

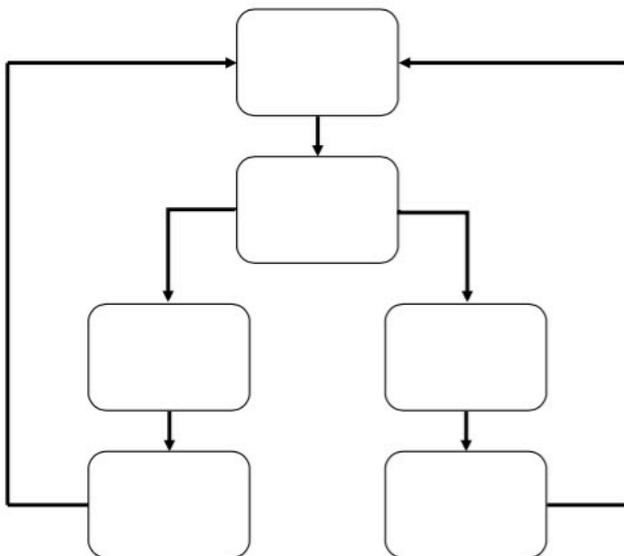
Name:

In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier wirklich gelesen haben, malen Sie einen Smiley an den rechten Rand.

Film-Aufgabe 1 (6 VP): Auf der internationalen Raumstation *ISS* kann die Masse der Astronauten nicht mit einer normalen Waage bestimmt werden. Man verwendet stattdessen als *Astronautenwaage* eine Schwingung zwischen zwei gleichen Federn (aufgebaut wie ein horizontaler Federschwinger auf der Erde) zur Massenbestimmung. Im Film sehen Sie die Massenbestimmung eines Astronauten: Das Gerät zeigt 81,66 kg an.

- a) Erklären Sie anhand einer Formel **kurz**, wie man mit einem solchen Gerät die Masse bestimmen kann!
- b) Messen Sie die Periodendauer der Schwingung! Berechnen Sie die Frequenz!
- c) Berechnen Sie die Federkonstanten der beiden Federn, die in das Gerät eingebaut sind!

Aufgabe 2 (2 VP): Man kann die *naturwissenschaftliche Arbeitsweise* in einem Diagramm darstellen. Ordnen Sie die Kästchen richtig zu! Schreiben Sie dazu die Buchstaben A bis F in die Kästchen!



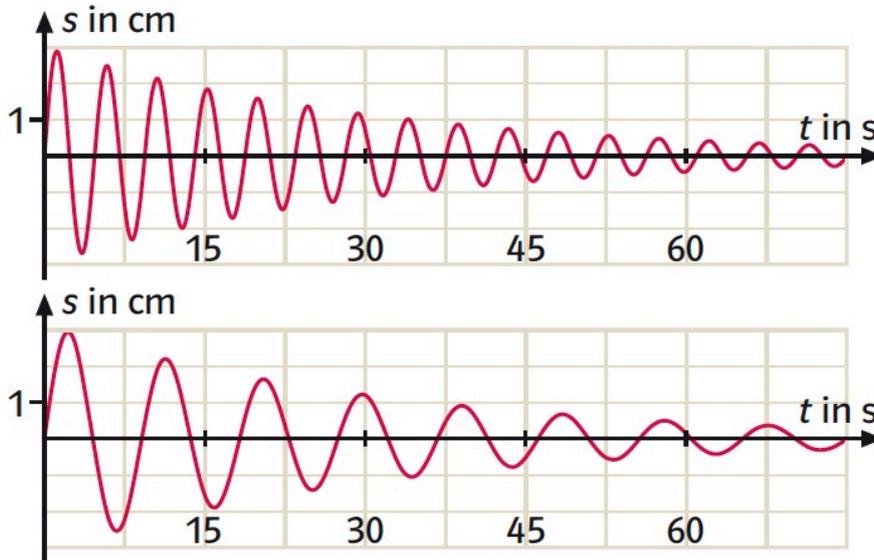
- A: Experiment durchführen
- B: Bestätigung der Hypothese
- C: Widerlegung der Hypothese
- D: Hypothese/Behauptung
- E: Vertrauen in die Hypothese
- F: Ändern/Verbessern der Hypothese

Aufgabe 3 (6 VP): Kreuzen Sie an, ob folgende Aussagen richtig oder falsch sind! Korrigieren Sie die falschen Aussagen!

| | <i>richtig</i> | <i>falsch</i> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| A Für harmonische Schwingungen gilt ein quadratisches Kraftgesetz. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B Bei harmonischen Schwingungen gilt der Zusammenhang $s(t) = v'(t) = a''(t)$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| C Die Periodendauer eines gering ausgelenkten Fadenpendels hängt nur von der Länge und vom Ortsfaktor ab. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| D Bei gedämpften Schwingungen nimmt die Amplitude immer weiter ab und die Periodendauer immer weiter zu. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| E Auf dem Mond ist die Periodendauer eines horizontalen Federschwingers kleiner als auf der Erde. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| F Bei Resonanz stimmt die Amplitude des Erregers mit der Eigenamplitude des erregten Objektes überein. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 4 (3 VP): Sie sind auf einer einsamen Insel gestrandet (etwas Werkzeug, Schnüre und einen Meterstab konnten Sie nach dem Schiffsuntergang aus dem Meer fischen). Ihre Armbanduhr hat das Unglück jedoch nicht überlebt. Beschreiben Sie einen Weg, wie Sie trotzdem eine Sekunde „erzeugen“ können!

Aufgabe 5 (3 VP): Beschreiben Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Schwingungen, deren Schaubilder hier gezeichnet sind! *Verwenden Sie physikalische Fachbegriffe!*

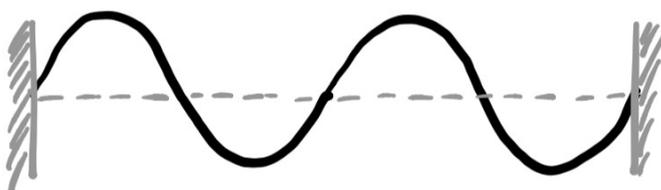


Aufgabe 6 (6 VP): Auf einem 6 m langen Wellenträger breitet sich eine Querwelle aus. Der Erreger befindet sich am linken Ende und beginnt zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s mit der Frequenz 1 Hz und der Amplitude 2 cm nach unten zu schwingen. Das rechte Ende des Wellenträgers ist fest. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Skizzieren Sie das Momentanbild der Welle zum Zeitpunkt $t_1 = 1$ s!
- Skizzieren Sie das Momentanbild der Welle zum Zeitpunkt $t_2 = 2$ s. Zeichnen Sie dazu die jeweiligen Schritte zur Lösung in verschiedenen Farben und beschriften Sie sie!
- Skizzieren Sie das Momentanbild der Welle zum Zeitpunkt $t_2 = 2,25$ s. Zeichnen Sie dazu die jeweiligen Schritte zur Lösung in verschiedenen Farben und beschriften Sie sie!

Aufgabe 7 (4 VP): Ein Gummiseil wird zwischen zwei Wänden eingespannt, die 1,2 m von einander entfernt sind. Das Seil wird sinusförmig quer zur Seilrichtung angeregt. Die Erregerfrequenz wird langsam von 0 Hz an erhöht.

- Beschreiben Sie, wie sich das Seil dabei verhält – also nur die Beobachtung!
- Erklären Sie **kurz** das Verhalten des Seils dabei!
- Bei 30 Hz erhält man eine stehende Welle mit 4 Bäuchen.

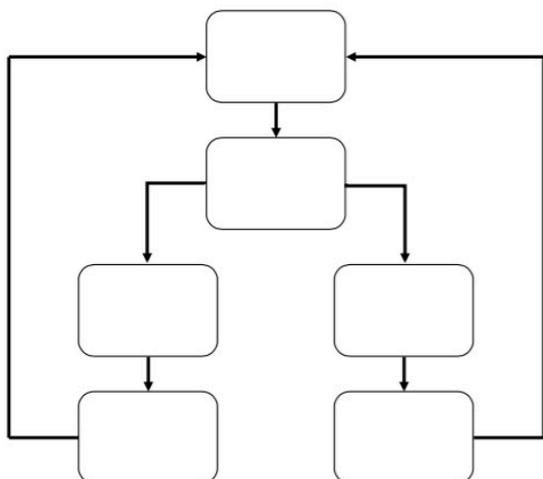


Berechnen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Seil!

Name:

In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier wirklich gelesen haben, malen Sie einen Smiley an den linken Rand.

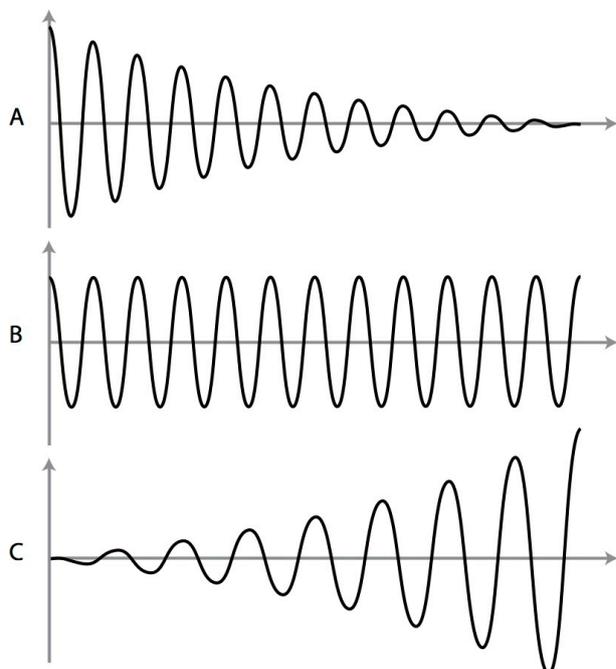
Aufgabe 1 (2 VP): Man kann die *naturwissenschaftliche Arbeitsweise* in einem Diagramm darstellen. Ordnen Sie die Kästchen richtig zu! Schreiben Sie dazu die Buchstaben A bis F in die Kästchen!



- A: Hypothese/Behauptung
- B: Vertrauen in die Hypothese
- C: Ändern/Verbessern der Hypothese
- D: Experiment durchführen
- E: Bestätigung der Hypothese
- F: Widerlegung der Hypothese

Aufgabe 2 (6 VP):

- a) Beschreiben Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Schwingungen A, B und C, deren $s(t)$ -Diagramme hier unten gezeichnet sind! *Verwenden Sie physikalische Fachbegriffe!*
- b) Beschreiben Sie jeweils **kurz** ein Experiment, mit dem man eine solche Schwingung erzeugen kann!



Aufgabe 3 (6 VP): Die Masse eines vertikalen Federpendels wird vervierfacht und dann mit doppelter Amplitude in Schwingung versetzt. Bestimmen Sie, wie stark sich *Periodendauer*, *Frequenz* und *maximale Geschwindigkeit* ändern!

Aufgabe 4 (6 VP): Kreuzen Sie an, ob folgende Aussagen falsch oder richtig sind. Korrigieren Sie die *falschen* Aussagen.

| | <i>falsch</i> | <i>richtig</i> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| A Für harmonische Schwingungen gilt ein quadratisches Kraftgesetz. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B Bei harmonischen Schwingungen gilt der Zusammenhang $s(t) = v'(t) = a''(t)$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| C Die Periodendauer eines gering ausgelenkten Fadenpendels hängt nur von der Länge und vom Ortsfaktor ab. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| D Bei gedämpften Schwingungen nimmt die Amplitude immer weiter ab und die Periodendauer immer weiter zu. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| E Auf dem Mond ist die Periodendauer eines horizontalen Feder-schwingers kleiner als auf der Erde. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| F Bei Resonanz stimmt die Amplitude des Erregers mit der Eigen-amplitude des erregten Objektes überein. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 5 (6 VP): Auf einem 6 m langen Wellenträger breitet sich eine Querwelle aus. Der Erreger befindet sich am linken Ende und beginnt zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s mit der Frequenz 1 Hz und der Amplitude 2 cm nach oben zu schwingen. Das rechte Ende des Wellenträgers ist fest. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Skizzieren Sie das Momentanbild der Welle zum Zeitpunkt $t_1 = 1$ s!
- Skizzieren Sie das Momentanbild der Welle zum Zeitpunkt $t_2 = 2$ s. Zeichnen Sie dazu die jeweiligen Schritte zur Lösung in verschiedenen Farben und beschriften Sie sie!
- Skizzieren Sie das Momentanbild der Welle zum Zeitpunkt $t_2 = 2,25$ s. Zeichnen Sie dazu die jeweiligen Schritte zur Lösung in verschiedenen Farben und beschriften Sie sie!

Aufgabe 6 (4 VP): Eine Zuschauer-Welle (La Ola) auf der Haupttribüne eines Fußballstadions kann man als Beispiel für eine harmonische Welle ansehen. Beschreiben Sie anhand der Fußballfans, ...

- ... was die Funktion $s(t)$ bedeutet;
- ... was die Funktion $s(x)$ bedeutet;
- ... was die Funktion $s(x, t)$ bedeutet;
- ... was eine fortschreitende von einer stehenden Welle unterscheidet!

Name:

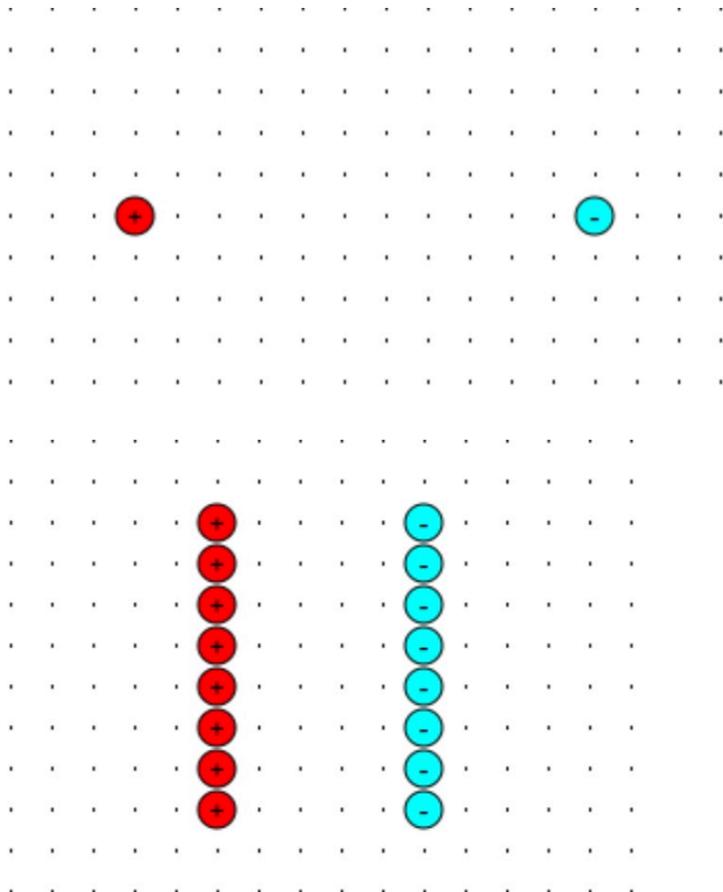
In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier gelesen haben, wissen Sie, dass μ etwas mit sechs Stellen zu tun hat.

Aufgabe 1 (3 VP): Korrigieren Sie die Aussagen (*direkt auf dem Blatt!*)!

- Den elektrischen Feldlinien entsprechen im Gravitationsfeld die Höhenlinien.
- Ein Isolator zwischen den Platten verringert die Kapazität eines Plattenkondensators.
- Die Rolle, die μ_r bei elektrischen Feldern spielt, spielt ε_r bei magnetischen Feldern.

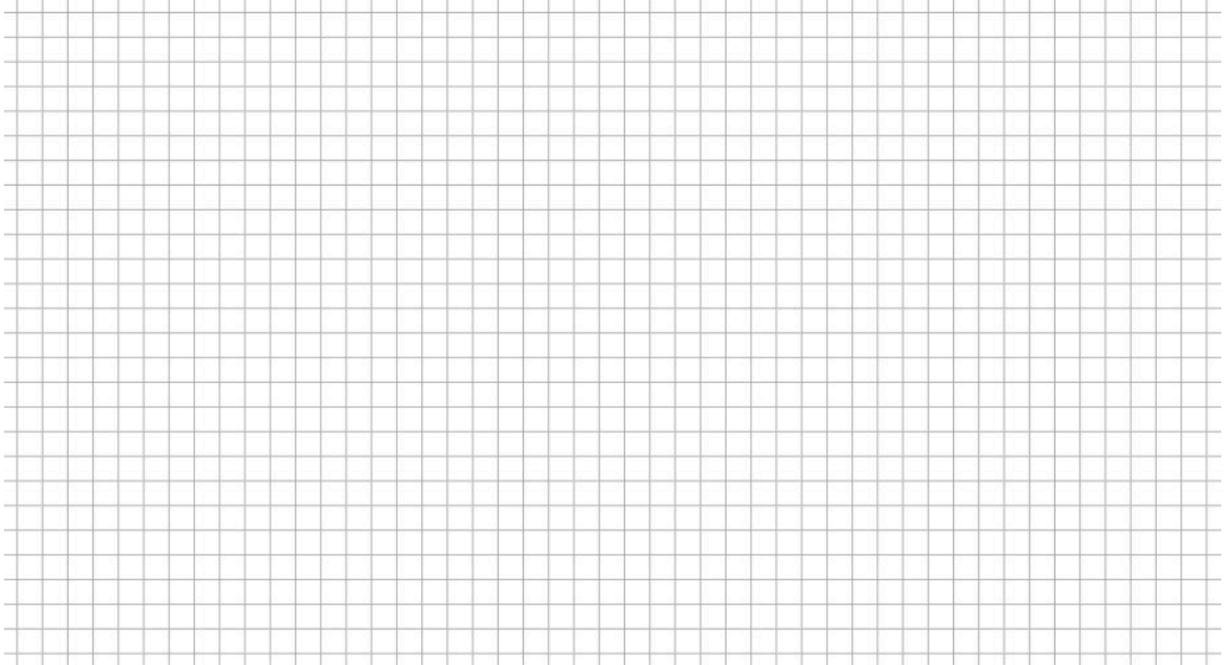
Aufgabe 2 (6 VP): Mit einem Netzgerät, Elektroden und einer Salzwasserwanne werden zwei unterschiedliche elektrische Felder erzeugt.

- a) Zeichnen Sie jeweils den ungefähren Verlauf der Äquipotentiallinien und der elektrischen Feldlinien ein! *Verwenden Sie zwei Farben und geben Sie an, welche Farbe was bedeutet!*

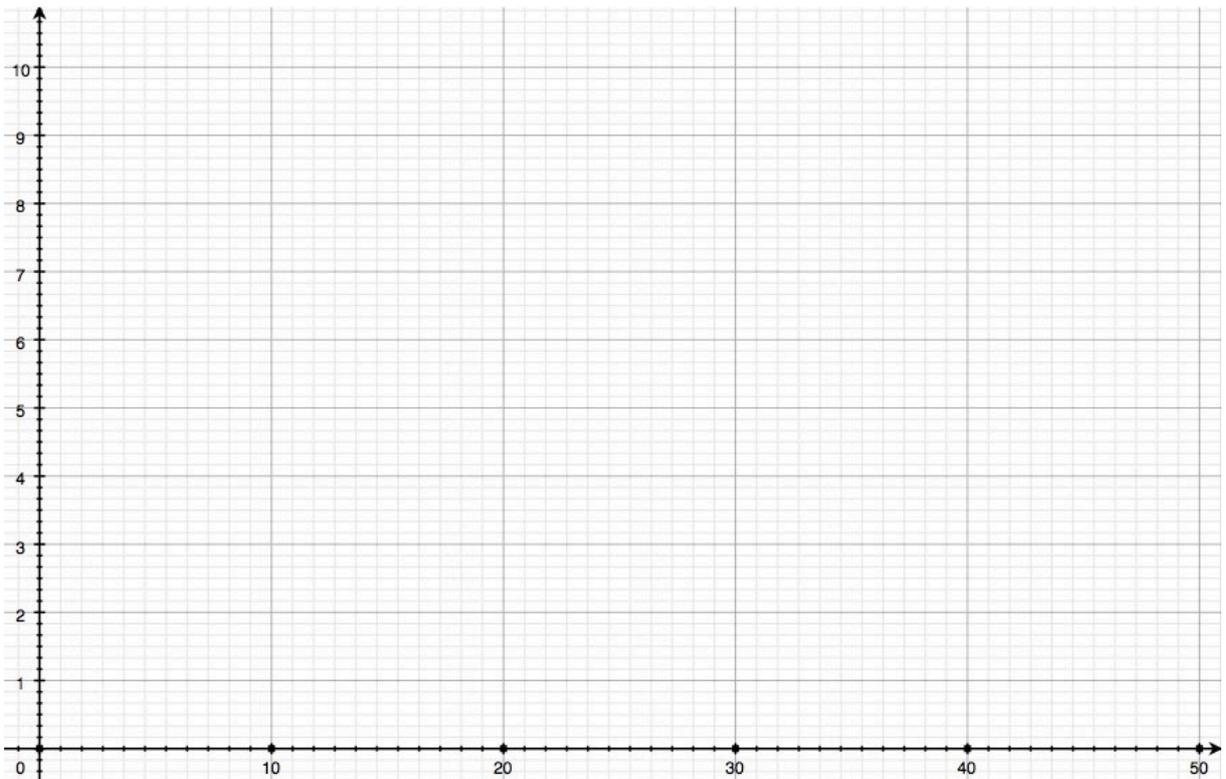


Aufgabe 5 (6 VP): Ein Kondensator mit $50\ \mu\text{F}$ wird über ein Netzteil auf $8\ \text{V}$ aufgeladen. Anschließend wird er über einen Widerstand mit $200\ \text{k}\Omega$ entladen. Die Spannung am Kondensator wird mit einem Messwerterfassungssystem aufgezeichnet.

a) Skizzieren und beschriften Sie den Schaltplan für dieses Experiment!

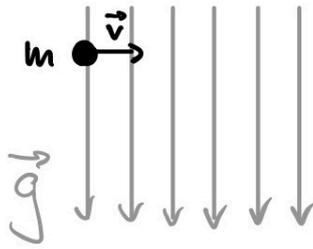


b) Skizzieren Sie die Entladekurve in das vorgegebene Koordinatensystem! *Vergessen Sie die Achsenbeschriftungen nicht!*

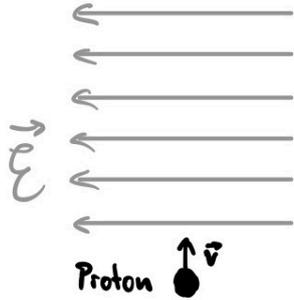


c) Skizzieren Sie in das oben gezeichnete Koordinatensystem, wie das Diagramm aussähe, wenn C größer wäre, und, wie das Diagramm aussähe, wenn R kleiner wäre! *Verwenden Sie zwei Farben und geben Sie an, welche Farbe was bedeutet!*

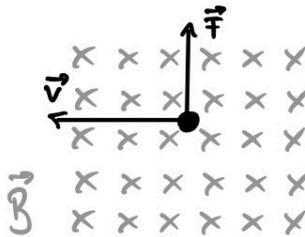
Aufgabe 6 (5 VP): In den folgenden Skizzen geht es um Teilchen in Feldern. Ergänzen Sie jeweils die gesuchten Dinge!



Bahnkurve?



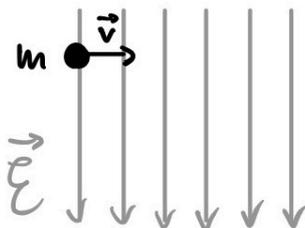
Bahnkurve?



Ladungsvorzeichen?



Feld und
Ladungsvorzeichen?



Bahnkurve?

VP:

NP:

Ø:

Viel Erfolg!

Name:

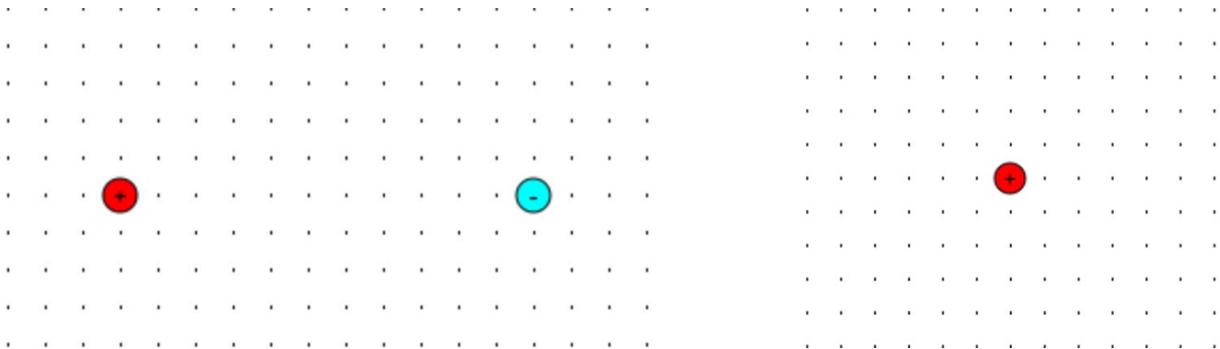
In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier gelesen haben, wissen Sie, dass Roberts zweiter Vorname Andrew ist.

Aufgabe 1 (3 VP): Kreuzen Sie an, ob die Aussagen richtig oder falsch sind!

| | <i>richtig</i> | <i>falsch</i> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Der Dopplereffekt heißt so, weil sich bei einer doppelt so schnell bewegten Schallquelle die Frequenz verdoppelt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Den el. Feldlinien entsprechen im Gravitationsfeld die Höhenlinien. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ein Isolator zwischen den Platten erhöht die Kapazität eines Plattenkondensators. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Energie eines Kondensators berechnet sich durch $E = \frac{1}{2} \cdot U \cdot C^2$. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Der Millikan-Versuch ist nach Robert Stephen Millikan benannt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Kapazität eines Kondensators ist unabhängig davon, wie stark er geladen ist. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 2 (6 VP): Mit einem Netzgerät, Elektroden und einer Salzwasserwanne werden zwei unterschiedliche elektrische Felder erzeugt.

- a) Zeichnen Sie jeweils den ungefähren Verlauf der Äquipotentiallinien und der elektrischen Feldlinien ein! *Verwenden Sie zwei Farben und geben Sie an, welche Farbe was bedeutet!*



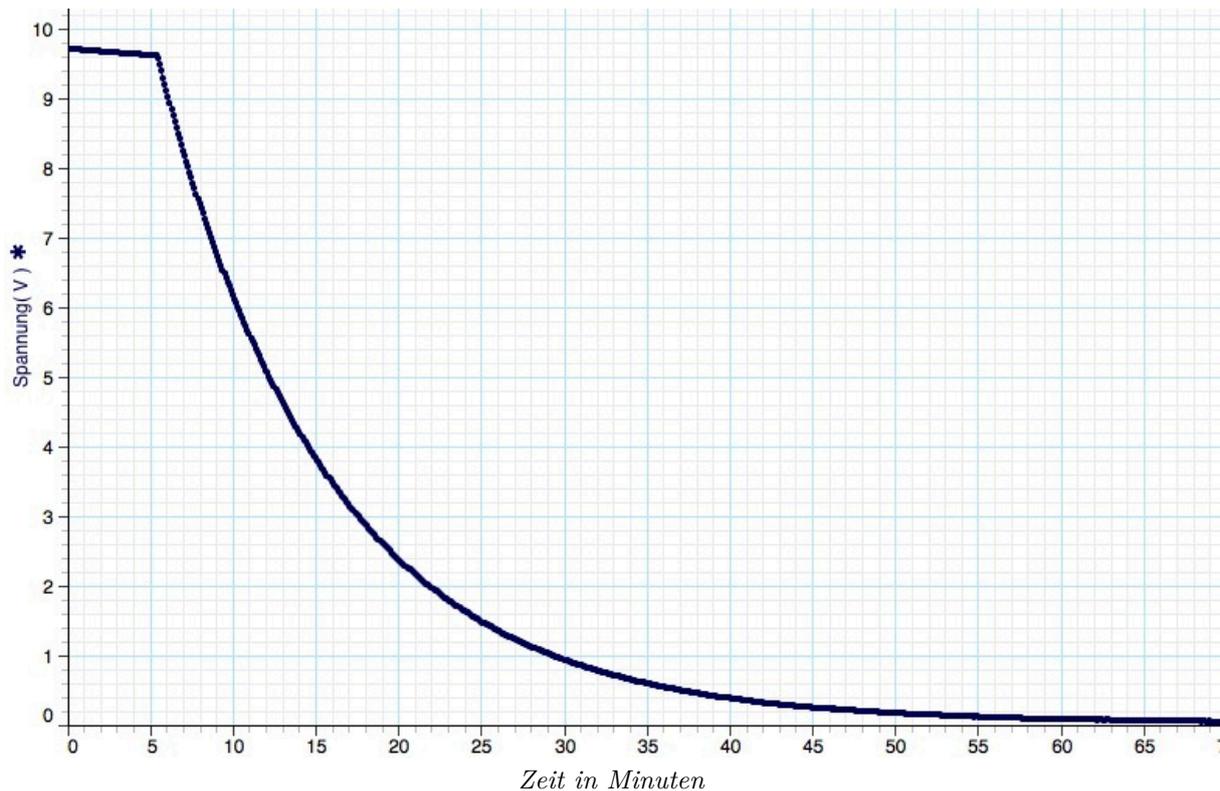
- b) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Äquipotentiallinien und Feldlinien!

Aufgabe 3 (3 VP): Beschreiben und begründen Sie kurz anhand einer Formel, wie ein Plattenkondensator beschaffen sein muss, um eine möglichst große Kapazität zu besitzen!

Aufgabe 4 (5 VP): Ein Plattenkondensator wird geladen und von der Energiequelle getrennt. Die Spannung am Kondensator beträgt $U_1 = 12 \text{ kV}$, er trägt die Ladung Q_1 , zwischen seinen Platten herrscht ein elektrisches Feld der Stärke \mathcal{E}_1 , seine Kapazität beträgt C_1 und er hat die Energie E_1 gespeichert. Nun wird sein Plattenabstand vergrößert ($d_2 = 1,5 \cdot d_1$).

Drücken Sie die neuen Größen U_2 , Q_2 , \mathcal{E}_2 , C_2 und E_2 durch die alten Größen U_1 , Q_1 , \mathcal{E}_1 , C_1 und E_1 aus!

Aufgabe 5 (6 VP): Mit einem Messwerterfassungssystem wird die Entladung eines Kondensators über einen Widerstand aufgezeichnet, der zuvor über ein Netzteil aufgeladen wurde:



- Skizzieren und beschriften Sie den Schaltplan für die Aufzeichnung dieser Entladekurve!
- Bestimmen Sie möglichst genau die Halbwertszeit der Entladung!
- Begründen Sie, ob es möglich ist, dass für die Entladung ein Widerstand mit $200\text{ k}\Omega$ und ein Kondensator mit $50\text{ }\mu\text{F}$ benutzt wurden!
- Skizzieren Sie in das oben gezeichnete Koordinatensystem das $U(t)$ -Diagramm für eine Aufladung des Kondensators über diesen Widerstand!

Aufgabe 6 (2 VP): Beschreiben Sie anhand eines Schaubildes die beiden physikalisch bedeutsamen Ergebnisse des Millikan-Versuches!

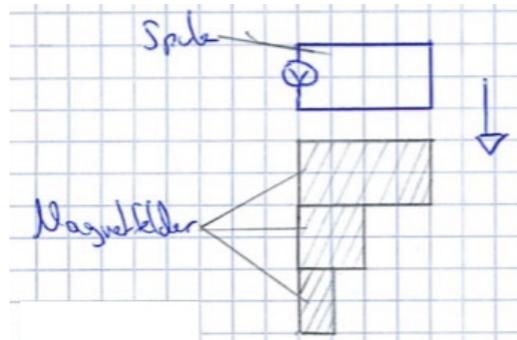
Aufgabe 7 (5 VP): Zwischen zwei waagrecht Kondensatorplatten mit dem Abstand 15 cm schwebt ein Staubteilchen der Masse 2 mg , das die Ladung $+0,1\text{ nC}$ trägt.

- Fertigen Sie eine Skizze an! Zeichnen Sie in die Skizze ein, welche Platte positiv und welche negativ sein muss, damit das Staubteilchen schwebt! Zeichnen Sie die beiden relevanten Kräfte ein!
- Berechnen Sie die Stärke des elektrischen Feldes und die Spannung zwischen den Platten!

Name:

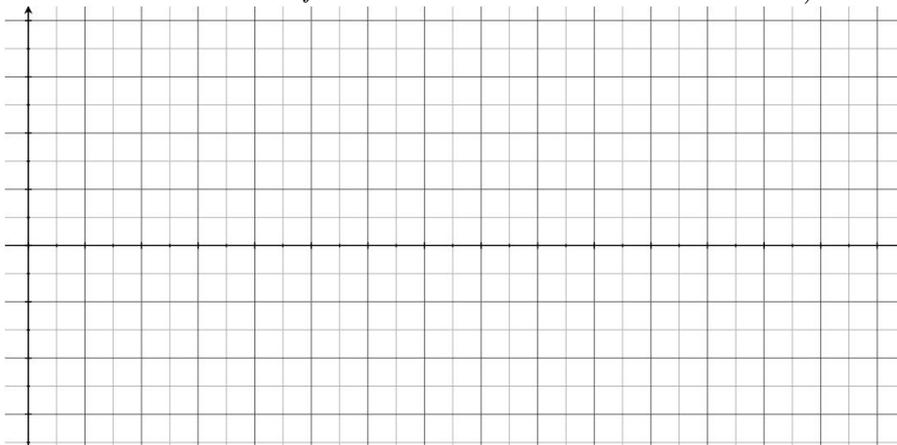
In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier gelesen haben, schreiben Sie ein Beta an den Rand und nehmen Sie sich beim Rausgehen eine kleine Belohnung.

Aufgabe 1 (6 VP): Eine Spule mit 100 Windungen bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit durch drei unterschiedlich große, in die Blattebene hinein zeigende Magnetfelder derselben Flussdichte:



| a) Kreuzen Sie an, ob die Aussagen richtig oder falsch sind! | richtig | falsch |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Es wird eine Spannung induziert, weil die Geschwindigkeit steigt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Zur Berechnung der Induktionsspannung braucht man die Formel $U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi}$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Der Betrag der Induktionsspannung halbiert sich beim Übergang von einem Feld zum nächsten. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Durch die Wirbelströme wird die Spule gebremst. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Richtung der Magnetfelder hat keinen Einfluss auf U_{ind} . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Es würde keinen Unterschied machen, ob die Windungszahl halb so groß oder die Flussdichte halb so groß gewählt würden. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

b) Skizzieren Sie das qualitative $U(t)$ -Diagramm! (*qualitativ = Sie müssen nichts berechnen. Es müssen nur die Kurvenform und die relativen Werte stimmen.*)

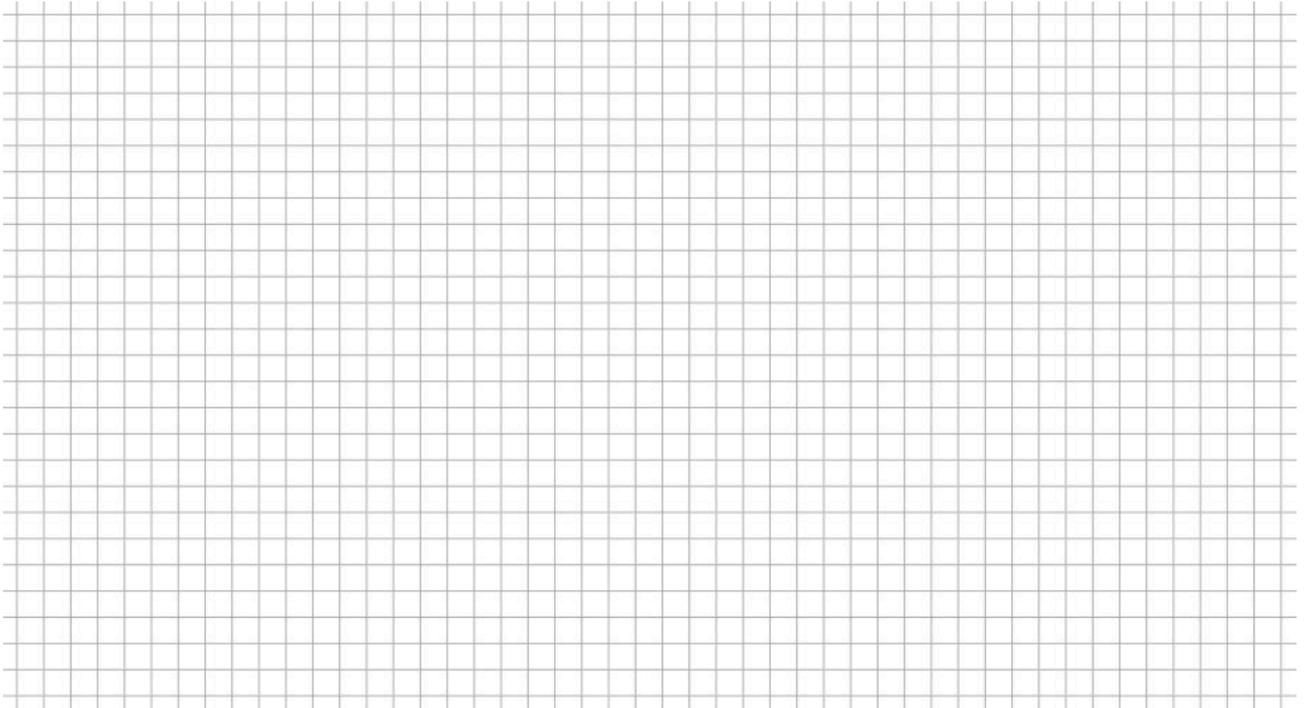


Aufgabe 2 (4 VP): Kreuzen Sie die **beiden falschen** Aussagen zur Maxwell-Theorie ein und korrigieren Sie sie!

- A „Das E -Feld beginnt am Pluspol und endet am Minuspol.“
- B „Das B -Feld beginnt am Pluspol und endet am Minuspol.“
- C „Ein sich veränderndes B -Feld erzeugt ein E -Feld.“
- D „Während man einen Kondensator lädt, entsteht ein Magnetfeld.“
- E „Die Maxwelltheorie erklärt zwar, warum es elektromagnetische Wellen gibt, die Gleichungen gelten aber nur auf der Erde, nicht im Weltall.“

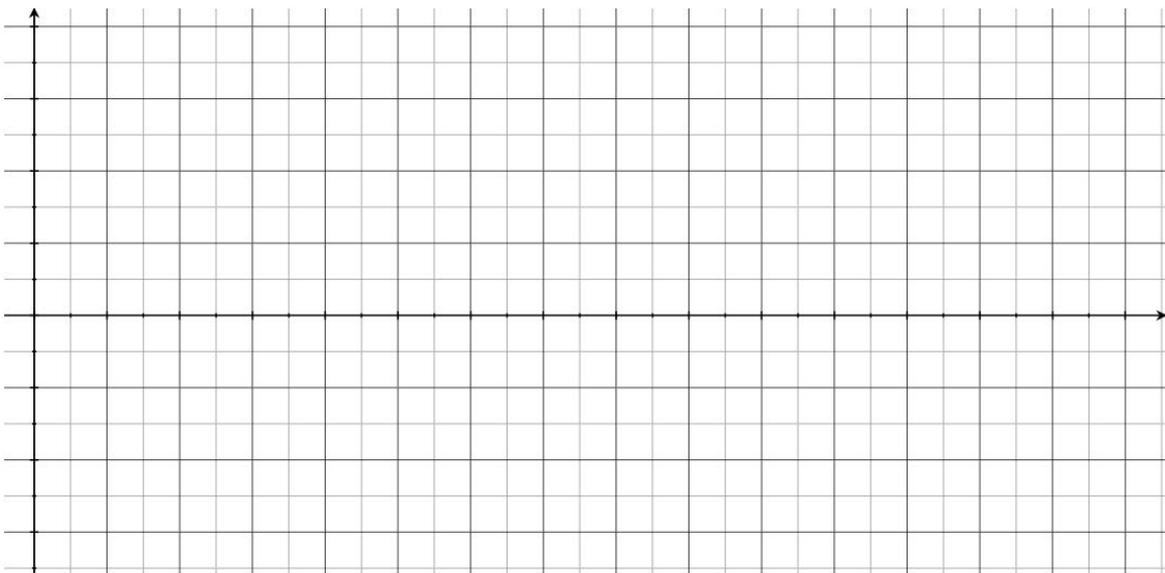
Aufgabe 3 (8 VP):

- a) Skizzieren Sie einen elektromagnetischen Schwingkreis mit den Eigenschaften: Kapazität 200 mF, Induktivität 507 mH! Beschriften Sie die Skizze!



- b) Berechnen Sie die Frequenz dieses Schwingkreises!

- c) Zeichnen Sie den Spannungsverlauf am Kondensator in den ersten 4 Sekunden als $U-t$ -Diagramm (Spannung zu Beginn: 10 V).



- d) Markieren Sie mit **E** im Diagramm alle Zeitpunkte, an denen das elektrische Feld des Kondensators betragsmäßig am größten ist. Markieren Sie mit **B** im Diagramm alle Zeitpunkte, an denen das magnetische Feld der Spule betragsmäßig am größten ist.

Aufgabe 4 (4 VP): Ein Aluminiumring kann durch einen Elektromagneten pendeln (Waltenhof-Pendel). Ist das Magnetfeld noch abgeschaltet, so ist die Pendelschwingung relativ ungedämpft. Schaltet man nun das Magnetfeld ein, so wird das Pendel stark abgebremst. Markieren Sie in der folgenden Erklärung des Waltenhof-Pendels 4 physikalische Fehler (*unterstreichen!*) und korrigieren Sie diese.

„Schwingt der Ring in den Elektromagneten, so ändert sich das elektrische Feld, welches den Ring durchsetzt; es nimmt zu. Dadurch wird im Ring eine Spannung induziert, die einen Induktionsstrom verursacht. Nach Lenz ist dieser Strom so gerichtet, dass er die Ursache seiner Entstehung zu verstärken sucht. Er fließt also so, dass er ein Magnetfeld bewirkt, das dem des Elektromagneten entgegengerichtet ist. Der Ring stellt nun einen stromdurchflossenen Leiter dar, der sich zum Teil im Feld des Elektromagneten befindet. Es wirkt auf ihn eine Kraft entgegen der Bewegungsrichtung, der Ring wird abgebremst. Befindet sich der Ring in der Mitte, so wirkt auf ihn keine Kraft, da kein Magnetfeld mehr vorhanden ist. Anstelle des Aluminiumrings kann man eine Aluminiumplatte als Pendelkörper verwenden. Auch hier werden Wirbelströme im Metall induziert, die Schwingung wird sehr schnell gestoppt, sobald man das Magnetfeld einschaltet. Sind dagegen Streifen auf die Metallplatte gezeichnet, so ist die Dämpfung wesentlich geringer, da sich die Wirbelströme nicht so gut ausbilden können.“

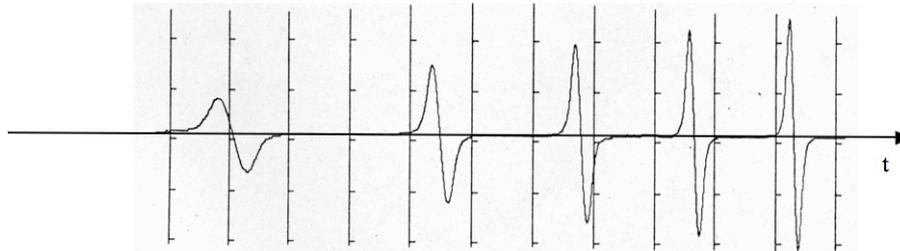
Aufgabe 5 (4 VP): Ergänzen Sie die Analogietabelle für Welleneigenschaften.

| Licht | Schall | Radiowelle | Seilwelle |
|-------------|-------------------|------------|----------------|
| | | | wackelnde Hand |
| hell-dunkel | | | |
| | Longitudinalwelle | | |
| | | Metallwand | |

Name:

In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier gelesen haben, schreiben Sie ein Phi an den Rand und nehmen Sie sich beim Rausgehen eine kleine Belohnung.

Aufgabe 1 (6 VP): Eine Röhre trägt 5 Spulen im gleichen Abstand. Die Spulen sind in Reihe geschaltet, die Spannung wird mit einem Computer gemessen. Die Röhre wird senkrecht gestellt und ein Stabmagnet durch die Röhre hindurch fallen gelassen. Die folgende Grafik zeigt das Messergebnis, wobei die gemessene Spannung über der Zeit aufgetragen ist. Erklären Sie jeweils **kurz**, warum ...



a) es immer eine Zacke nach oben und danach eine Zacke nach unten gibt;

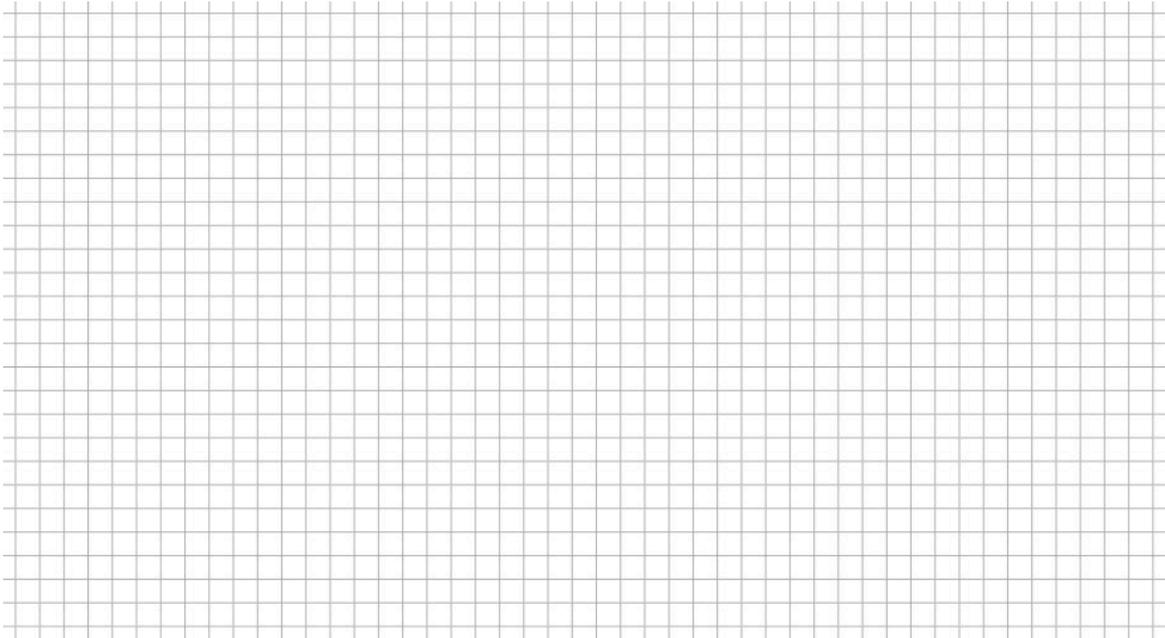
b) der Abstand zwischen den ersten beiden Zackenpaaren größer ist als der zwischen den nächsten beiden;

c) die Zacken immer schmaler werden;

d) die Zacken immer höher werden.

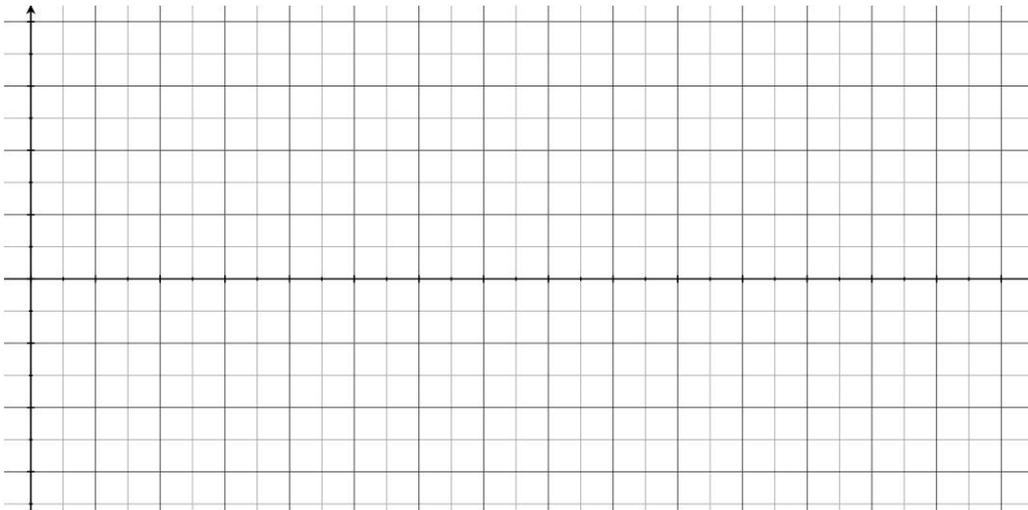
Aufgabe 2 (8 VP):

- a) Skizzieren Sie einen elektromagnetischen Schwingkreis mit den Eigenschaften: Kapazität 450 mF, Induktivität 507 mH! Beschriften Sie die Skizze!



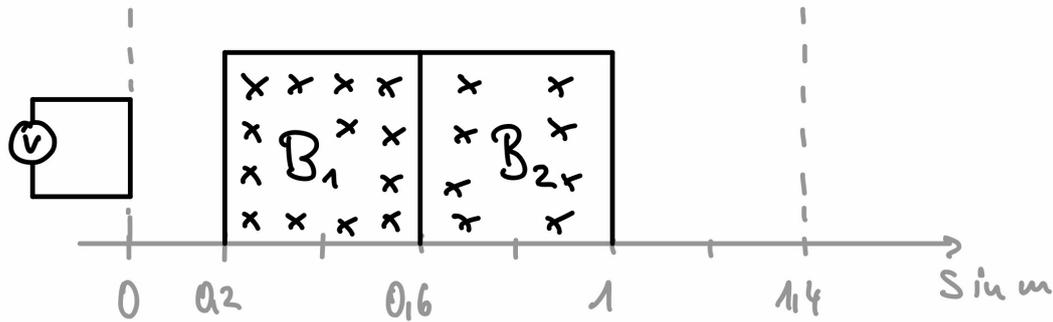
- b) Berechnen Sie die Frequenz dieses Schwingkreises!

- c) Zeichnen Sie den Spannungsverlauf am Kondensator in den ersten 6 Sekunden als $U-t$ -Diagramm (Spannung zu Beginn: 10 V).



- d) Der Dipol soll einen frei stehenden Hertz'schen Dipol in der Grundschwingung anregen. Berechnen Sie die Länge, die dieser Dipols haben müsste!

Aufgabe 4 (4 VP): In der folgenden Versuchsanordnung sind die beiden Magnetfelder unterschiedlich stark ($B_1 = 0,8 \text{ T}$; $B_2 = 0,4 \text{ T}$). Der Leiterraum ($20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$; 100 Windungen) bewegt sich mit einer konstanten Geschwindigkeit von $0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ nach rechts. Bestimmen Sie alle Werte, die das Voltmeter während des Versuchs anzeigt!



Aufgabe 5 (4 VP): Ergänzen Sie die Analogietabelle für Welleneigenschaften.

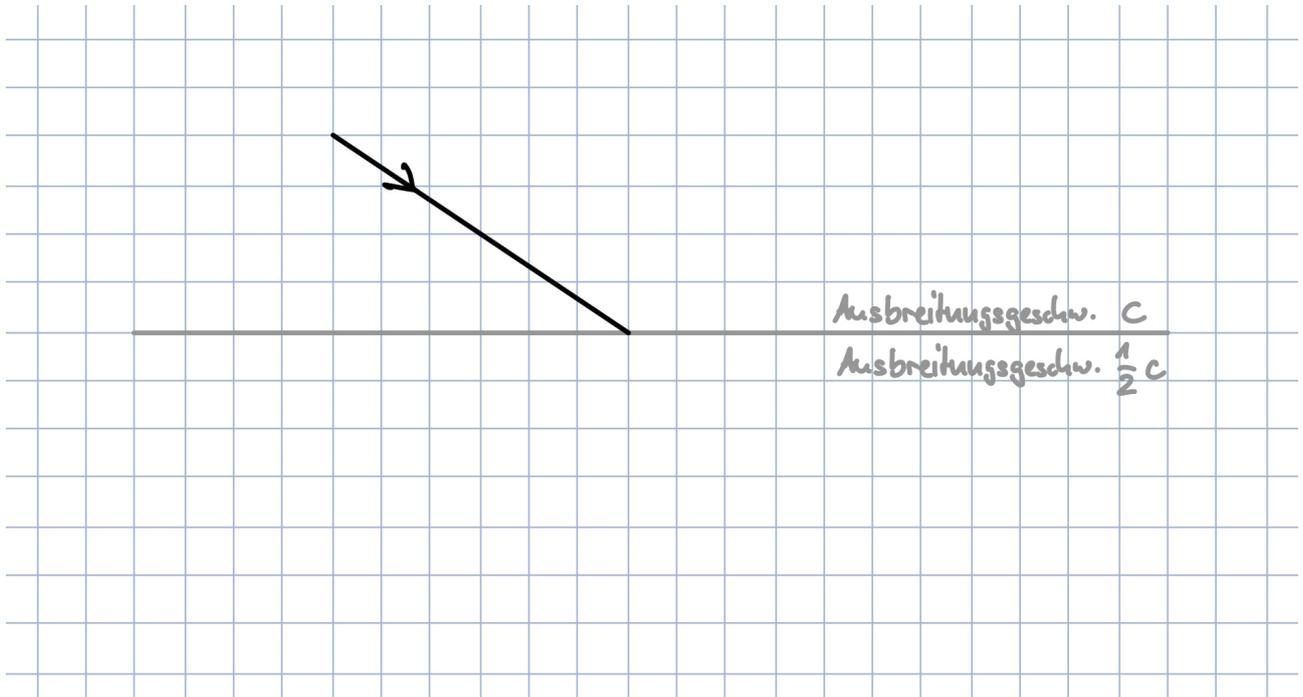
| Welleneigenschaft | Schall | Mikrowellenofen | Wasserwelle |
|-------------------|------------|------------------|------------------------|
| | | | Stein fällt ins Wasser |
| | laut-leise | | |
| Reflexion | | | |
| | | Faxpapierflecken | |

Aufgabe 6 (4 VP): Man sagt oft, Licht sei eine Welle. Wenn Licht tatsächlich eine Welle wäre, dann müsste es auch Welleneigenschaften zeigen. Suchen Sie sich **zwei** typische Welleneigenschaften aus und beschreiben dazu **jeweils** kurz

- ... ein Experiment, das bei Licht diese Eigenschaft deutlich werden lässt;
- ... wie sich das Licht in diesem Experiment verhalten müsste, wenn es eine Welle wäre.

Name:

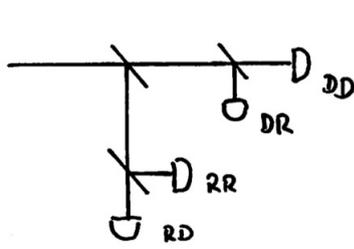
In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier wirklich gelesen haben, korrigieren Sie bitte den Tippfehler im ersten Satz.

Aufgabe 1 (6 VP):

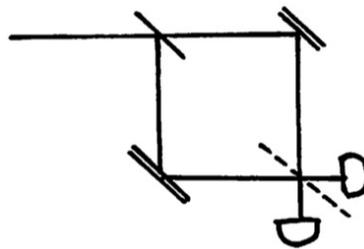
- a) Eine ebene Welle trifft – wie in der Skizze durch die Ausbreitungsrichtung dargestellt – schräg auf eine Grenzfläche, hinter der sie sich nur noch halb so schnell ausbreiten kann. Messen Sie den Eintrittswinkel und berechnen Sie den Reflexionswinkel sowie den Brechungswinkel!

- b) Zeichnen Sie die Ausbreitungsrichtung der reflektierten und gebrochenen Welle in die Skizze ein!
- c) Skizzieren Sie *mit einer anderen Farbe*, wie man mit dem Huygens'schen Prinzip die Richtung der gebrochenen Welle herleiten kann!

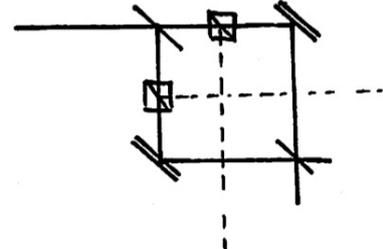
Aufgabe 4 (3 VP): Kreuzen Sie an, ob die Aussagen zu folgenden Strahlteilerexperimenten aus dem Unterricht richtig oder falsch sind.



Experiment A



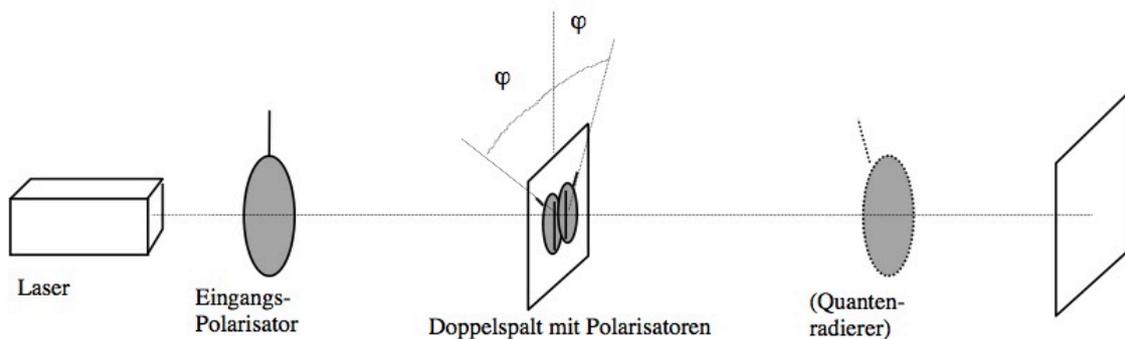
Experiment B



Experiment C

| | <i>richtig</i> | <i>falsch</i> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| In Experiment A klicken immer nur die Detektoren DD und RR. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| In Experiment A klicken die Detektoren DD und RR immer exakt gleich oft. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wenn in Experiment B der gestrichelt eingezeichnete Strahlteiler eingebaut wird, verändert dies die Wahrscheinlichkeiten für die beiden Detektoren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wenn in Experiment B der gestrichelt eingezeichnete Strahlteiler eingebaut wird, radiert man eine Welcher-Weg-Information aus. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| In Experiment C hat man keine Welcher-Weg-Information, da überhaupt kein Detektor vorhanden ist. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mit Experiment C kann man einen Teil der Quantentheorie beweisen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 5 (6 VP): Wir haben im Unterricht den Versuch mit dem Doppelspalt und den Polarisatoren vor den beiden Spalten untersucht.



- Der Polarisator ganz rechts in der Skizze sei noch nicht eingebaut. Was ist dann bei Parallelstellung bzw. bei Orthogonalstellung der beiden Doppelspaltpolarisatoren auf dem Schirm zu erkennen?
- Begründen Sie kurz die Beobachtung aus **a** anhand der Wesenszüge der Quantenphysik.
- Beschreiben und begründen Sie, was sich ändert, wenn der Polarisationsfilter ganz rechts in einem geeigneten Winkel eingebaut wird; gehen Sie dabei auch auf den Namen „Quantenradierer“ ein.

Von den folgenden 5 Aufgaben dürfen Sie sich eine aussuchen. Sie können nicht mehrere Aufgaben teilweise beantworten. Kreuzen Sie an, welche Aufgabe bewertet werden soll!

Aufgabe 6 (6 VP) soll bewertet werden: Ein Einzelspalt hat eine Breite von 0,10 mm. Auf diesen Spalt fällt Laserlicht der Wellenlänge 630 nm. Berechnen Sie jeweils den Abstand des 1. und 2. Minimums von der Mitte des Interferenzmusters, das auf einer Wand in 10 m Entfernung entsteht! (Spalt und Wand sind dabei natürlich orthogonal zum Laserstrahl.)

Aufgabe 7 (6 VP) soll bewertet werden: Der Physiker Richard P. Feynman schreibt:

„Für die Existenz der Naturwissenschaften’, erklärte einst ein Philosoph, ‚ist unabdingbar, dass dieselben Umstände stets dieselben Ergebnisse erzeugen.’ Wie sich zeigt, tun sie das nicht.“

Begründen Sie anhand eines Experiments, weshalb man – wie Feynman – heute in der Physik von der Aussage des Philosophen Abstand nehmen muss!

Aufgabe 8 (6 VP) soll bewertet werden: Der MDR brachte am 26.2.2019 einen Fernsehbericht über jemanden, der ein Magnetfeldtherapie-Gerät entwickelt hat. Auf der Internetseite stand wenige Tage nach Ausstrahlung des Berichts folgender Hinweis (der mittlerweile mitsamt dem TV-Beitrag gelöscht wurde):

Zu diesem Beitrag gab es nach der TV-Sendung viele kritische Stimmen. Hierzu eine kurze Stellungnahme der Redaktion.

Die Magnetfeldtherapie ist wie viele Methoden der alternativen Medizin umstritten und die Wirkung meist faktisch nicht nachweisbar. Dennoch setzen viele Menschen Hoffnung in diese Therapien und deshalb können sie auch nicht aus dem gesellschaftlichen Diskurs ausgeschlossen werden. Wir setzen auf ein mündiges Publikum, das alternative Ideen und Ansätze kritisch hinterfragt und für sich selbst entscheidet, was in bestimmten Lebenssituationen helfen könnte.

Was sagen Sie als Physiker/in zu *meist faktisch nicht nachweisbar*? Sollte so etwas aus dem *Diskurs ausgeschlossen* werden? Und sollte man ein *mündiges Publikum* selbst entscheiden lassen, was helfen könnte? Was würden Sie als Physiker/in der Redaktion raten?

Aufgabe 9 (6 VP) soll bewertet werden: Ist Licht Welle oder Teilchen?

Aufgabe 10 (6 VP) soll bewertet werden: Was ist Physik?

| | | | |
|-----|-----|----|--------------|
| VP: | NP: | Ø: | Viel Erfolg! |
|-----|-----|----|--------------|

P.S. Herzlichen Glückwunsch! Sie haben soeben die letzte reguläre Klausur Ihrer Schulzeit überstanden!

Name:

In allen Aufgaben wird eine saubere, ausführliche Darstellung erwartet. Der Rechenweg muss ausreichend dokumentiert sein. Die angegebenen Verrechnungspunkte sind unverbindlich. Mangelhafte Darstellung führt zu Punktabzug. Wenn Sie das hier wirklich gelesen haben, korrigieren Sie bitte den Tippfehler im Satz davor.

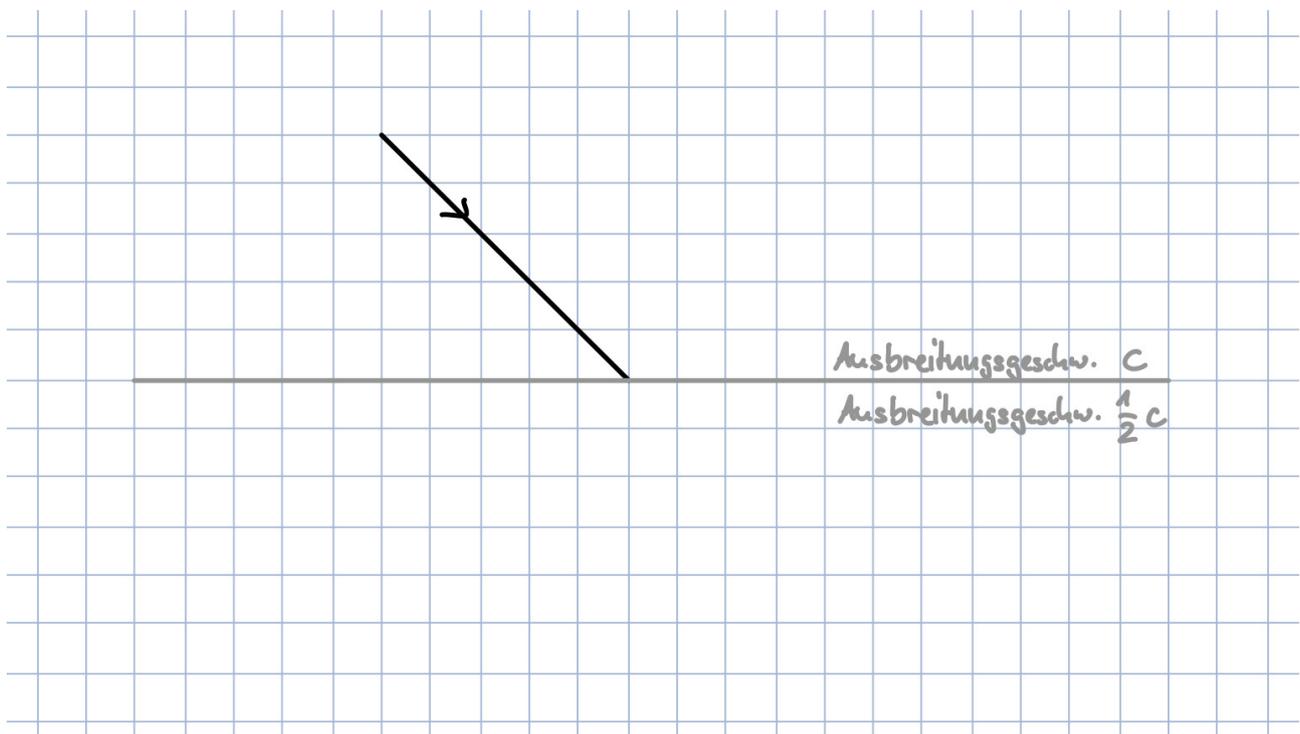
Aufgabe 1 (4 VP): Erklären Sie, wie die Form der Wellenfronten innerhalb des Hafens zustande kommt! Achten Sie auf die korrekte Verwendung physikalischer Fachsprache und Fachbegriffe.



Aufgabe 2 (6 VP):

- a) Eine ebene Welle trifft in einem Winkel von 45° auf eine Grenzfläche, hinter der sie sich nur noch halb so schnell ausbreiten kann. Berechnen Sie den Reflexionswinkel und den Brechungswinkel!

- b) Zeichnen Sie die Ausbreitungsrichtung der reflektierten und gebrochenen Welle in die Skizze ein!
- c) Skizzieren Sie mit einer anderen Farbe, wie man mit dem Huygens'schen Prinzip die Richtung der reflektierten Welle herleiten kann!



Aufgabe 3 (3 VP):

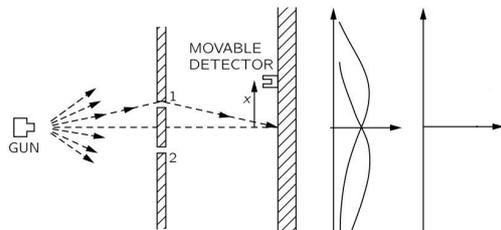
- a) Beschreiben Sie *kurz* ein optisches Phänomen/Experiment, aus dem man schliessen kann, dass Licht Teilchen „sind“!

- b) Beschreiben Sie *kurz* ein optisches Phänomen/Experiment, aus dem man schliessen kann, dass Licht eine Welle „ist“!

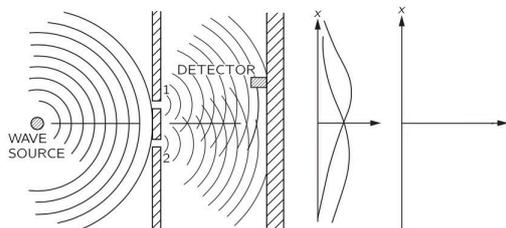
- c) Beschreiben Sie *kurz* ein optisches Phänomen/Experiment, aus dem man schliessen kann, dass Licht weder Teilchen noch Welle „ist“!

Aufgabe 4 (8 VP): Richard P. Feynman beschreibt das Verhalten von Teilchen am Doppelspalt. Er unterscheidet folgenden Varianten:

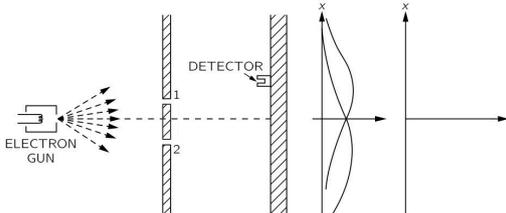
A viele einzelne Geschosse:



B Wasserwellen:



C viele einzelne Elektronen:



- a) Das jeweils linke Diagramm zeigt die Verteilung (also die Auftreffwahrscheinlichkeit bzw. die Intensität), wenn nur Spalt 1 oder Spalt 2 offen sind. Skizzieren Sie in das jeweilige rechte Diagramm die Verteilung, wenn Spalt 1 und Spalt 2 beide offen sind.

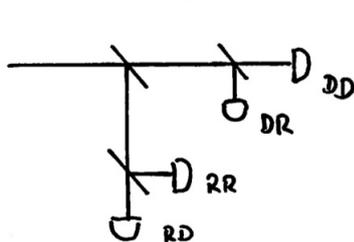
b) Begründen Sie, warum die Verteilung von **C** überraschend ist!

c) In folgenden Zitaten äußern sich Physiker zur Vorstellung von Elektronen:

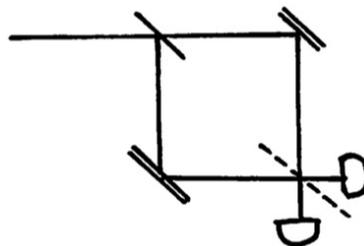
- Joseph Thomson (Nobelpreisrede 1906): *Ich möchte hier einige Untersuchungen beschreiben, die zum Schluss führen, dass die Träger der negativen Elektrizität Teilchen sind, die ich Elektronen genannt habe.*
- Clinton Davisson (Nobelpreisrede 1937): *In den letzten Jahren haben wir erkannt, dass Elektronen in manchen Situationen sinnvollerweise, ja vielleicht sogar notwendigerweise, als Wellen und nicht als Teilchen betrachtet werden sollten, und Begriffe wie Beugung, Brechung, Reflexion und Dispersion anzuwenden sind.*
- Richard Feynman zur Frage, ob Elektronen Teilchen oder Wellen sind: *Elektronen sind keines von beiden.*

Erläutern Sie, wie die drei Zitate zu den drei von Feynman beschriebenen Gedankenexperimenten passen!

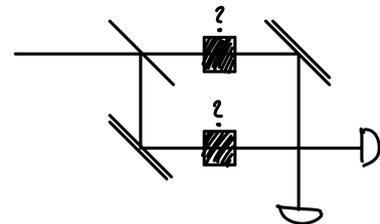
Aufgabe 5 (3 VP): Kreuzen Sie an, ob die Aussagen zu folgenden Strahlteilerexperimenten aus dem Unterricht richtig oder falsch sind!



Experiment A



Experiment B



Experiment C

| | <i>richtig</i> | <i>falsch</i> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| In Experiment A klicken immer nur die Detektoren DD und RR. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| In Experiment A klicken die Detektoren DD und RR immer exakt gleich oft. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wenn in Experiment B der gestrichelt eingezeichnete Strahlteiler eingebaut wird, verändert dies die Wahrscheinlichkeiten für die beiden Detektoren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wenn in Experiment B der gestrichelt eingezeichnete Strahlteiler eingebaut wird, radiert man eine Welcher-Weg-Information aus. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Interferenz kann grundsätzlich nur stattfinden, wenn man keine Weg-Information hat. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wenn in Experiment C beobachtet wird, welchen Weg die Photonen nehmen, verändert dies die Wahrscheinlichkeiten für die beiden Detektoren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Von den folgenden 5 Aufgaben dürfen Sie sich eine aussuchen. Sie können nicht mehrere Aufgaben teilweise beantworten. Kreuzen Sie an, welche Aufgabe bewertet werden soll!

Aufgabe 6 (6 VP) soll bewertet werden: Paul bestimmt die Wellenlänge eines Laserpointers. Dazu bestrahlt er einen Einzelspalt von 0,2 mm Breite mit dem Laserlicht. Das Interferenzmuster sieht man an einer 3,0 m entfernten Wand (Spalt und Wand sind orthogonal zum Laserstrahl). Die beiden Maxima links und rechts der Mitte haben voneinander 1,9 cm Abstand. Skizzieren Sie die Situation, erklären Sie kurz das Zustandekommen des Musters und berechnen Sie die Wellenlänge des Laserpointers!

Aufgabe 7 (6 VP) soll bewertet werden: Nennen Sie *kurz* die Wesenszüge der Quantenphysik. Suchen Sie sich dann einen Wesenszug aus und beschreiben Sie ein Experiment (mit Skizze), an dem dieser Wesenszug erkennbar ist! Inwieweit unterscheidet sich bei diesem Wesenszug die Quantenphysik von der klassischen Physik?

Aufgabe 8 (6 VP) soll bewertet werden: In Indien wird von folgender Geschichte erzählt:

Ein Junge möchte einen Elefanten von einer Uferseite eines sehr breiten Flusses auf die andere bringen. Er baut ein Floß, stellt den Elefanten darauf und schiebt das Floß mit Hilfe einiger Männer auf den Fluss. Leider geht das Floß mitsamt dem Elefanten unter. Der Junge kann gerade noch mit dem Elefanten an das ursprüngliche Ufer schwimmen und beide retten.

Als beide atemlos und unglücklich am Ufer sitzen, kommt ein indischer Weiser vorbei und sagt zu dem Jungen: „Das Floß musste untergehen! Weißt du denn nicht, dass im Wasser die Wassergeister leben, die vor so großen Elefanten Angst haben?! Die Wassergeister können doch den Elefanten auf dem Floß sehen, dann weichen sie aus Furcht zurück und tragen das Floß nicht mehr – dann muss es untergehen! Du musst blickdichte Seitenwände um dein Floß bauen, dann sehen die Wassergeister den Elefanten nicht mehr und tragen das Floß wohlbehalten an die andere Seite!“

Der Junge tut, wie ihm geheißen – und siehe da: Er kommt ohne Probleme am anderen Ufer an! Der Junge dankt den Wassergeistern und geht seines Weges ...

Nun sind Sie gefragt: Äußert der indische Weise da eine physikalische Theorie? Ist das Physik? Ist das Parawissenschaft? Ist das Esoterik? Warum bzw. warum nicht? Argumentieren Sie mit Hilfe Ihres Physik-Wissens. Hinweis: Bei dieser Aufgabe gibt es keine eindeutige Lösung, sondern es kommt darauf an, dass Sie physikalisches Denken zeigen.

Aufgabe 9 (6 VP) soll bewertet werden: Der MDR brachte am 26.2.2019 einen Fernsehbericht über jemanden, der ein Magnetfeldtherapie-Gerät entwickelt hat. Auf der Internetseite stand wenige Tage nach Ausstrahlung des Berichts folgender Hinweis (der mittlerweile mitsamt des TV-Beitrags gelöscht wurde):

Zu diesem Beitrag gab es nach der TV-Sendung viele kritische Stimmen. Hierzu eine kurze Stellungnahme der Redaktion.

Die Magnetfeldtherapie ist wie viele Methoden der alternativen Medizin umstritten und die Wirkung meist faktisch nicht nachweisbar. Dennoch setzen viele Menschen Hoffnung in diese Therapie und deshalb können sie auch nicht aus dem gesellschaftlichen Diskurs ausgeschlossen werden. Wir setzen auf ein mündiges Publikum, das alternative Ideen und Ansätze kritisch hinterfragt und für sich selbst entscheidet, was in bestimmten Lebenssituationen helfen könnte.

Was sagen Sie als Physiker/in zu *meist faktisch nicht nachweisbar*? Sollte so etwas aus dem *Diskurs ausgeschlossen* werden? Und sollte man ein *mündiges Publikum* selbst entscheiden lassen, was helfen könnte? Was würden Sie als Physiker/in der Redaktion raten?

Aufgabe 10 (6 VP) soll bewertet werden: Was ist Physik?

| | | | |
|-----|-----|----|--------------|
| VP: | NP: | Ø: | Viel Erfolg! |
|-----|-----|----|--------------|

P.S. Herzlichen Glückwunsch! Sie haben soeben die letzte Physik-Klausur Ihrer Schulzeit überstanden!