



Aufgaben der 1. Runde

Gib deine Lösungen bis zum 09.11.2021 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2021 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 03.02.2022 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 07.04.2022 in Erfurt.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

*Wichtiger Hinweis: Bedenke bei der Beantwortung aller Fragen, deine Antworten physikalisch zu begründen!
Für deinen Lehrer muss eindeutig nachvollziehbar sein, wie du auf die jeweiligen Lösungen gekommen bist.*

Aufgabe 31.1.07.1

„Reise um die Welt“

(10 BE)

In seinem berühmten Roman aus dem Jahre 1873 lässt der Schriftsteller Jules Verne seinen Helden *Phileas Fogg* in 80 Tagen um die Welt reisen. Der Roman beruht auf der Weltreise des Amerikaners *George Francis Train*, der 1870 jene Reise unternahm.

Heute geht das alles viel schneller:

- a) Die zwei Flugzeuge „*Phileas*“ und „*George*“ starten gleichzeitig vom BER (der ist ja seit einem Jahr eröffnet...) zu einer Reise non Stop um die Welt (Erdumfang 40 000 km). Sie fliegen in entgegengesetzte Richtungen. „*Phileas*“ hat eine Reisegeschwindigkeit von $750 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, „*George*“ schafft sogar Schallgeschwindigkeit ($340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$). Wie viele Stunden nach dem Start begegnen sich die Flugzeuge?

In welcher Entfernung vom BER findet die Begegnung statt?

- b) Auf einem weiteren Flug fliegen die zwei Flugzeuge wieder von Berlin aus, aber in gleicher Richtung um die Welt. In der wievielten Umrundung der Welt holt „*George*“ „*Phileas*“ ein?

In welcher Entfernung vom BER findet das Einholen statt?

Aufgabe 31.1.07.2

„Spieglein, Spieglein“

(10 BE)

Zeichne auf ein Blatt Papier einen Winkel von 50° . Stelle auf die Schenkel des Winkels zwei ebene Spiegel, so dass sie sich an einer Kante berühren. Stelle nun zwischen die Spiegel eine kleine Spielfigur (oder eine auf dem Kopf stehende Schraube oder einen Bleistift).

- a) Über der Spielfigur kreist nun eine Fliege (oder dein Auge: beobachte nur mit einem Auge!). Wie oft sieht die Fliege die kleine Spielfigur in den Spiegeln? Lass die Fliege kreisen. Sieht sie von jeder Position aus gleich viele Spiegelbilder oder gibt es unterschiedliche Positionen?

Stelle die Spielfigur auf verschiedene Positionen. Ändert dies die Anzahl der Spiegelbilder?

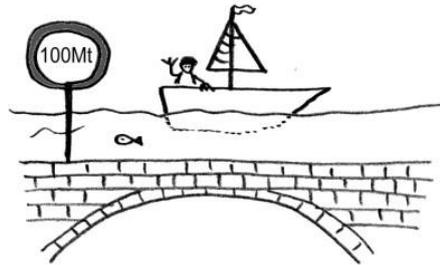
- b) Verändere nun den Winkel zwischen den Spiegeln und beobachte aus der Position der Fliege, ob und wie sich die Anzahl der Spiegelbilder ändert.

Beschreibe das Ergebnis in Abhängigkeit vom Winkel.

Aufgabe 31.1.07.3**„Schiffe fahren über Brücken“****(10 BE)**

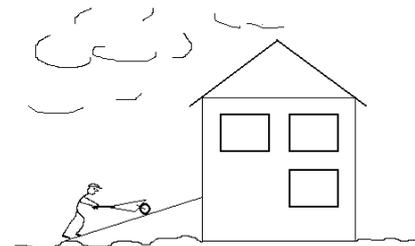
In Hamburg führt eine Autobahn unter der von schweren Schiffen befahrenen Elbe hindurch (Elbtunnel). Die Tunnelröhre wird von oben also mit viel Wasser belastet.

- Ändert sich die Druckkraft auf die Tunnelröhre, wenn ein Schiff mit der Masse 15000 Tonnen den Elbestrom über dem Tunnel entlangfährt? Schreibe deine Vermutung auf!
- In einem Modellversuch kannst du diese Vermutung überprüfen: Schneide von einer breiten Plastik-Flasche die gesamte Verengung ab, bohre seitlich ein Loch von der Dicke eines Trinkröhrchens und dichte ein Trinkröhrchen ein. Fertige vom Versuchsaufbau ein Bild an! Stelle das gebastelte „Überlaufgefäß“ auf eine empfindliche Haushaltswaage und fülle es mit Wasser. Überschüssiges Wasser läuft aus dem Trinkröhrchen ab, jedoch nicht auf die Waagschale. Lies nun auf der Waage die Masse ab. Lege auf die Wasseroberfläche ein Stück Holz. Beobachte! Lies die Masse erneut ab und notiere deine Beobachtungs- und Messergebnisse.
- Vergleiche nun das Ergebnis des Modellversuches mit deiner Vermutung aus a)! Versuche, eine Begründung zu finden!

**Aufgabe 31.1.07.4****„Geneigte Ebene und Hebel“****(10 BE)**

Tarek hilft seinem Onkel Daniel in den Ferien auf der Baustelle. Dort hat er erfolgreich das Fahren einer Schubkarre gelernt. Eine solche Schubkarre wiegt mit Mörtel gefüllt etwa 100 kg (entspricht dem Gewicht 1000 N) und soll in das Haus, dessen Eingang 1,40 m über dem Erdboden liegt und noch keine Treppe hat.

- Außer zum Anheben an den Griffen muss Tarek die Karre noch mit seiner Kraft schieben können. Bei seiner beladenen Karre braucht Tarek dafür etwa 50 N. (Schubkraft zur Überwindung der Reibungskraft). Tareks maximale Schubkraft beträgt 300 N. Ermittle die Länge des Brettes, welches als geneigte Ebene zum Einfahren in den Neubau dienen soll! Fertige eine Skizze an und trage die Kräfte ein!
- Tarek entschließt sich, ein 4 m langes Brett als Rampe zu nehmen und die Karre nicht so voll zu machen (Gesamtgewicht etwa 500 N). Erhöht sich dadurch die zu verrichtende Arbeit?
- Die Funktionsweise der Schubkarre basiert auf dem Hebelgesetz. Man kann sie in jedem Garten- und Baumarkt einkaufen oder besichtigen. Ermittle die Maße einer solchen Karre und berechne damit die ungefähre Nutzlast für Tarek, wenn er dank seiner starken Muskeln insgesamt 30 kg heben kann!
- Manche Schubkarren haben im Gegensatz zu der hier gezeigten noch einen stabilen Eisenbügel vor dem Rad, ähnlich einer Stoßstange. Ist es eine Stoßstange? Wozu dient dieser Bügel?





Aufgaben der 1. Runde

Gib deine Lösungen bis zum 09.11.2021 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2021 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 03.02.2022 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 07.04.2022 in Erfurt.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

*Wichtiger Hinweis: Bedenke bei der Beantwortung aller Fragen, deine Antworten physikalisch zu begründen!
Für deinen Lehrer muss eindeutig nachvollziehbar sein, wie du auf die jeweiligen Lösungen gekommen bist.*

Aufgabe 31.1.08.1 **„Flaschenzug“** **(10 BE)**

Ein 5-Rollen-Flaschenzug bestehend aus 3 festen Rollen und 2 losen Rollen soll ein Betonteil der Masse 100 kg auf eine Höhe von 1,2 m befördern. Die 2 losen Rollen und ihre Halterung haben eine Massen von 8 kg.

- Skizziere einen solchen 5-Rollenzug inklusive Seilführung.
- Berechne die nötige Zugkraft und den Zugweg!
- Wie groß ist der Wirkungsgrad des Flaschenzugs maximal? Warum ist er in der Realität kleiner?

Aufgabe 31.1.08.2 **„Pumpspeicherkraftwerk“** **(10 BE)**

Pumpspeicherkraftwerke spielen für die Versorgung mit Elektroenergie eine große Rolle. Im Kraftwerk Goldisthal stürzt das Wasser 303 m hinab vom Oberbecken ins Unterbecken. Pro Minute fließen dabei 25000000 Liter Wasser durch die Turbine, die dann die Generatoren antreiben.

- Wie groß ist die Leistung des Wassers?
- Die Generatoren haben eine maximale Leistung von 1060 MW.
 - Welchen Wirkungsgrad haben sie?
 - Wodurch unterscheiden sich Pumpspeicherkraftwerke von anderen Wasserkraftwerken?

Aufgabe 31.1.08.3 **„Optische Betrachtung“** **(10 BE)**

Zeichne einen Halbzylinder mit einem Radius von 7 cm in der Draufsicht. Er besteht aus leichtem Kronglas. Nun sollen Lichtstrahlen senkrecht auf seine rechteckige Seitenfläche fallen. Einer genau auf den Mittelpunkt, dann jeweils im Abstand von 2 cm, 4 cm und 6 cm vom Mittelpunkt.

Zeichne den Verlauf aller Strahlen durch den Halbzylinder!
Erkläre dein Ergebnis!

Aufgabe 31.1.08.4 **„Materialsuche“** **(10 BE)**

Clara und Ben möchten das Material, aus dem ein großer Schlüssel besteht, bestimmen. Sie schwanken zwischen Messing ($\rho = 8,4 \frac{g}{cm^3}$), Kupfer ($\rho = 8,96 \frac{g}{cm^3}$), Stahl ($\rho = 7,8 \frac{g}{cm^3}$) und Grauguss ($\rho = 7,25 \frac{g}{cm^3}$).

Da es ihnen nicht möglich ist, das Volumen des Schlüssels zu bestimmen haben sie eine andere Idee. Sie wiegen den Schlüssel mit einer Küchenwaage ($m = 34$ g). Danach hängen sie den Schlüssel an einen Federkraftmesser und tauchen ihn vollständig in Wasser. Der Federkraftmesser zeigt 0,293 N an.

- Wie wollen die Freunde aus diesen Daten das Material ermitteln? Beschreibe mit physikalischen Gesetzen.
- Aus welchem Material besteht der Schlüssel? Berechne! (Verwende $g = 10 \frac{N}{kg}$.)

31. Physikolympiade des Landes Thüringen 2020/2021



Klassenstufe 9

Aufgaben der 1. Runde

Gib deine Lösungen bis zum 09.11.2021 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2021 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 03.02.2022 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 07.04.2022 in Erfurt.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

*Wichtiger Hinweis: Bedenke bei der Beantwortung aller Fragen, deine Antworten physikalisch zu begründen!
Für deinen Lehrer muss eindeutig nachvollziehbar sein, wie du auf die jeweiligen Lösungen gekommen bist.*

Aufgabe 31.1.09.1

„elektrisch“

(10 BE)

Es stehen drei gleich große Widerstände von $6\ \Omega$ zur Verfügung. Durch beliebige Schaltkombinationen, an denen alle Widerstände beteiligt sind, können vier verschiedene Gesamtwiderstände gebildet werden.

Zeichne alle Schaltkombinationen und berechne jeweils den Gesamtwiderstand.

Aufgabe 31.1.09.2

„glühend“

(10 BE)

6 kg glühende Stahlschrauben von $1200\ \text{°C}$ werden in 3 Liter Wasser von $20\ \text{°C}$ geworfen. Dabei gehen 10 % der abgegebenen Wärme an das Gefäß und die Luft verloren.

Berechne die Masse des entstehenden Wasserdampfs.

Aufgabe 31.1.09.3

„korkig“

(10 BE)

- Ermittle experimentell die Dichte des Materials Kork, aus dem z.B. die Verschlüsse der Weinflaschen hergestellt werden. Beschreibe dein Vorgehen.
- Überprüfe mit einer Rechnung unter Nutzung von deinem Ergebnis aus der Dichtebestimmung (Aufgabe a)), ob ein Mensch in der Lage wäre, eine Korkkugel mit einem Durchmesser von 1 m durch seine Muskelkraft hochzuheben.
- Berechne die Eintauchtiefe einer Korkplatte (1 m x 1 m x 10 cm), die flach auf einem See schwimmt.

Aufgabe 31.1.09.4

„einsinkend“

(10 BE)

Im Winter 2020/21 lag viel Schnee. Klaus tritt in eine Schneewehe und sinkt dabei 80 cm tief ein. Er weiß, dass die „Einsinktiefte“ vom Druck abhängig ist und experimentiert. Ein Massestück von 500 g sinkt auf einer Fläche von $1\ \text{cm}^2$ 70 cm ein, bei $2\ \text{cm}^2$ sind es nur 30 cm, bei einer Unterlage von $10\ \text{cm} \times 10\ \text{cm}$ sind es 4 cm und bei einer Fläche von $1\ \text{m}^2$ sind es nur 2 mm.

- Stelle die Eintauchtiefe in Abhängigkeit von der Fläche im Diagramm dar. Formuliere eine physikalische Aussage zu diesem Diagramm.
- Stelle den Druck in Pascal in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe dar. Formuliere eine physikalische Aussage zu diesem Diagramm.
- Überprüfe durch eine Rechnung, ob Klaus auf Skiern (ein Ski ist 4 cm breit und 180 cm lang, Klaus wiegt 50 kg) oder eine Schneeraupe (eine Kette ist 60 cm breit und 4 m lang, die Gesamtmasse ist 1,5 t) tiefer in den Schnee einsinken. Gib eine ungefähre Einsinktiefte an.



Aufgaben der 1. Runde

Gib deine Lösungen bis zum 09.11.2021 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2021 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 03.02.2022 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 07.04.2022 in Erfurt.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Wichtiger Hinweis: Bedenke bei der Beantwortung aller Fragen, deine Antworten physikalisch zu begründen! Für deinen Lehrer muss eindeutig nachvollziehbar sein, wie du auf die jeweiligen Lösungen gekommen bist.

Aufgabe 31.1.10.1

„Kraftakt“

(10 BE)

Eine unmotorisierte volle Lore ($m = 4,0 \text{ t}$) soll eine Rampe mit einer Steigung von 3% hinaufgezogen werden. Die Reibungskraft entspricht dabei etwa 0,2 % der Gewichtskraft.

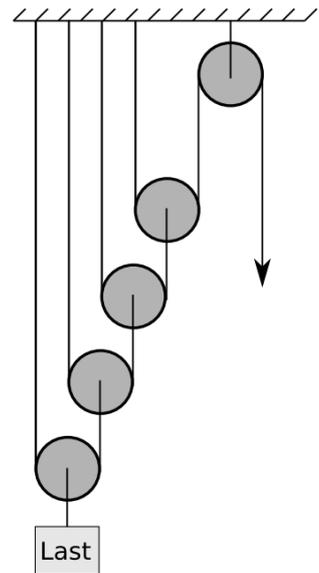
a) Berechnen Sie die dafür notwendige Zugkraft!

Um die Arbeit zu erleichtern wird ein Flaschenzug verwendet, dessen Bauform rechts schematisch dargestellt ist.

b) Berechnen Sie welche Zugkraft man im Idealfall nun noch aufbringen müsste!

Im Realfall muss man die Rollen- und Seilgewichte mit einbeziehen.

c) Berechnen Sie das Gewicht einer losen Rolle, wenn man durch eine Zugkraft von 80 N auf das Gewicht nur eine Kraft von 1000 N bewirkt! Das Seilgewicht soll weiterhin vernachlässigt bleiben.



Aufgabe 31.1.10.2

„Sanierungsbedarf“

(10 BE)

Auf einem Flachdach mit einer Fläche von 40 m^2 liegen 5 cm lockerer Schnee mit einer Temperatur von etwa $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Außentemperatur). Nach 4 Stunden ist die Schneedecke vollständig getaut.

a) Wie hoch ist die Verlustleistung der Dachfläche?

b) Diskutieren Sie, ob dieser Wert in Wirklichkeit größer oder kleiner ist!

c) Wie stark kühlt sich theoretisch die Raumluft in einem 2,6 m hoher Raum mit einer Grundfläche von 25 m^2 dadurch währenddessen ab? Nennen Sie zwei von b) abweichende Gründe, warum dieser Wert so unrealistisch groß ist!

Aufgabe 31.1.10.3

„internum resistentiam“

(10 BE)

Ein Amperemeter mit einem Messbereich von 0 bis 50 mA zeigt in Reihenschaltung mit einem Widerstandsbauteil ($R = 200 \text{ } \Omega$) die Stromstärke $I = 29 \text{ mA}$ an. Von der dabei verwendeten Spannungsquelle weiß man, dass sie einen Innenwiderstand von $R_i = 2 \text{ } \Omega$ besitzt und an ihr unbelastet eine Urspannung von $U_0 = 6,0 \text{ V}$ anliegt.

a) Stellen Sie den Stromlaufplan mit den Innenwiderständen der Spannungsquelle und des Amperemeters dar.

b) Berechnen Sie den Innenwiderstand R_A des Amperemeters.

c) Das Amperemeter soll nach einem Umbau Stromstärken bis zu 1,0 A anzeigen können. Dazu muss das Gehäuse geöffnet und zusätzlich zum vorhandenen Innenwiderstand ein weiterer Innenwiderstand X platziert werden. Berechnen Sie, wie groß X sein muss und wie er zum bisherigen Innenwiderstand zu schalten ist.

Aufgabe 31.1.10.4**„via lucis“****(10 BE)**

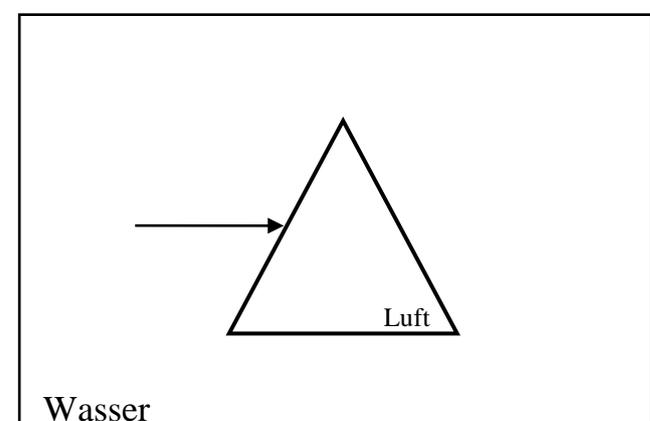
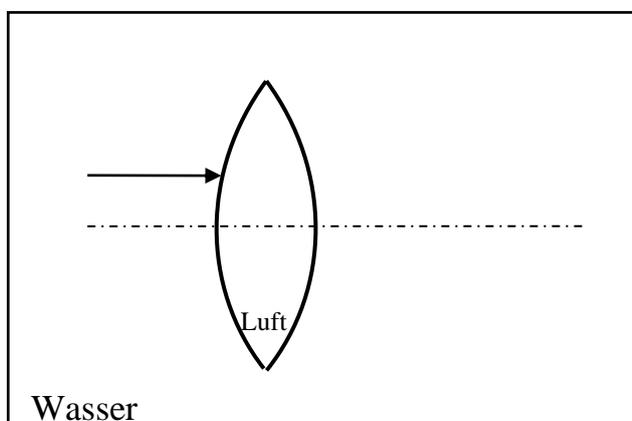
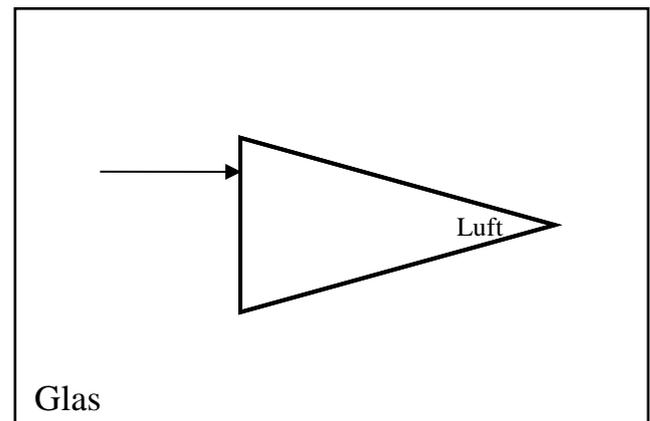
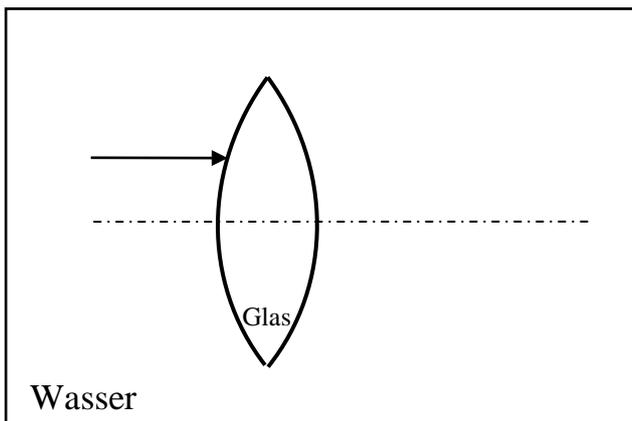
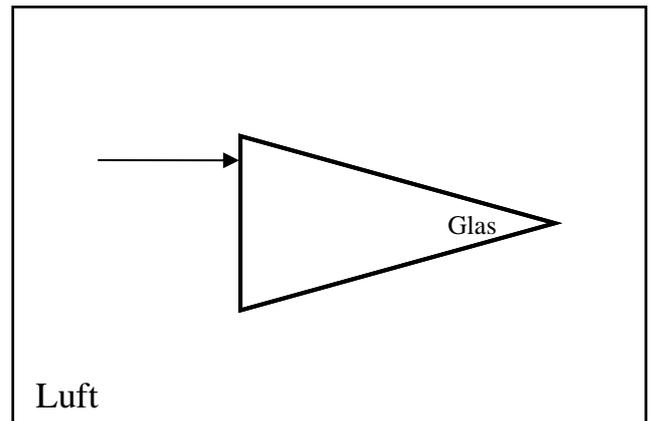
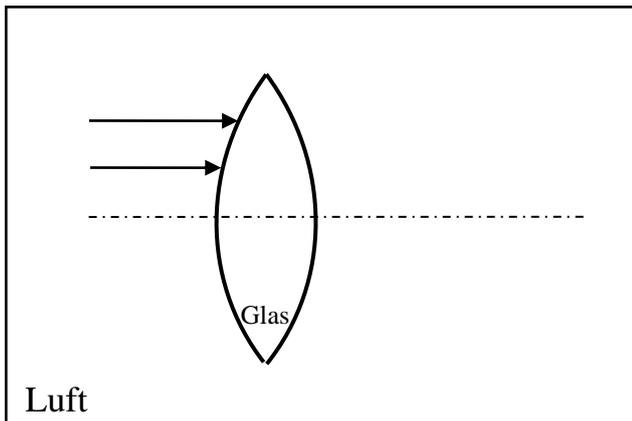
Untenstehend sind sechs Abbildungen dargestellt, in denen jeweils Lichtstrahlen auf Linsen oder Prismen einfallen. Ergänzen Sie die weiteren Strahlenverläufe. Auf Berechnungen kann verzichtet werden.

HINWEISE:

Für die Brechzahlen gilt: $n_{\text{Luft}} < n_{\text{Wasser}} < n_{\text{Glas}}$.

Die Einflüsse der Begrenzungsflächen der Linsen und Prismen sollen vernachlässigt werden.

Bei den Prismen genügt es, die Lichtwege bis einschließlich der ersten Lichtaustritte zu zeichnen.





Aufgaben der 1. Runde

Gib deine Lösungen bis zum 09.11.2021 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2021 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 03.02.2022 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 07.04.2022 in Erfurt.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Wichtiger Hinweis: Bedenke bei der Beantwortung aller Fragen, deine Antworten physikalisch zu begründen!

Für deinen Lehrer muss eindeutig nachvollziehbar sein, wie du auf die jeweiligen Lösungen gekommen bist. „solve“ stellt keinen Lösungsweg dar!

Aufgabe 31.1.11.1

„Benzin-Verbrauch“

(10 BE)

Herr P. aus E. beobachtet, dass sich der Benzin-Verbrauch seines Mini-Van bei dichtem Nieselregen um ca. 0,5 l/100 km erhöht. Er sei konstant mit $v_A = 100$ km/h unterwegs. Der Nieselregen liefere 5 mm Niederschlag pro Stunde bei einer Fallgeschwindigkeit von ca. 5 m/s. Der Motor arbeitet mit 45 % Wirkungsgrad, der Generator mit 90 % Wirkungsgrad.

Schätzen Sie mittels Rechnung ab, ob dieser Mehrverbrauch hauptsächlich ...

- vom Beschleunigen der senkrecht mit $v_R = 5$ m/s fallenden Regentropfen durch die 1,5 m x 1,5 m große Front des Autos oder ...
- von den zusätzlich eingeschalteten elektrischen Geräten (2x 55 W Frontscheinwerfer, 2x 2 W Kennzeichen, 2x 5 W Rückleuchten, 1x 50 W Scheibenwischermotor, 1x 20 W Frontscheibenlüfter gegen Beschlagen) oder ...
- den zu überwindenden Adhäsionskräften zwischen Reifen, Wasser und Straße, sowie der Verdrängung des Wasserfilms sowie Verwirbelungen u.ä. verursacht wird!

Hinweise: Der höhere Luftwiderstand aufgrund der Verringerung der Lufttemperatur bei Regen mache weniger als 20 % des Mehrverbrauchs aus. Benutzen Sie einen mittleren Heizwert des Benzins von $H = 35$ MJ/l.

Aufgabe 31.1.11.2

„Zugig“

(10 BE)

Wie groß ist die Geschwindigkeit des aus einem 10 m hohen Kamin eines Einfamilienhauses austretenden Luftstroms, wenn die Temperatur im Inneren (angenommen homogen) 120 K höher ist als außen (0°C)?

Hinweis: Der Druckunterschied außen/ innen führt zu einer Bewegung der Luftmassen. Ein Strömungswiderstand wird nicht berücksichtigt. Es sollen die Gesetze des idealen Gases gelten.

Aufgabe 31.1.11.3

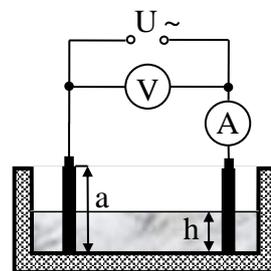
„Kapazitiv“

(10 BE)

Um die technische Nutzung der Kapazitätsveränderung in Abhängigkeit von dem Dielektrikum zwischen Kondensatorplatten zu untersuchen, haben Studenten folgendes Experiment durchgeführt:

An einen Plattenkondensator, dessen quadratische Platten eine Seitenlänge von $a = 20,0$ cm und einen Abstand von $d = 77,2$ cm haben, wurde mit Hilfe eines Sinusgenerators eine Wechselspannung ($U_{\text{eff}} = 50,0$ V) mit der Frequenz von $f = 150$ kHz angelegt und die effektive Stromstärke bei verschiedenen Füllständen h gemessen. Folgende Messwerte wurden dabei erfasst:

h in cm	0	2	6	10	15
I in μA	20	23	29	35	42,5



- Für die Änderung der Kapazität in Abhängigkeit von h gilt: $\Delta C = \frac{\epsilon_0 \cdot a \cdot h}{d} (\epsilon_r - 1)$.

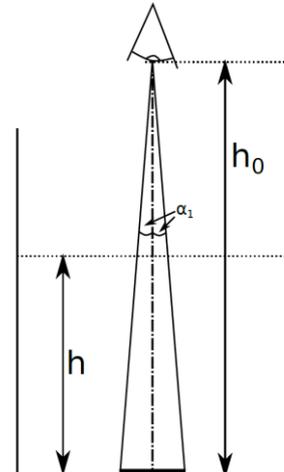
Leiten Sie diese Gleichung her.

- Berechnen Sie mit einem Messwertepaar die Permittivitätszahl des verwendeten Mediums und geben Sie eine mögliche Flüssigkeit für diesen Stoff an.

Aufgabe 31.1.11.4**„Münze unter Wasser“****(10 BE)**

Eine Münze, die auf dem Boden eines Gefäßes liegt, wird senkrecht von oben aus der Höhe $h_0 = 60,0 \text{ cm}$ betrachtet. In welchem Verhältnis $\frac{\alpha_2}{\alpha_1}$ ändert sich der Sehwinkel, unter dem der Rand der Münze erscheint, wenn das Gefäß bis zur Höhe $h = 40,0 \text{ cm}$ mit Wasser gefüllt wird?

Hinweis: Die Winkel sind hierbei so klein, dass die Kleinwinkelnäherung verwendet werden kann.





Aufgaben der 1. Runde

Gib deine Lösungen bis zum 09.11.2021 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2021 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 03.02.2022 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 07.04.2022 in Erfurt.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

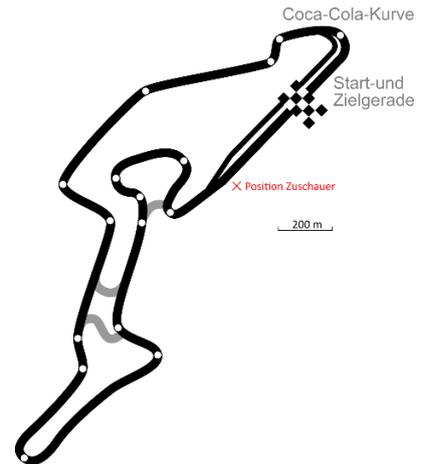
Aufgabe 31.1.12.1

„Formel-1-Sound“

(12 BE)

Ein Formel-1-Bolid verlässt zum Zeitpunkt $t = 0$ die Coca-Cola-Kurve mit $v = 180$ km/h. Auf der Start- und Zielgeraden beschleunigt er zunächst für $\Delta t_1 = 5$ s gleichmäßig mit $a_1 = 6$ m/s². Danach fährt er gleichförmig, bis er ab dem Zeitpunkt $t_2 = 11$ s wieder abbrems.

Ein Zuschauer verfolgt die Fahrt des Rennwagens von der Tribüne aus. Er befindet sich 600 m von der Coca-Cola-Kurve entfernt und hat einen Abstand von 30 m zur Fahrbahn. Der Zuschauer hört den typischen Sound eines vorbeifahrenden Rennwagens, denn das Motorengeräusch ($f_0 = 1175$ Hz) wird durch den Doppler-Effekt in charakteristischer Weise verändert.



- a) Berechnen Sie die vom Zuschauer wahrgenommene Frequenz f in Zeitschritten von $\Delta t = 1,0$ s beginnend bei $t = 0$ bis zum Zeitpunkt $t_2 = 11$ s. Stellen Sie die Veränderung der Frequenz in Abhängigkeit der Zeit grafisch dar.

Achten Sie darauf Ihren Lösungsweg nachvollziehbar darzustellen!

Gerne können Sie eine Tabellenkalkulationssoftware zum Lösen dieser Aufgabe nutzen! Verwenden Sie die Schallgeschwindigkeit $c = 344$ m/s.

- b) Beim Beschleunigen verändert sich das Motorengeräusch – die Frequenz des Motors nimmt zu. Skizzieren Sie in Ihr Diagramm aus a) qualitativ den Verlauf der f - t -Kurve, wenn die Frequenz f_0 erst bei der maximalen Geschwindigkeit erreicht wird.
- c) Markieren Sie im f - t -Diagramm den Zeitpunkt t_Z , wenn der Formel-1-Bolid genau am Zuschauer vorbeifährt und erklären Sie die Besonderheit dieses Punktes!

Aufgabe 31.1.12.2

„Kondensator“

(8 BE)

Ein Lehrer will im Unterricht das Laden und Entladen eines Kondensators vorführen. Dafür baut er untenstehende Schaltung (Abb. 1) auf und wählt ein – schönes, altes – Demonstrationsvoltmeter aus (vgl. Abb. 2 und Tabelle 1). Er verwendet einen Widerstand $R = 2000$ Ω und einen Kondensator $C = 33000$ μ F. Den Messbereich stellt er so ein, dass die Spannung optimal beobachtet werden kann. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter von Position (1) in Position (2) gebracht.

- a) Berechnen Sie $U_{C0} = U_C(t = 0)$.
- b) Leiten Sie die Formel zur Berechnung der Halbwertszeit $t_{1/2}$ des Entladevorgangs her und berechnen Sie diese.

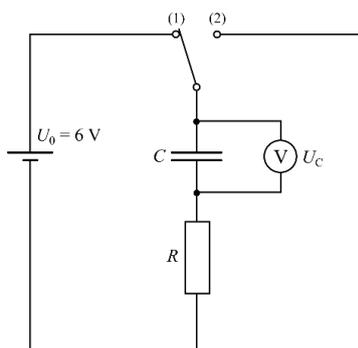


Abb.1: Schaltplan



Abb. 2: Demonstrationmultimeter

Messbereich	Innenwiderstand in Ω
0 ... 1 V	500
0 ... 10 V	5000
0 ... 100 V	50000

Tabelle 1: Messbereiche Demonstrationsvoltmeter

Aufgabe 31.1.12.3

„Interferenz“

(10 BE)

Zwei parallele und gleich lange Dipole S_1 und S_2 strahlen elektromagnetische Wellen ab, die sich mit $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ausbreiten. Die Dipole schwingen mit gleicher Frequenz und gleicher Amplitude in Phase. Ihr Abstand sei g . In großer Entfernung ($\overline{ME} \gg g$) von den beiden Dipolen befindet sich ein Empfänger E (siehe Abb.1).

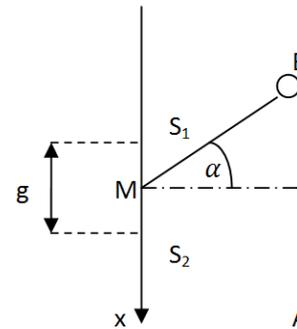


Abb.1

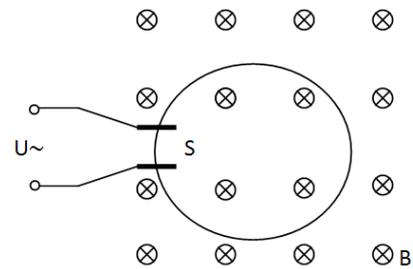
- Die Frequenz der Dipole beträgt zunächst $f = 7,50 \cdot 10^8 \text{ Hz}$. Der Dipolabstand beträgt $g = 80,0 \text{ cm}$. Unter welchem Winkeln ($0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$) registriert der Empfänger E ein Maximum?
- Nun sei $\alpha = 30^\circ$, g betrage wiederum $80,0 \text{ cm}$. Für welche Sendefrequenzen im Bereich $1,25 \cdot 10^8 \text{ Hz} \leq f \leq 1,60 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ registriert der Empfänger E dann ein Maximum?
- Nun sei $\alpha = 90^\circ$ und die Frequenz ist wieder $f = 7,5 \cdot 10^8 \text{ Hz}$. Der Dipol S_2 wird in x -Richtung mit vernachlässigbarer Geschwindigkeit verschoben (Abb. 1). Dabei erhöht sich der Dipolabstand g von $80,0 \text{ cm}$ auf 190 cm . Erklären Sie, warum der Empfänger E während dieses Vorgangs abwechselnd Maxima und Minima registriert. Für welche Abstände g ist der Empfang minimal?

Aufgabe 31.1.12.4

„Das Mikrotron“

(10 BE)

Das Mikrotron ist ein Kreisbeschleuniger für Elektronen. In einem konstanten homogenen magnetischen Feld werden die Elektronen durch eine hochfrequente Wechselspannung immer an derselben Stelle beschleunigt (Beschleunigungskondensator S).



Die kinetische Energie der Elektronen beim ersten Eintritt in den Beschleunigungsspalt ist vernachlässigbar. Die wirksame Beschleunigungsspannung U ist so gewählt, dass ein Elektron bei jedem Umlauf genau seine Ruheenergie m_0c^2 dazugewinnt.

- Wie groß muss U gewählt werden?
- Welche Geschwindigkeit v_1 haben die Elektronen nach dem ersten Durchgang durch die Beschleunigungsstrecke?
- Berechnen Sie den zugehörigen Bahnradius r_1 und die Umlaufdauer T_1 . Die magnetische Flussdichte ist $B = 0,05 \text{ T}$.
- Geben Sie die Masse eines umlaufenden Elektrons in Abhängigkeit von der Zahl n der Umläufe an und bestimmen Sie die Umlaufdauer T_n des n -ten Umlaufs.
- Wie viele Umläufe sind mindestens nötig, damit die Gesamtenergie der Elektronen den Wert 30 MeV überschreitet?