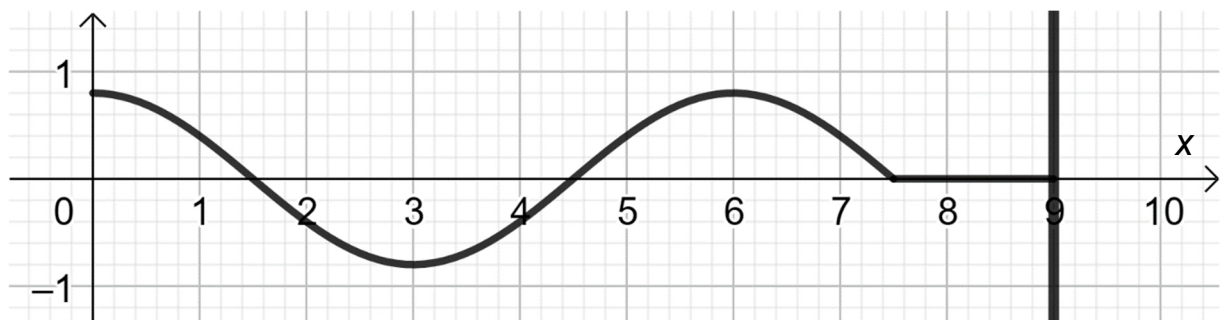
- Sie erhalten zwei Aufgaben zur Bearbeitung.
- Überprüfen Sie bitte zu Beginn die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben (Anzahl der Blätter, Anlagen, ...).
- Vermerken Sie in Ihrer Reinschrift, welche Aufgabe Sie jeweils bearbeiten.

## Aufgabe 1

### Themenbereich: Schwingungen und Wellen

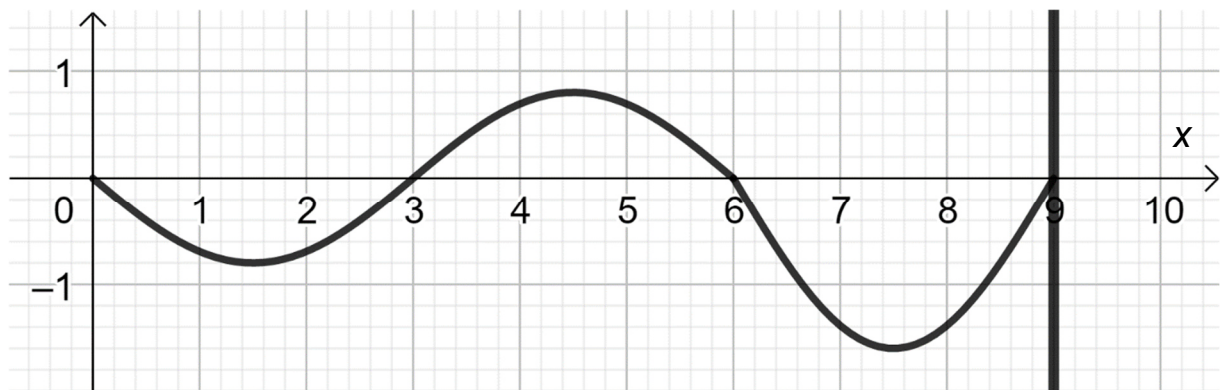
1.a Vergleichen Sie Schallwellen und Lichtwellen aus physikalischer Sicht. Gehen Sie dabei sowohl auf Gemeinsamkeiten als auch auf Unterschiede ein. (5 BE)

1.b In dem folgenden Diagramm ist eine Momentaufnahme für ein auf dem Boden liegendes Gummiseil gezeigt. Das Gummiseil ist bei  $x = 9 \text{ m}$  fest eingespannt und wird bei  $x = 0 \text{ m}$  mit einer periodischen Handbewegung zum Schwingen angeregt. Mit dieser periodischen Anregung wurde zum Zeitpunkt  $t = 0 \text{ s}$  begonnen. Die folgende Momentaufnahme zeigt das Gummiseil zum Zeitpunkt  $t = 2 \text{ s}$ .



- Bestimmen Sie die Frequenz  $f$  und die Periodendauer  $T$  der periodischen Anregung sowie die Wellenlänge  $\lambda$  und die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  der Welle entlang des Gummiseils.

In dem folgenden Diagramm ist eine Momentaufnahme zu einem späteren Zeitpunkt gezeigt.



- Erläutern Sie das Zustandekommen der in der Momentaufnahme gezeigten Form.
- Bestimmen Sie den Zeitpunkt der Momentaufnahme.
- Skizzieren Sie eine entsprechende Momentaufnahme für den Zeitpunkt  $t = 3,6 \text{ s}$  und begründen Sie ihre Skizze.
- Entscheiden Sie, ob sich bei einer Fortführung der periodischen Anregung entlang des Gummiseils stehende Wellen ausbilden oder nicht. Begründen Sie Ihre Entscheidung.

(24 BE)

- 1.c Eine Gitarrensaite hat eine Länge  $L$  von etwa 65 cm. Wenn man an der Saite zupft, bilden sich auf ihr stehende Wellen aus. Bei einer gestimmten Gitarre schwingen die Saiten dabei mit den folgenden Grundfrequenzen  $f_0$ :

E-Saite	A-Saite	d-Saite	g-Saite	h-Saite	e'-Saite
82,41 Hz	110,00 Hz	146,83 Hz	196,00 Hz	246,94 Hz	329,63 Hz

- Bestimmen Sie für die E- und die e'-Saite jeweils die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  der Wellen entlang der Saiten.

Untersucht man das Frequenzspektrum der Saiten, so findet man jeweils neben der Grundfrequenz noch eine Reihe von so genannten Obertönen. (Obertöne sind Töne, die bei fast jedem Instrument neben dem eigentlichen Grundton gleichzeitig als mitklingende Bestandteile ange-regt werden. Obertöne sind wesentlich für die Klangfarbe eines Instruments.)

- Begründen Sie: Die Frequenz  $f_n$  des  $n$ -ten Obertons ist gegeben durch  $f_n = (n+1) \cdot f_0$ .

Die Höhe des Grundtones kann jeweils verändert werden, indem man auf dem Griffbrett einen entsprechenden Bund abgreift und somit die Länge der freischwingenden Saite verkürzt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeiten  $c$  der Wellen entlang der Saiten ändern sich dabei nicht.

- Bestimmen Sie mit den obigen Angaben die verkürzte Saitenlänge  $L'$ , so dass auf der E-Saite der Ton G (98,00 Hz) gegriffen wird.

(11 BE)

- 1.d Manche Musikfreunde achten sehr auf die perfekte Aufstellung der Stereo-Lautsprecher. Zum Musikhören muss ein Platz gewählt werden, der von beiden Lautsprechern genau gleich weit entfernt ist, da es sonst durch Interferenzen zu Auslöschungen von Tönen kommen könnte.

- Erläutern Sie das Zustandekommen dieser Auslöschungen.

Betrachten Sie das folgende Beispiel: Zwei Stereo-Lautsprecher seien in einem Abstand von 4 m zueinander aufgestellt. Der Platz zum Hören sei 3 m von der Verbindungslinie der beiden Lautsprecher entfernt.

- Überprüfen Sie an Hand dieses Beispiels durch eine geeignete Rechnung, ob es zu Auslöschungen von Tönen durch Interferenzen kommen kann, und diskutieren Sie, ob der Musikgenuss hierdurch tatsächlich beeinträchtigt werden kann.

Hinweis: Das Hörvermögen ist von Mensch zu Mensch verschieden und vom Alter abhängig. Generell sind Frequenzen von 20 bis 20.000 Hz hörbar.

(10 BE)

## Aufgabe 2

### Themenbereich: Statische und zeitlich veränderliche Felder

In der Physik beschreibt ein Feld die räumliche Verteilung einer physikalischen Größe. In diesem Sinne kann z. B. das elektrische Feld als räumliche Verteilung der elektrischen Feldstärke betrachtet werden.

2.a

- Vergleichen Sie ein statisches, elektrisches Feld der Stärke  $\vec{E}$  und ein statisches magnetisches Feld der Stärke  $\vec{B}$ . Gehen Sie hierbei auf die folgenden Punkte ein: Ursache des Feldes; Feldlinien; die Größe der wirkenden Kraft  $\vec{F}$  im Feld auf ruhenden Ladungen; die Größe der wirkenden Kraft  $\vec{F}$  im Feld auf bewegten Ladungen; physikalische Vorrichtungen, die homogene Felder erzeugen.

(10 BE)

- 2.b Mit Sprühlack lassen sich besonders gleichmäßige, farbige Oberflächen von Gegenständen herstellen. Leider färbt häufig der Sprühnebel aus Farbtöpfchen die Umgebung des Gegenstandes mit ein. Bei der elektrostatischen Lackierung wird ein elektrostatisches Hochspannungsfeld von  $U = 80$  bis  $150$  kV genutzt (siehe Abbildung 1). Abbildung 2 zeigt eine vereinfachte Skizze der Anlage.



Abbildung 1. (Impulse Physik, Klett, S. 134)



Abbildung 2.

- Erläutern Sie die Funktionsweise dieser Anlage und die technischen Vorteile dieses Verfahrens.
- Skizzieren Sie in der Abbildung 2 das entstandene elektrische Feld (fünf Feldlinien und zwei Äquipotenziallinien) und beschreiben Sie dieses.

Vereinfachend betrachten wir ein elektrisches Feld, das von zwei punktförmigen Ladungen  $Q_A = 0,12588 \text{ pC}$  und  $Q_B = -0,7099 \text{ pC}$  erzeugt wird. Diese Ladungen haben einen Abstand von  $d = 7$  cm zueinander (siehe Anhang 1 Abbildung 3).

- Berechnen Sie die Beträge einzelner, elektrischer Feldstärken in Punkt P:  $|\vec{E}_A|$  und  $|\vec{E}_B|$ .
- Bestimmen Sie die Gesamtfeldstärke in Punkt P durch eine graphische Vektoraddition und erläutern Sie ihre Vorgehensweise.

(15 BE)

- 2.c In der Physiksammlung einer Schule stehen mehrere Zylinderspulen mit bekannter Induktivität  $L$ , Querschnittsfläche  $A$ , Länge  $l$ . Die magnetische Feldstärke im Inneren einer Spule soll mit einer Hallsonde gemessen werden. Für die magnetische Feldstärke im Inneren einer Zylinderspule gilt:

$$B = \sqrt{\frac{\mu_0 \cdot L}{A \cdot l}} \cdot I \quad (1)$$

- Leiten Sie Beziehung (1) her.
- Erläutern Sie anhand einer beschrifteten Skizze Aufbau und Funktionsweise einer Hallsonde. Gehen Sie insbesondere auf die Orientierung des Sensors bezüglich des Magnetfelds ein.

In den beiden folgenden Messreihen werden Spulen der einheitlichen Länge  $l = 16 \text{ cm}$  mit der Stromstärke  $I = 0,80 \text{ A}$  betrieben. In Abhängigkeit von  $A$  und  $L$  wird die Feldstärke gemessen.

Tabelle 1: Messreihe 1 bei konstanter Induktivität  $L = 90 \mu\text{H}$ :

$A$ in $\text{mm}^2$	400	500	800	1200
$B$ in $\text{mT}$	1,06	0,95	0,76	0,61

Tabelle 2: Messreihe 2 bei konstanter Querschnittsfläche  $A = 500 \text{ mm}^2$ :

$L$ in $\mu\text{H}$	30	90	330	660
$B$ in $\text{mT}$	0,54	0,96	1,82	2,57

- Stellen Sie die Messreihe 1 in einem  $\frac{1}{\sqrt{A}}$ - $B$ -Diagramm dar und erläutern Sie, inwieweit der Graph die Beziehung (1) bestätigt.
- Bestätigen Sie mittels der zweiten Messreihe die Beziehung zwischen  $B$  und  $L$  durch eine geeignete Methode.
- Bestimmen Sie mit Hilfe der obigen Daten (Tabelle 1 oder Tabelle 2) die magnetische Feldkonstante  $\mu_0$  und berechnen Sie die prozentuale Abweichung vom Literaturwert.

(18 BE)

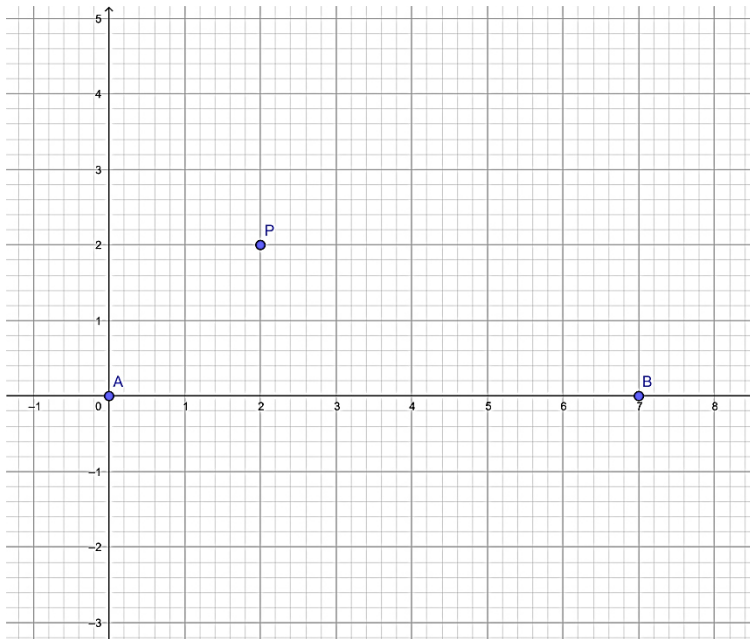
- 2.d Ein Ampelblitzer soll Fahrzeuge, die trotz roter Ampel eine Kreuzung befahren, fotografieren. Er löst aus, wenn ein Fahrzeug über eine Induktionsschleife im Boden fährt. Diese ist eine rechteckige Drahtspule und ist im Straßenbelag eingelassen. Die Spule ist Bestandteil eines Schwingkreises ( $L = 400 \mu\text{H}$  und  $C = 70 \text{ nF}$ ), der von hochfrequentem Wechselstrom durchflossen wird. Wenn sich ein Fahrzeug im Bereich der Drahtspule befindet, ändert sich die Induktivität so, als ob sich ein Eisenkern ( $\mu_R = 700$ ) in der Spule befände.

- Bestimmen Sie die Eigenfrequenz des Schwingkreises.
- Geben Sie begründet an, ob die Eigenfrequenz steigt oder sinkt, wenn ein Fahrzeug die Spule befährt.
- Bestimmen Sie die entsprechende prozentuale Frequenzänderung, wenn ein Fahrzeug die Spule befährt im Vergleich zur unbefahrenen Spule.

(7 BE)

## Anhang 1

Abbildung 3



### Aufgabe 3

#### Themenbereich: Spezielle Relativitätstheorie

3.a Längen von Strecken können über Laufzeitmessungen bestimmt werden. Dabei wird die Zeit zwischen dem Aussenden und dem Empfang des reflektierten Signals gemessen. Die Signalgeschwindigkeit werde mit  $c$  bezeichnet.

- Vergleichen Sie Schall und Licht im Hinblick auf Signal-Laufzeitmessungen. Berücksichtigen Sie insbesondere die Frage nach einem „ausgezeichneten“ Inertialsystem für solche Messungen und stellen Sie einen Zusammenhang zu den Postulaten der speziellen Relativitätstheorie her.

(6 BE)

3.b Ein Raumschiff R fliegt mit einer Geschwindigkeit  $v_R = 0,6c$  an einer Raumstation S vorbei. Beim Vorbeiflug wurden die Uhren im Raumschiff und auf der Station auf 12 Uhr gestellt.

In dem Minkowski-Diagramm in der Anlage 1 sei das Inertialsystem der Raumstation durch das kartesische Koordinatensystem gegeben. Die Achsen des Inertialsystems des Raumschiffes sind ebenfalls mit einer Skalierung eingetragen. Die Einheit für die Ortsachsen sei die Lichtstunde, die Einheit für die Zeitachsen die Stunde.

- Begründen Sie durch eine Rechnung die Skalierung der Achsen im Raumschiffsystem.

Um die Geschwindigkeit eines sich gleichförmig bewegenden kosmischen Objektes zu messen, werden um 12 Uhr und um 12.15 Uhr von der Raumstation zwei Radarsignale ausgesendet. Die am kosmischen Objekt reflektierten Signale werden auf der Station um 16.30 und um 21.15 Uhr empfangen (Die räumliche Ausdehnung der Station und des Raumschiffes können vernachlässigt werden. **Es muss im Folgenden sehr sorgfältig gezeichnet werden.**)

- Ermitteln Sie im Minkowski-Diagramm die Ereignisse  $E_1$  und  $E_2$ , die das Eintreffen der Signale beim kosmischen Objekt angeben. Bestimmen Sie die von der Stationsbesatzung gemessene Geschwindigkeit  $v_{OS}$  des kosmischen Objektes.
- Zeichnen Sie die Weltlinie des kosmischen Objektes.
- Begründen Sie, dass auf der Raumstation festgestellt wird, dass sich das kosmische Objekt entfernt.

Auf dem Raumschiff wird die Geschwindigkeit eines zweiten, ähnlich schnellen kosmischen Objektes gemessen. Die Weltlinie des zweiten kosmischen Objektes in ist der Anlage 2 zu Aufgabe 3b dargestellt. Für die Geschwindigkeitsmessung werden um 12.00 Uhr und um 13.00 Uhr Bordzeit zwei Radarsignale ausgesendet.

- Bestimmen Sie zeichnerisch mit dem Minkowski-Diagramm der Anlage 2 die Zeiten im Raumschiffsystem, zu denen die reflektierten Signale das Raumschiff wieder erreichen.
- Bestimmen Sie die von der Raumschiffbesatzung gemessene Geschwindigkeit  $v_{OR}$  des kosmischen Objektes. Lesen Sie die benötigten Größen aus dem Minkowski-Diagramm ab.
- Erläutern Sie, dass die Summe der Geschwindigkeiten  $v_R$  und  $v_{OR}$  nicht die Geschwindigkeit  $v_{OS}$  ergibt.

(22 BE)

3.c In einem Raumschiff, das sich mit einer Relativgeschwindigkeit  $v = 0,6c$  zur Erde bewegt, ruht ein Objekt mit der Masse  $M_0$  (Ruhemasse). Das Objekt zerfällt in zwei Teilchen gleicher Masse  $m_0$  (Ruhemasse).

- Geben Sie die Bewegungsrichtungen und Geschwindigkeiten der beiden entstehenden Teilchen im Raumschiffsystem mit Hilfe des Impulssatzes an.
- Die beiden entstehenden Teilchen besitzen nun relativ zum Raumschiff die Geschwindigkeiten  $v = 0,6c$  und  $v = -0,6c$ . Berechnen Sie im Raumschiffsystem für diesen Fall  $m_0$  in Abhängigkeit von  $M_0$ .
- Der Vorgang werde nun im System der Erde beobachtet. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des ursprünglichen Teilchens und die Geschwindigkeiten der entstandenen Teilchen für den Fall, dass sich die beiden letzteren in bzw. gegen die Flugrichtung des Raumschiffes bewegen.
- Bestätigen Sie durch eine Rechnung, dass auch im System der Erde der Energieerhaltungssatz für den betrachteten Zerfall gilt.

(11 BE)

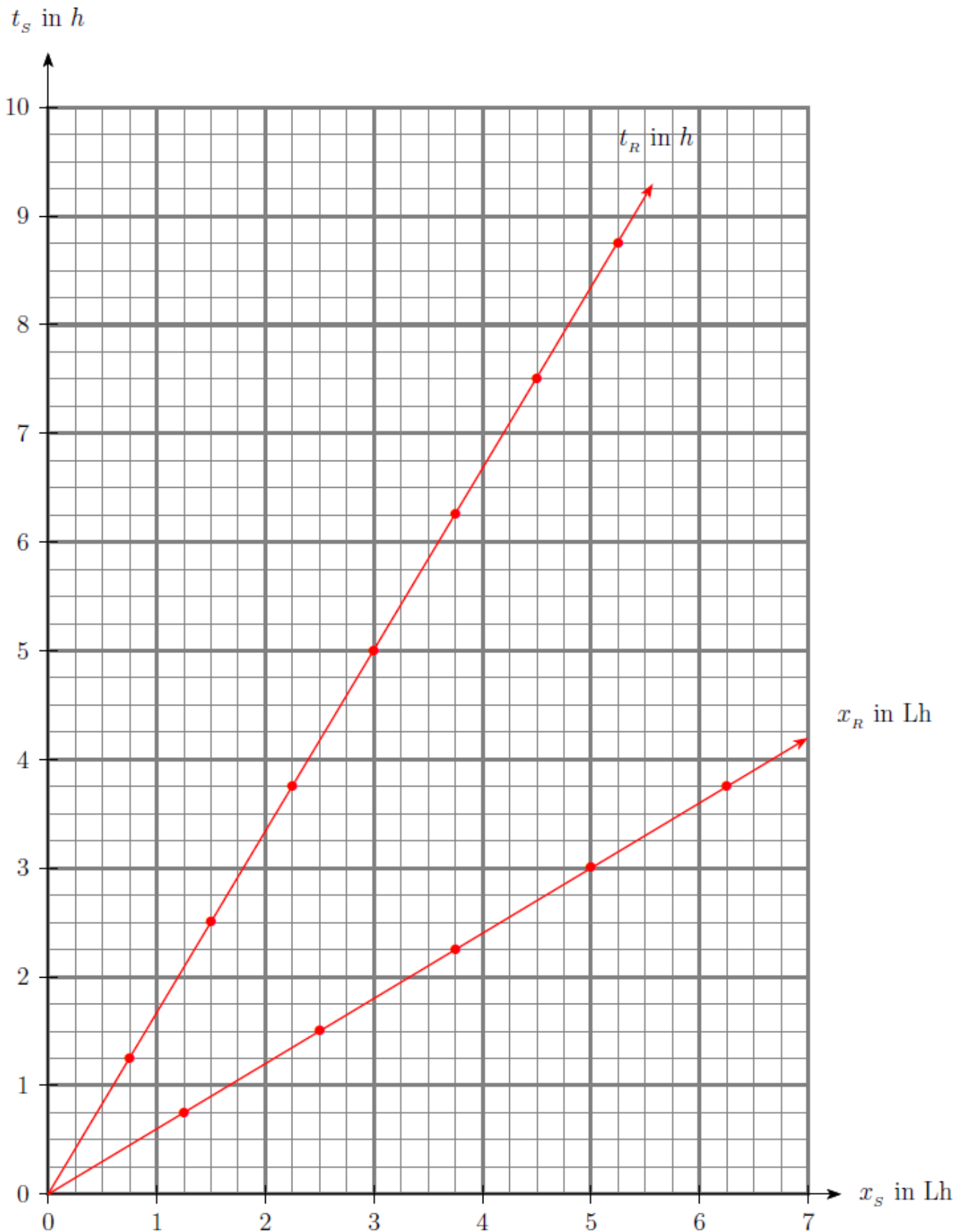
3.d In dem Raumschiff aus Teilaufgabe 3.c ruhe außerdem ein „Elektron-Positron-Paar“. Bei der Paarvernichtung entstehen zwei Gammaquanten, die sich jeweils in bzw. gegen die Flugrichtung des Raumschiffes bewegen.

- Berechnen Sie die Energie jedes der Gammaquanten im Raumschiffsystem in der Einheit keV.
- Geben Sie die Beträge der Geschwindigkeiten des „Elektron-Positron-Paares“ und der Gammaquanten im Erdsystem an.
- Auch im Erdsystem erfüllt diese Paarvernichtung den Impuls- und Energiesatz. Erläutern Sie eine sich daraus ergebende Veränderung einer für die beiden Gammaquanten charakteristischen Größe, die beim Übergang vom Raumschiffsystem ins Erdsystem auftritt.

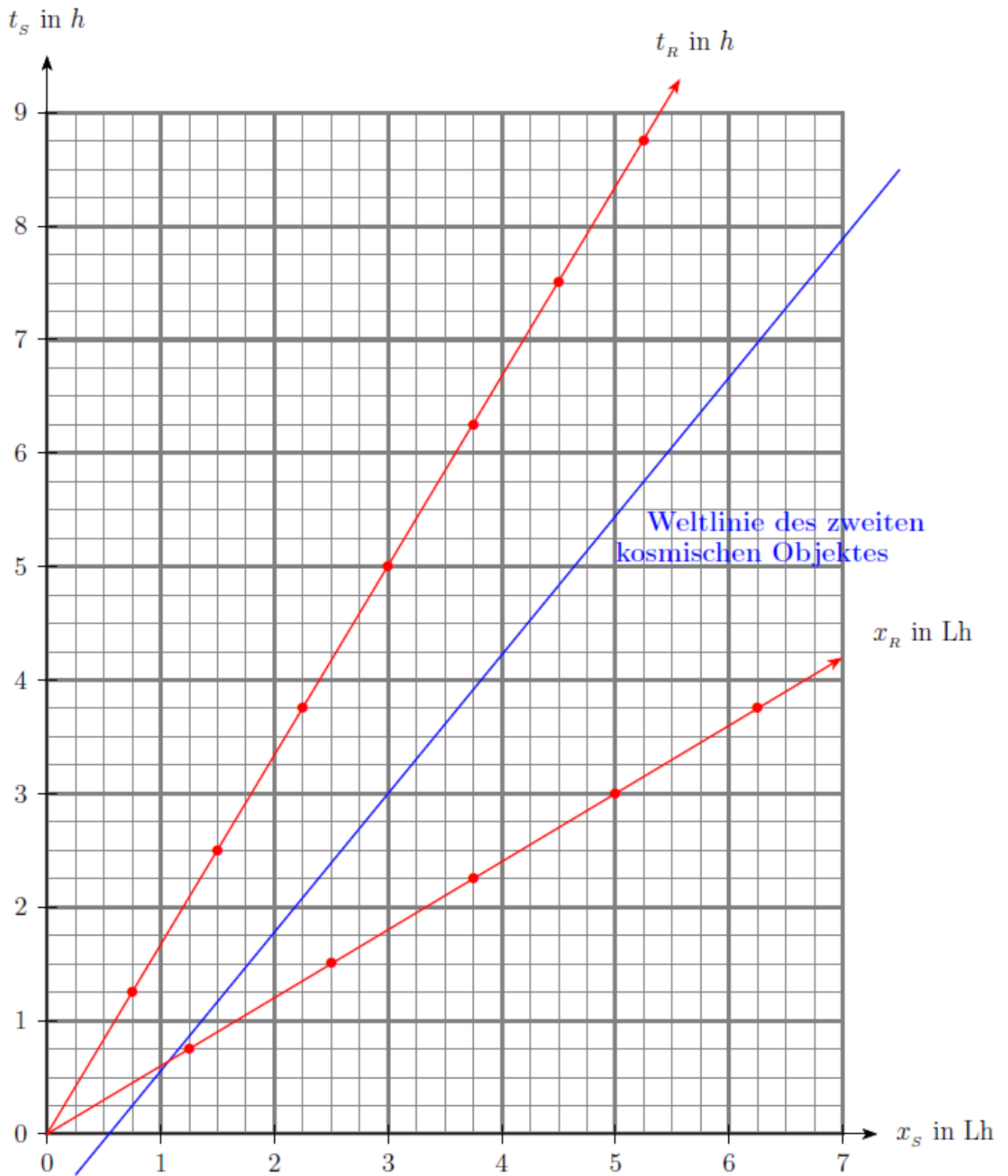
(11 BE)



Anlage 1 zu Aufgabe 3.b



Anlage 2 zu Aufgabe 3.b



---

## Schriftliche Abiturprüfung 2019

### Leistungskurs Physik

Montag, 6. Mai 2019, 9.00 Uhr

---

#### Unterlagen für Referenten und Korreferenten

- Diese Unterlagen sind nicht für Schülerinnen und Schüler bestimmt -

---

#### Diese Unterlagen enthalten ...

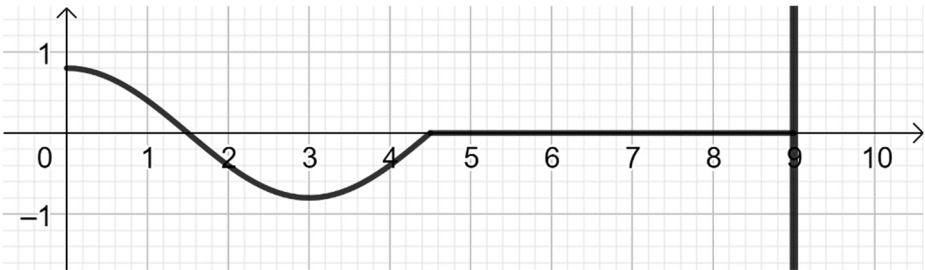
- Allgemeines,
  - Erwartungshorizonte, Bewertungen und Korrekturhinweise zu den Aufgaben,
  - keine Aufgabenstellungen – Ihre Exemplare entnehmen Sie bitte den Schüleraufgaben – ,
  - einen Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten Ihrer Schule,
  - einen Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission zur Auswahl der Aufgaben.
- 

#### Allgemeines

- Prüfen Sie die Prüfungsaufgaben vor der Aushändigung an die Schülerinnen und Schüler auf ihre Vollständigkeit und formale und inhaltliche Korrektheit und ergänzen Sie sie gegebenenfalls. Bei nicht ausreichender Anzahl erstellen Sie entsprechende Kopien vor Ort. Bei einem schwerwiegenden inhaltlichen Fehler informieren Sie sofort die Senatorin für Kinder und Bildung. Die von der Senatorin für Kinder und Bildung vorgenommene Korrektur gibt die Schule sofort an die für die schriftliche Prüfung zuständige Lehrkraft weiter.
- Wählen Sie gemeinsam mit Ihrer Korreferentin / Ihrem Korreferenten aus den drei vorgelegten Aufgaben zwei aus. Kommt es zu keiner Einigung, bestimmt die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die Auswahl der Aufgaben (§ 10 Abs. 2 Nr. 1 AP-V). Protokollieren Sie auf dem beigefügten Protokollformular, welche Aufgaben Sie gewählt haben (Prüferin/Prüfer und Korreferentin/Korreferent und ggf. auch die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses unterschreiben das Protokoll).
- Füllen Sie bitte für die Zentralabiturkommission Physik den beigefügten Rückmeldebogen zur Auswahl der Aufgaben aus und schicken ihn an die dort genannte Adresse.
- Fragen Sie vor Verteilung der Aufgaben nach der Arbeitsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler und weisen Sie diese auf die Regelungen des § 5 AP-V (Täuschung und Behinderung) hin.
- Machen Sie die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeitshinweise aufmerksam, die am Anfang ihrer Unterlagen für die Prüfung stehen. Geben Sie ihnen ggf. die nötigen Angaben zur Schulnummer sowie zur genauen Kursbezeichnung.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 240 Minuten.
- Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Formelsammlung, Taschenrechner.

**Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
a.	<p>Es können z.B. die folgenden Gemeinsamkeiten und Unterschiede genannt werden.</p> <p>Gemeinsamkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Schallwellen als auch Lichtwellen lassen sich die Größen Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Frequenz, Periode und Amplitude zuordnen.</li> <li>• Sowohl bei Schallwellen als auch bei Lichtwellen lassen sich Interferenzphänomene beobachten.</li> <li>• Sowohl bei Schallwellen als auch bei Lichtwellen lässt sich ein Dopplereffekt beobachten.</li> <li>• Sowohl Schallwellen als auch Lichtwellen transportieren Energie und Impuls.</li> </ul> <p>Unterschiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schallwellen sind Longitudinalwellen, Lichtwellen sind Transversalwellen.</li> <li>• Schallwellen sind Druckwellen, Lichtwellen sind elektromagnetische Wellen.</li> <li>• Schallwellen benötigen einen Wellenträger, z.B. Luft. Lichtwellen breiten sich auch im Vakuum aus.</li> <li>• Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Lichtwellen ist unabhängig vom Inertialsystem, von dem die Lichtwellen beobachtet werden.</li> </ul> <p>(Hinweis zur Korrektur: Es müssen nicht alle diese Punkte genannt werden. Es kommt auf die Schlüssigkeit der Darstellung an.)</p>	5		
b.	<p>Aus der Momentaufnahme kann direkt eine Wellenlänge von 6 m abgelesen werden. In den zwei Sekunden der periodischen Anregung hat sich die Störung um 7,5 m ausgebreitet. Daraus ergibt sich eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 3,75 m/s. In den zwei Sekunden wurden 1,25 Schwingungen durchgeführt. Hieraus ergibt sich eine Periode von 1,6 s und eine Frequenz von 0,625 Hz.</p> <p>Die Störung hat sich bis zum festen Ende bei <math>x = 9</math> m ausgebreitet, wurde dort mit einem Phasensprung reflektiert und hat sich dann um weitere 3 m in die entgegengesetzte Richtung fortgepflanzt. Somit zeigt die Momentaufnahme für <math>x = 0</math> bis <math>x = 6</math> m nur die einlaufende Welle. Für <math>x = 6</math> bis <math>x = 9</math> m zeigt die Momentaufnahme eine Überlagerung aus einlaufender und reflektierter Welle. Der Phasensprung führt dazu, dass der einlaufende Wellenberg als Wellental reflektiert wurde und das zwischen <math>x = 6</math> und <math>x = 9</math> m einlaufende Wellental verstärkt.</p> <p>Die Störung hat sich insgesamt um 12 m ausgebreitet. Bei einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von 3,75 m/s ergibt sich hierfür eine Zeitdauer von 3,2 s. Der Zeitpunkt der Momentaufnahme ist also <math>t = 3,2</math> s.</p>			

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
 <p>Nach 3,6 s hat sich die Störung um 13,5 m ausgebreitet. Dabei wurde die Störung nach 9 m mit Phasensprung reflektiert und hat sich dann um weitere 4,5 m ausgebreitet. Somit zeigt die Momentaufnahme für <math>x = 0</math> bis <math>x = 4,5</math> m nur die einlaufende Welle. Für <math>x = 4,5</math> bis <math>x = 9</math> m zeigt die Momentaufnahme eine Überlagerung aus einlaufender und reflektierter Welle. Die einlaufenden und reflektierten Wellenberge und Wellentäler sind jetzt um eine weitere halbe Wellenlänge zueinander verschoben. Dies führt zu einer Auslöschung in der Momentaufnahme zwischen <math>x = 4,5</math> und <math>x = 9</math> m.</p> <p>Eine Störung benötigt insgesamt 4,8 s um sich von <math>x = 0</math> bis <math>x = 9</math> m entlang des Gummiseils auszubreiten, beim festen Ende bei <math>x = 9</math> m mit einem Phasensprung reflektiert zu werden und in entgegengesetzter Richtung bis <math>x = 0</math> zurück zu laufen um dort erneut mit einem Phasensprung reflektiert zu werden. (Sofern man von zwei festen Enden ausgeht – je nach Argumentation der Schüler.) Bei einer Periodischen Anregung mit einer Periode von 1,6 s entspricht diese Zeit genau drei Perioden. Somit ist die zwei Mal reflektierte Welle genau in Phase mit der periodischen Anregung bei <math>x = 0</math>. Somit findet eine konstruktive Interferenz der Wellen mit den jeweils zwei Mal reflektierten Wellen statt. Es bilden sich stehende Wellen aus.</p>		5	12	7
c.	<p>Für die Grundschwingung entspricht die Länge <math>L</math> der Gitarrensaite gerade der halben Wellenlänge <math>\frac{\lambda}{2}</math> der sich auf der Gitarrensaite ausbreitenden Welle: <math>L = \frac{\lambda}{2}</math>. Mit <math>c = \lambda \cdot f</math> ergibt sich <math>c = 2 \cdot L \cdot f_0</math>. Durch Einsetzen ergeben sich für die beiden Gitarrensaiten die Ausbreitungsgeschwindigkeiten 107 und 429 m/s.</p> <p>Es bilden sich stehende Wellen aus, wenn die Länge <math>L</math> der Gitarrensaite einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge <math>\frac{\lambda}{2}</math> entspricht:</p> $L = (n+1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \text{ wobei } n=0 \text{ dem Grundton entspricht. Mit } c = \lambda \cdot f \text{ ergibt sich}$ $f_n = (n+1) \cdot \frac{c}{2 \cdot L} \Leftrightarrow f_n = (n+1) \cdot f_0.$ <p>Aus <math>c = 2 \cdot L' \cdot f_0'</math> ergibt sich <math>L' = \frac{c}{2 \cdot f_0'}</math>. Mit <math>c = 107</math> m/s und <math>f_0' = 98</math> Hz ergibt eine verkürzte Saitenlänge <math>L' = 54,6</math> cm.</p>		11	

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
d.	<p>Befindet sich der Hörer nicht genau im gleichen Abstand zu beiden Lautsprechern, so entstehen durch die unterschiedlichen Laufzeiten Gangunterschiede. Durch Interferenzen kann es dann zu Auslöschungen kommen.</p> <p>Ist bei dem gegebenen Beispiel der Platz zum Hören auf der Parallelen zur Verbindungslinie der beiden Lautsprecher 1 m von der Mitte zwischen den beiden Lautsprechern entfernt, so ergibt sich hieraus ein Gangunterschied <math>\Delta x = \sqrt{(3 \text{ m})^2 + (3 \text{ m})^2} - \sqrt{(1 \text{ m})^2 + (3 \text{ m})^2} \approx 1,08 \text{ m}</math>. Eine Auslöschung durch Interferenz findet für alle Wellenlängen <math>\lambda</math> statt, mit <math>(2 \cdot n + 1) \frac{\lambda}{2} = \Delta x</math></p> <p><math>\Leftrightarrow \lambda = \frac{2 \cdot \Delta x}{2 \cdot n + 1}</math> mit einer natürlichen Zahl <math>n</math>, also für <math>\lambda = 2,16 \text{ m}, 1,44 \text{ m}, 0,58 \text{ m}, 0,16 \text{ m}, \dots</math></p> <p>Mit einer Schallgeschwindigkeit <math>c = 332 \text{ m/s}</math> ergeben sich hieraus die Frequenzen 154 Hz, 231 Hz, 572 Hz, 2075 Hz, ... Es kommt also zur Auslöschung verschiedener Frequenzen im hörbaren Bereich.</p> <p>Im Allgemeinen kann es zur Auslöschung von Tönen kommen, sobald der Abstand der Lautsprecher mindestens der halben kleinsten Wellenlänge entspricht. Dies ist bei der Aufstellung von Stereo-Lautsprechern in der Regel immer gegeben.</p> <p>Dem Ergebnis dieser Rechnung steht die Alltagserfahrung entgegen, dass die Auslöschung von Tönen in der Regel kaum wahrnehmbar ist. In der Regel besteht Musik nicht aus reinen sinusartigen Tönen, sondern aus Klängen, die sich aus einer Vielzahl von Frequenzen zusammensetzen. Wenn dabei einzelne Frequenzen ausgelöscht werden, wird dies anscheinend selten bewusst wahrgenommen.</p>		2	8
Verteilung der insgesamt <b>50</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>10</b>	<b>25</b>	<b>15</b>

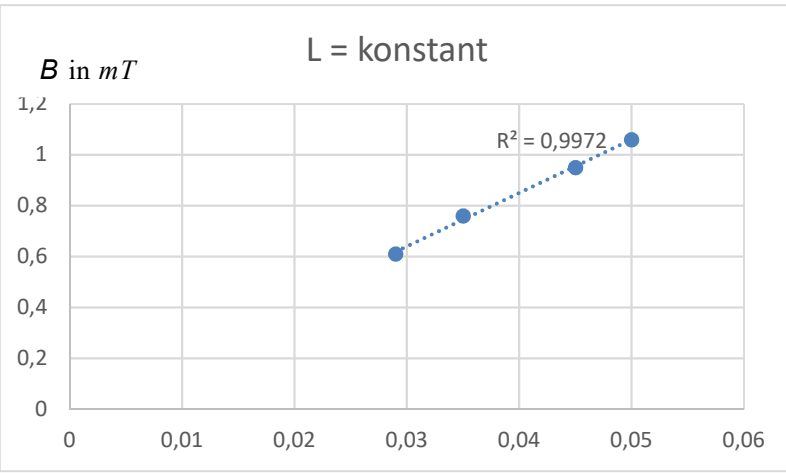
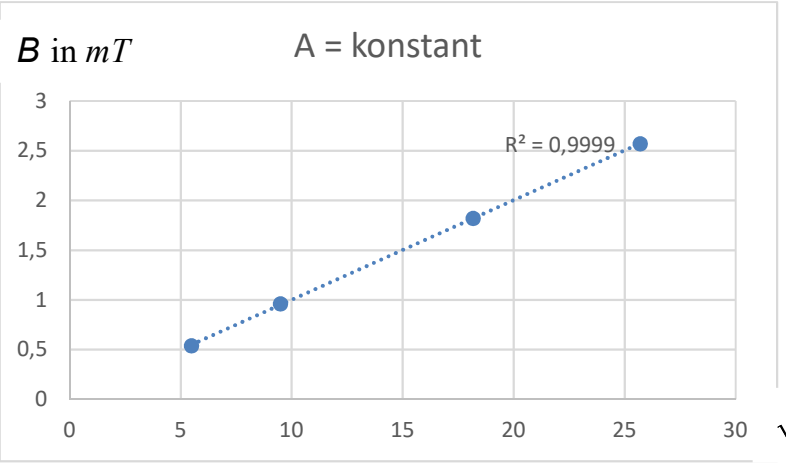
Korrekturhinweis: Individuelle Lösungswege werden angemessen berücksichtigt, wenn sie in sinnvoller Weise von den Erwartungen abweichen.

**Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
a.	<p>Die Ursachen für das elektrische Feld sind ruhende elektrische Ladungen, die für das magnetische Feld sind bewegte elektrische Ladungen (dies gilt auch für das Magnetfeld von Ferromagneten, das seine Ursache letztlich in der Bewegung der Elektronen um die Atomkerne hat).</p> <p>Elektrische Feldlinien beginnen und enden stets an elektrischen Ladungen. Sie sind niemals geschlossen (sonst wäre der Energiesatz verletzt). Magnetische Feldlinien sind stets in sich geschlossen, sie besitzen weder einen Anfangs- noch einen Endpunkt.</p> <p>Die Größe der wirkenden Kraft <math>\vec{F}</math> im el. Feld auf ruhenden Ladungen ist proportional zur Ladungsmenge und der elektrischen Feldstärke. Im magn. Feld ist die Größe der wirkenden Kraft <math>\vec{F}</math> gleich Null.</p> <p>Die Größe der wirkenden Kraft <math>\vec{F}</math> im el. Feld auf bewegten Ladungen ist proportional zur Ladungsmenge und der elektrischen Feldstärke und unabhängig von der Geschwindigkeit der Bewegung. Im magn. Feld ist die Größe der wirkenden Kraft <math>\vec{F}</math> proportional zur Bewegungsgeschwindigkeit, Ladungsmenge und magnetischen Feldstärke.</p> <p>Zwischen den Platten eines Plattenkondensators besteht ein homogenes elektrisches Feld. Im inneren einer langgestreckten, stromdurchflossenen Zylinderspule besteht ein homogenes Feld.</p>	6	2	2
b.	<p>Bei der elektrostatischen Lackierung wird der Lack elektrisch aufgeladen. Die geladenen Lacktröpfchen wandern (idealerweise) entlang elektrischer Feldlinien von der Pistole auf das geerdete Werkstück. Da bei dieser Beschichtungstechnik die Farbe nur dort hinkommt wo sie hin soll, entsteht kaum der für Lackerarbeiten typische Nebel. Dies ist sehr umweltfreundlich.</p> <p>Die Abbildung wird nur dann mit voller Punktzahl gewertet, wenn die Feldlinien senkrecht zur Oberfläche starten und enden. Sie sollen auf der Karosserie äquidistant enden. Die Äquipotentiallinien sollen die Beschaffenheit der Oberfläche widerspiegeln.</p> <p>Das so entstandene Feld ist inhomogen, die elektrische Feldstärke ist im Sprühkopf besonders hoch, die Feldstärkelinien sind gebogen und starten bzw. enden senkrecht zur Oberfläche.</p> <p>Ein von mehreren Punktladungen erzeugtes Feld lässt sich durch Überlagerung der radialsymmetrischen Felder der einzelnen Ladungen konstruieren; die Einzelfeldstärken addieren sich hierbei vektoriell zur Gesamtfeldstärke:</p> $ \vec{E}_A  = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_A}{r_A^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1,2588 \cdot 10^{-13} \text{ C}}{(2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} \approx 1,414 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ $ \vec{E}_B  = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_B}{r_B^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-7,099 \cdot 10^{-13} \text{ C}}{(\sqrt{29} \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} \approx -2,2 \frac{\text{V}}{\text{m}}$			

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze	Bewertung		
	I	II	III
<p>Die Gesamtfeldstärke kann z. B. durch Ablesen und Umrechnen ermittelt werden. Somit ist <math> \vec{E}_{ges}  \approx 3 \frac{V}{m}</math>.</p>	2	9	4
<p>c. Herleitung: <math>B = \mu_0 \cdot \mu_R \cdot \frac{I \cdot n}{l}</math> und <math>L = \mu_0 \cdot \mu_R \cdot n^2 \cdot \frac{A}{l}</math> mit <math>\mu_R = 1</math> folgt</p> $B = \frac{\mu_0}{l} \cdot n \cdot I = \sqrt{\frac{\mu_0^2}{l^2} \cdot \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot A}} \cdot I = \sqrt{\frac{\mu_0 \cdot L}{l \cdot A}} \cdot I$ <p>Die Hallsonde ist ein Messgerät für die magnetische Feldstärke. Ihr Prinzip beruht auf die Lorenzkraft, d.h. auf der Ablenkung bewegter Ladungsträger in einem Magnetfeld. Im Gegensatz zur Leiterschaukel ist der elektrische Leiter bei der Hallsonde fest eingespannt, sodass die Lorenzkraft ihn nicht bewegen kann. Durch das Leiterplättchen fließt ein Strom der Stärke <math>I</math>.</p> <p><b>Abbildung aus urheberrechtlichen entfernt.</b></p> <p>Bringt man die Anordnung in einem magnetischen Feld der Stärke <math>B</math> senkrecht zur Plättchenebene, so wirkt auf die bewegten Elektronen im Plättchen eine Lorenzkraft senkrecht zur Bewegungsrichtung und senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes.</p> <p>So entsteht ein Elektronenüberschuss an einer Seite des Plättchens und an der anderen Seite ein Elektronenmangel. Die so gemessene Spannung heißt Hall-Spannung <math>U_H</math>.</p>			



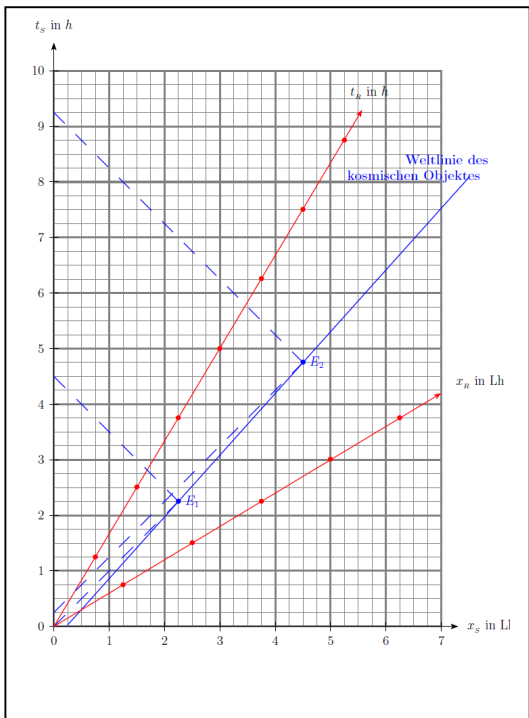
Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
<p style="text-align: center;"><b>L = konstant</b></p>  <p>Da die Darstellung in einem <math>\frac{1}{\sqrt{A}}</math>-<math>B</math>-Diagramm eine Ursprungsgerade ergibt, bedeutet, dass <math>B \propto \frac{1}{\sqrt{A}}</math> also gilt (1).</p> <p style="text-align: center;"><b>A = konstant</b></p>  <p>Hier wurden z.B. die Werte in einem <math>\sqrt{L}</math>-<math>B</math>-Diagramm dargestellt und die Proportionalität <math>B \propto \sqrt{L}</math> wurde betätigt.</p> <p>Aus Tabelle 1 folgt <math>\mu_0 = 1,25644 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}</math> (Literaturwert <math>\mu_0 = 1,256637 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}</math>).</p> <p>Dies ergibt eine Prozentuale Abweichung von 0,016%.</p>		2	10	6
d.	<p>Die Eigenfrequenz des Schwingkreises kann man mittels der Thomson-Gleichung bestimmen:</p> $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{400 \cdot 10^{-6} \text{H} \cdot 70 \cdot 10^{-9} \text{F}}} = 30,077 \text{ kHz}$ <p>Der Eisenkern erhöht die Induktivität der Spule und verringert somit die Eigenfrequenz des Schwingkreises.</p>			

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
$f_2 = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{L_2 \cdot C}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{700 \cdot 400 \cdot 10^{-6} \text{H} \cdot 70 \cdot 10^{-9} \text{F}}} = 1136,8 \text{ Hz}$ bedeutet eine prozentuale Frequenzverkleinerung um 96%.			4	3
Verteilung der insgesamt <b>50</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>10</b>	<b>25</b>	<b>15</b>

Korrekturhinweis: Individuelle Lösungswege werden angemessen berücksichtigt, wenn sie in sinnvoller Weise von den Erwartungen abweichen.

**Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
a.	<p>Die Laufzeitmethode zur Längenmessung ist bei großen und auch bei kleinen Entfernungen anwendbar. Der Begriff der Länge wird auf die Messung einer Zeit zurückgeführt, weil die Signalgeschwindigkeit gut bekannt ist. Schall benötigt für die Ausbreitung ein Medium, die Luft. Licht benötigt kein Medium für die Ausbreitung. Weil sich ein Beobachter relativ zum Ruhesystem der Luft bewegen kann, ist die Schallgeschwindigkeit richtungsabhängig. Bei der Lichtgeschwindigkeit ist dies nicht der Fall. Bei der Schallausbreitung kann das Ruhesystem der Luft als ein „ausgezeichnetes Inertialsystem“ angenommen werden. Bei Licht gibt es ein solches ausgezeichnetes Inertialsystem nicht. Das Relativitätsprinzip trägt diesem Rechnung, indem es alle Inertialsysteme als gleichberechtigt postuliert. Aus der gemessenen Richtungsunabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit kann damit dann das Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit postuliert werden. Unabhängig von der relativen Geschwindigkeit eines Bezugssystems erfolgt die Ausbreitung des Lichtes in alle Richtungen mit der gleichen Geschwindigkeit.</p>	6		
b.	<p>Die Achsenbezeichnung erfolgt so, wie es im Unterricht behandelt wurde. Die Ortlinien der Objekte sind auch die Zeitachsen in deren Ruhesystem. Das Raumschiff bewegt sich relativ zur Raumstation. Daher vergeht aus der Sicht Stationssystems die Zeit im Raumschiff langsamer. Das Ereignis im Raumschiff <math>E_R</math> : „es ist eine Stunde seit 12.00 Uhr vergangen“ kann mit der Zeitdilatation im Stationssystem bestimmt werden. Es ist</p> $\Delta t_S = \frac{\Delta t_R}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ <p>Wenn nun <math>\Delta t_R = 1 \text{ h}</math> ist, dann ergibt sich mit <math>v = 0,6c</math> im Stationssystem die Zeit <math>\Delta t_S = 1,25 \text{ h}</math>. So kann die Zeiteinheit auf der Zeitachse des Raumschiffsystem bestimmt werden. Gleiches gilt für die Längeneinheit und der Eigenlänge, die mit Hilfe der Längenkontraktion bestimmt werden kann. Es ergibt sich <math>\Delta \ell_R = 1,25 \text{ Lh}</math>.</p> <p>Das erste Radarsignal erreicht das kosmische Objekt in einer Entfernung von <math>2,25 \text{ Lh}</math> zur Stationszeit <math>14,25 \text{ Uhr}</math>. Das zweite Radarsignal erreicht das Objekt</p>			



Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
<p>in der Entfernung 4,5Lh zur Stationszeit 16.45 Uhr. Für die Geschwindigkeit des kosmischen Objektes ergibt sich <math>u = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{4,5 - 2,25}{4,75 - 2,25} \frac{\text{Lh}}{\text{h}} = \frac{9}{10} c</math>.</p>				
<p>Die Zeit zwischen dem Eintreffen der reflektierten Signale ist größer als die Zeit zwischen dem Aussenden der Signale. Daher entfernt sich das kosmische Objekt, weil das zweite Signal eine längere Laufzeit benötigt.</p>				
	<p>Die Koordinaten im Raumschiffsystem der Ereignisse <math>E_1</math> und <math>E_3</math> sind <math>E_1(1,5 \text{ Lh}   1,5 \text{ h})</math> und <math>E_3(2,25 \text{ Lh}   3,25 \text{ h})</math>. Die Zeiten der Ereignisse sind 13.30 Uhr und 15.15 Uhr. Die Geschwindigkeit <math>v_R</math> berechnet sich zu</p>			
	$v_R = \frac{2,25 - 1,5}{3,25 - 1,5} \frac{\text{Lh}}{\text{h}} = 0,43c.$			
	<p>Die vom Raumschiff ausgesandten Signale treffen um 15.00 Uhr und um 17.30 Uhr Raumschiffzeit wieder beim Raumschiff ein.</p>			
<p>Bei einer Addition der Geschwindigkeiten wie in der nichtrelativistischen Mechanik würde das kosmische Objekt sich mit Überlichtgeschwindigkeit bewegen. Die beiden Geschwindigkeiten sind Werte, die für verschiedene Bezugssysteme gelten. Die Koordinaten der Ereignisse sind in den beiden Bezugssystemen wegen der Relativität der Gleichzeitigkeit unterschiedlich. Die Koordinaten von <math>E_3</math> im Raumschiffsystem müssen mit Hilfe der Lorentz-Transformationen in die Koordinaten des Stationssystems umgerechnet werden, um damit die Geschwindigkeit <math>v_s</math> zu berechnen. Beim Additionstheorem der Geschwindigkeiten der speziellen Relativitätstheorie wird dies berücksichtigt.</p>	4	10	8	
<p>c. Die beiden Teilchen der Masse <math>m_o</math> besitzen eine dem Betrage nach gleich großen, jedoch in entgegengesetzte Richtung weisende Geschwindigkeiten im Raumschiffsystem.</p>				
<p>Im Raumschiffsystem gilt <math>M_o = 2 \cdot \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}</math>. Umstellen nach <math>m_o</math> ergibt</p> $m_o = \frac{1}{2} M_o \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,4 M_o.$				

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
	<p>Es muss die relativistische Geschwindigkeitsaddition benutzt werden. Ein Teilchen besitzt die Geschwindigkeit Null, weil es sich so schnell wie das Raumschiff im Erdsystem bewegt. Das zweite Teilchen habe im Erdsystem die Geschwindigkeit <math>u_2</math> und im Raumschiffsystem die Geschwindigkeit <math>\bar{u}_2</math>.</p> <p>Dann ist <math>u_2 = \frac{\bar{u}_2 + v}{1 + \frac{\bar{u}_2 \cdot v}{c^2}} = \frac{0,6 + 0,6}{1 + 0,36} c = \frac{15}{17} c = 0,88235c</math>.</p> <p>Für den Nachweis der Gültigkeit des Energiesatzes muss die Energie der beiden Teilchen gleich der Energie des zerfallenen Teilchens sein. Im Erdsystem ist die Gesamtenergie des zerfallenen Teilchens</p> $E_{ges} = \frac{M_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot c^2 = 1,25 M_o c^2.$ <p>Für die Gesamtenergie der Zerfallsprodukte gilt</p> $m_o \cdot c^2 + \frac{m_o \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m_o \cdot c^2 \cdot \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)$ $= M_o c^2 \cdot 0,4 \cdot \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2}} \right)$ $= M_o c^2 \cdot 1,25$			
d.	<p>Jedes Gammaquant besitzt eine Energie, die der Ruheenergie eines Elektrons entspricht. Daher ist <math>E_\gamma = m_e c^2 = 511 \text{ keV}</math>.</p> <p>Das Elektron-Positron-Paar bewegt sich im Erdsystem genau wie das Raumschiff mit <math>v_R = 0,6c</math>. Die Gammaquanten bewegen sich in allen Bezugssystemen mit Lichtgeschwindigkeit.</p> <p>Die Energie eines Gammaquants berechnet sich zu <math>E = h \cdot f</math>. Es muss sich die Frequenz bzw. die Wellenlänge bei einem Bezugssystemwechsel ändern. Das Gammaquant entgegengesetzt zur Flugrichtung des Raumschiffes besitzt im Erdsystem einen kleineren Impuls, weil es entgegen der Flugrichtung ausgesandt wurde und der Gesamtimpuls in Bewegungsrichtung des Raumschiffes zeigt. Deshalb hat es gemäß der Gleichung <math>p = \frac{h}{\lambda}</math> eine größere Wellenlänge als im Raumschiffsystem (Rotverschiebung). Das Gammaquant, welches sich von der Erde fortbewegt besitzt dagegen einen größeren Impuls im Bezugssystem der Erde. Deshalb ist seine Wellenlänge kleiner als die des Raumschiffsystems (Blauverschiebung).</p>		8	3
	Verteilung der insgesamt <b>50</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>15</b>

Korrekturhinweis: Individuelle Lösungswege werden angemessen berücksichtigt, wenn sie in sinnvoller Weise von den Erwartungen abweichen.

---

**Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten der Schule**

---

**Auswahl der Aufgaben:**

- Fach: **Physik LK**
- Schule: \_\_\_\_\_ SNR: \_\_\_\_\_
- Schulinterne Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_
- **Fachlehrerin / Fachlehrer** (Name, Vorname):  
\_\_\_\_\_

Ich wähle für die Bearbeitung durch die Schülerinnen und Schüler die zwei Aufgaben

Nr. \_\_\_\_ und \_\_\_\_ aus.

Bremen / Bremerhaven, 6. Mai 2019

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Fachlehrerin / Fachlehrer)

- **Korreferentin / Korreferent** (Name, Vorname):  
\_\_\_\_\_

Ich schließe mich der Auswahl an / nicht an (bitte Unzutreffendes streichen). Im Falle der Nichtzustimmung füge ich eine kurze schriftliche Begründung auf der Rückseite des Protokolls bei.

Bremen / Bremerhaven, 6. Mai 2019

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Korreferentin / Korreferent)

- **Auswahl durch die Vorsitzende / den Vorsitzenden des Fachprüfungsausschusses**  
(im Falle der Nichtübereinstimmung zwischen Fachprüferin/Fachprüfer und Korreferentin / Korreferenten)

Ich wähle die zwei Aufgaben Nr. \_\_\_\_ und \_\_\_\_ zur Bearbeitung durch die Schülerinnen und Schüler aus und füge eine kurze schriftliche Begründung auf der Rückseite des Protokolls bei.

Bremen / Bremerhaven, 6. Mai 2019

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Vorsitzende(r) Fachprüfungsausschuss)

---

**Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission Biologie zur Auswahl der Aufgaben**

---

**Auswahl der Aufgaben:**

- Fach: **Physik LK**
- Schule: \_\_\_\_\_ SNR: \_\_\_\_\_
- Schulinterne Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_
- Anzahl der geprüften Schülerinnen und Schüler: \_\_\_\_\_
- Der Fachprüfungsausschuss hat für die Bearbeitung durch die Schülerinnen und Schüler die zwei Aufgaben Nr. \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ ausgewählt.

Bremen / Bremerhaven, 6. Mai 2019

---

(Unterschrift)

Schicken Sie diesen Bogen bitte möglichst umgehend per Fax an folgende Adresse:

**Landesinstitut für Schule**

Die Rückmeldebögen werden im LIS gesammelt und den Zentralabiturkommissionen zur Verfügung gestellt. Sie sind eine Grundlage für die Auswertungsgespräche mit den Schulen und die Erstellung neuer Aufgaben.