

46. Internationale PhysikOlympiade Mumbai, Indien 2015



Wettbewerbsleitung

Dr. Stefan Petersen
Tel.: 0431 / 880 - 5120
email: petersen@ipho.info

Sekretariat

Lulu Hoffmeister
Tel.: 0431 / 880 - 5387
email: sekretariat@ipho.info

Anschrift: IPN an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62
24098 Kiel

Fax: 0431 / 880 - 3148

Webseite: www.ipho.info

Lösungen und Bewertungsvorschläge zu den Aufgaben der 1. Runde im Auswahlwettbewerb zur 46. IPhO 2015

**Nur für die betreuenden Lehrerinnen und Lehrer. Nicht vor Ende
September 2014 an Schülerinnen und Schüler weitergeben!**

Sehr geehrte Fachlehrerin, sehr geehrter Fachlehrer,

Ihnen gebührt unser besonderer Dank. Ohne Ihr Engagement bei der Vorbereitung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie bei der Korrektur der Ausarbeitungen wäre es uns nicht möglich, den Auswahlwettbewerb für die Internationale PhysikOlympiade in dieser Form durchzuführen. Wir bitten Sie daher auch in diesem Jahr herzlich, Ihre Schüler und vor allem Ihre Schülerinnen zur Teilnahme an dem Wettbewerb anzuregen und die von Ihren Kandidatinnen bzw. Kandidaten eingereichten Bearbeitungen anhand des angehängten Bewertungsschemas zu bewerten. Der Stichtag für die Einsendung der Ergebnisse der 1. Runde liegt im Sommer 2014 und variiert von Bundesland zu Bundesland. Weitere Informationen zur 1. Runde sind unter www.ipho.info zu finden.

Wir freuen uns sehr über Ihre Mitarbeit und wünschen Ihnen sowie Ihren Schülerinnen und Schülern viel Erfolg.

Ihr IPhO-Team am IPN in Kiel

Bitte beachten Sie unbedingt auch die Hinweise auf der Folgeseite!



Hinweise zur 1. Wettbewerbsrunde für betreuende Lehrkräfte

Für den Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade gibt es ein **Online-Anmeldungs- und -Bewertungsverfahren**, das nachfolgend kurz beschrieben ist. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf der Wettbewerbsseite.

Registrierung bzw. Anmeldung als betreuende Lehrkraft

- Wenn Sie bereits für die IPhO oder eine andere der vom IPN organisierten ScienceOlympiaden elektronisch registriert sind, melden Sie sich mit Ihren Nutzerdaten bitte für den aktuellen Wettbewerb als Betreuerin bzw. Betreuer an. Ein erneutes Zufaxen des bei der Anmeldung noch einmal erzeugten Formulars ist in diesem Fall nicht erforderlich.
- Falls Sie noch nicht bei uns registriert sind, registrieren Sie sich bitte so bald wie möglich unter www.ipho.info als betreuende Lehrkraft. Drucken Sie zum Abschluss der Registrierung das erzeugte Formular aus und faxen Sie es zur Freischaltung Ihrer Daten mit einem Schulstempel versehen an das Wettbewerbssekretariat.
- Geben Sie bitte in beiden Fällen den bei der Registrierung erzeugten Lehrercode an die von Ihnen betreuten Kandidatinnen und Kandidaten weiter, damit eine Zuordnung zwischen Teilnehmenden und Lehrkräften erfolgen kann.

Bearbeitung der Aufgaben durch Schülerinnen und Schüler

- Schülerinnen und Schüler bearbeiten die Aufgaben der 1. Runde in Hausarbeit. Dabei sind nur Einzelarbeiten zugelassen. Die Ausarbeitungen sollten so rechtzeitig abgegeben werden, dass Sie bis zum Rückmeldestichtag in Ihrem Bundesland die Korrektur durchführen und die Ergebnisse weitergeben können (s. auch unten).
- Vor der Abgabe der Arbeit müssen sich teilnehmende Schülerinnen und Schüler ebenfalls online für den Wettbewerb registrieren bzw. anmelden und das am Ende erzeugte Adressformular ggf. korrigiert ihrer Bearbeitung beilegen.

Bewertung der Arbeiten und Übermittlung der Ergebnisse

- Bewerten Sie die Ausarbeitungen Ihrer Kandidaten bitte anhand dieser Musterlösung und füllen Sie jeweils einen Bewertungsbogen (s. letzte Seite) aus. Weitere Hinweise zur Korrektur finden Sie am Ende der Musterlösung. Die/der für Ihr Bundesland zuständige Landesbeauftragte steht Ihnen für Rückfragen bei der Korrektur gerne zur Verfügung.
- Teilen Sie uns bitte die Bewertungsergebnisse Ihrer Schülerinnen und Schüler online unter www.ipho.info mit. Nach Eingabe der Bewertungsergebnisse wird zur Kontrolle eine Zusammenfassung der eingegebenen Ergebnisse erzeugt.
- Schicken Sie die bewerteten Arbeiten zusammen mit den Adressformularen, den Bewertungsbögen und der Zusammenfassung der Bewertung bis zu dem in Ihrem Bundesland gültigen Stichtag an Ihren Landesbeauftragten.
- Kontaktinformationen zu den Landesbeauftragten und den für Ihr Bundesland gültigen Stichtag für die Eingabe der Ergebnisse sowie das Einsenden der Arbeiten der 1. Runde finden Sie unter www.ipho.info.

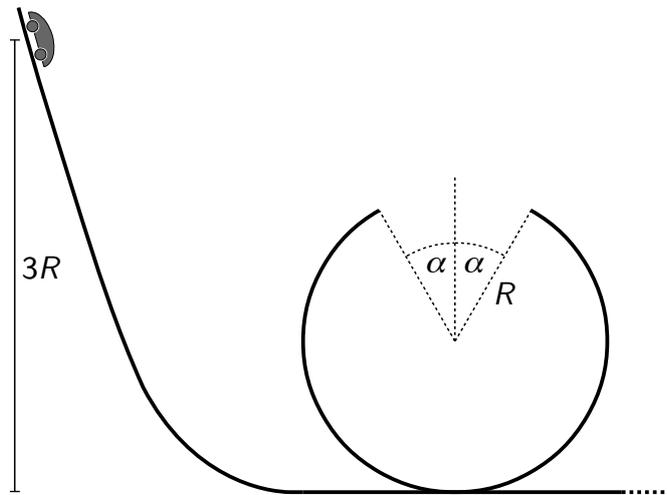
Bei Fragen oder Problemen hilft Ihnen das IPhO-Team am IPN gerne weiter.

Aufgabe 1 Verrückter Looping

(13 Pkt.)

Ein ambitionierter Bastler konstruiert die unterschiedlichsten Bahnen für Spielzeugautos. Eine seiner Lieblingsbahnen enthält einen Looping mit Radius $R = 40\text{ cm}$, der, wie in der nebenstehenden Abbildung skizziert, unterbrochen ist.

Ein sehr kleines Auto startet aus einer Höhe $h = 3R$, rollt den Abhang hinunter und kommt dann an die Unterbrechung des Loopings. Der Wagen springt, fliegt, ... landet sanft am Anfang des anderen Loopingteils und setzt seine Fahrt fort.



Berechne die Länge des fehlenden Teilstückes des Loopings.

Reibungseffekte und die Ausdehnung des Spielzeugautos sollen dabei vernachlässigt werden.

Lösung

Damit der Wagen sanft auf der anderen Seite des Loopings aufkommt, muss dessen Geschwindigkeit bei der Landung wie beim Absprung tangential zu dem Ende des Kreissegmentes sein. Während des Fluges, einem schrägen Wurf, bewegt sich der Wagen auf einer parabelförmigen Bahn. Die Flugbahn ist also symmetrisch bezüglich der eingezeichneten Mittellinie des Kreissegmentes.

Bezeichne mit v die Absprunggeschwindigkeit des Wagens. Dann ist die Flugzeit t gegeben durch

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}. \quad (1.1)$$

In dieser Zeit legt der Wagen die horizontale Strecke

$$x = (v \cos \alpha) t = \frac{2v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \quad (1.2)$$

zurück. Um wieder auf dem Kreissegment zu landen, muss diese Strecke $2R \sin \alpha$ entsprechen. Damit muss gelten:

$$v^2 \cos \alpha = Rg. \quad (1.3)$$

Die Absprunggeschwindigkeit v lässt sich mit Hilfe des Energiesatzes ermitteln. Da Reibungsverluste nicht berücksichtigt werden sollen, bleibt die Summe aus kinetischer und potentieller Energie erhalten und es gilt

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mgR(1 + \cos \alpha). \quad (1.4)$$

Hierbei bezeichnet m die Masse des Wagens. Durch Umstellen der Gleichung (1.4) nach v^2 und Einsetzen in (1.3) ergibt sich die folgende quadratische Gleichung für $\cos \alpha$:

$$\cos^2 \alpha + \left(1 - \frac{h}{R}\right) \cos \alpha + \frac{1}{2} = 0. \quad (1.5)$$

Diese wird gelöst durch

$$\cos \alpha = \frac{\frac{h}{R} - 1}{2} \pm \sqrt{\frac{(\frac{h}{R} - 1)^2}{4} - \frac{1}{2}}. \quad (1.6)$$

Für den gegebenen Wert von $h = 3R$ lautet die einzige Lösung mit reellem Winkel

$$\cos \alpha = 1 - \sqrt{\frac{1}{2}} \quad \text{bzw.} \quad \alpha \approx 73^\circ. \quad (1.7)$$

Das in dem Looping fehlende Bogenstück besitzt also eine Länge von

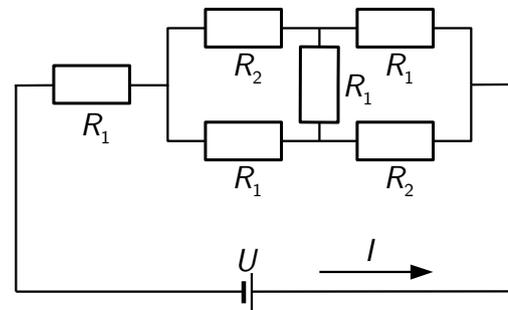
$$L = 2\alpha R \approx 2,5R \approx 1,0 \text{ m}. \quad (1.8)$$

Hinweis: Wenn statt des Bogenstückes die horizontale Strecke bestimmt wird, sollte dies auch mit voller Punktzahl bewertet werden.

Aufgabe 2 Widerstandsnetz

(13 Pkt.)

Die abgebildete Schaltung enthält neben einer Spannungsquelle Widerstände mit den Widerstandswerten R_1 und R_2 . Zunächst werden identische Widerstände verwendet, d.h. $R_1 = R_2$. Der in diesem Fall fließende Strom I beträgt 1,0 A.



Bestimme die Stromstärke I , wenn die beiden mit R_2 gekennzeichneten Widerstände nun jeweils gegen Widerstände mit einem doppelt so hohen Widerstandswert ausgetauscht werden.

Lösung

Wenn $R_2 = R_1$ ist, fließt durch den zwischen den Parallelzweigen verbauten Widerstand kein Strom, da die Enden aus Symmetriegründen auf dem gleichen Potential liegen. Der Gesamtwiderstand der Schaltung beträgt also

$$R_{\text{ges},1} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{2R_1} + \frac{1}{2R_1}} = 2R_1. \quad (2.1)$$

Für $R_2 = 2R_1$ fließt nun auch durch den Widerstand zwischen den Parallelzweigen ein Strom. Die nebenstehende Abbildung zeigt den entsprechenden Teil der Schaltung. Aus Symmetriegründen müssen die durch die beiden größeren Widerstände fließenden Ströme gleich groß sein.

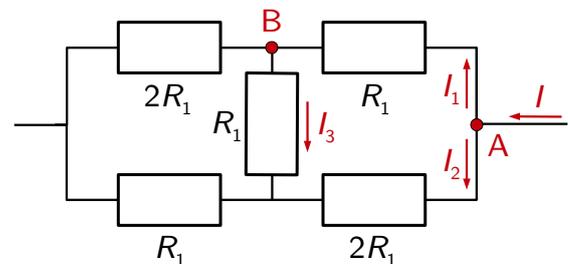


Abb. 1: Parallelteil der Schaltung.

Mit der Maschenregel gilt für den rechten Teil der Schaltskizze:

$$R_1 I_1 + R_1 I_3 - 2R_1 I_2 = 0 \quad \text{bzw.} \quad I_1 - 2I_2 + I_3 = 0. \quad (2.2)$$

Aus der Knotenregel lässt sich außerdem für die Punkte A und B ableiten, dass

$$I_1 + I_2 = I \quad \text{sowie} \quad I_1 - I_2 - I_3 = 0. \quad (2.3)$$

Aus den Gleichungen (2.2) und (2.3) ergeben sich die Ströme I_1 und I_2 zu

$$I_1 = \frac{3}{5} I \quad \text{und} \quad I_2 = \frac{2}{5} I. \quad (2.4)$$

Damit ist der Gesamtspannungsabfall über dem Parallelteil nach der Definition des ohmschen Widerstandes gegeben durch

$$U_{\text{parallel}} = R_1 I_1 + 2 R_1 I_2 = \frac{7}{5} R_1 I =: R_{\text{parallel}} I. \quad (2.5)$$

Der Gesamtwiderstand der Schaltung in diesem Fall ist daher

$$R_{\text{ges,2}} = R_1 + R_{\text{parallel}} = \frac{12}{5} R_1 = 2,4 \cdot R_1. \quad (2.6)$$

Da die Spannung in den beiden Fällen die gleiche ist, bleibt auch das Produkt aus Gesamtwiderstand und Stromstärke gleich. Der durch diese Schaltung fließende Strom ergibt sich daraus schließlich zu

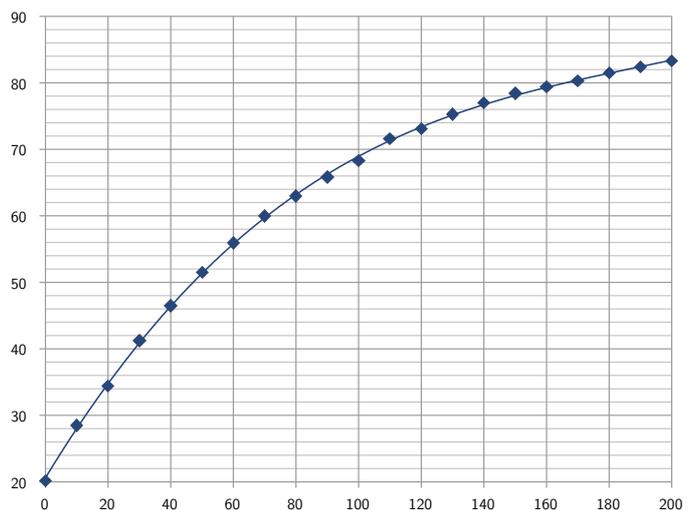
$$I = \frac{R_{\text{ges,1}}}{R_{\text{ges,2}}} \cdot 1,0 \text{ A} = \frac{5}{6} \cdot 1,0 \text{ A} \approx 0,83 \text{ A}. \quad (2.7)$$

Hinweis: Eine ausführlich begründete experimentelle Lösung mit Fehlerbetrachtung sollte auch mit voller Punktzahl bewertet werden.

Aufgabe 3 Chaotische Physik

(13 Pkt.)

Beim Ordnen ihrer Physikerunterlagen findet Hanna einen Graphen¹, den sie nicht zuordnen kann. Dummerweise hat sie vergessen, die Achsen zu beschriften. In den Aufzeichnungen findet sie aber drei Experimente, zu denen die Messwerte ihrer Meinung nach passen könnten.



- Die Beobachtung eines Flummis nach dem Aufprall auf einer ebenen, festen Unterlage, die sich 20 cm über dem Boden befindet: Der Graph zeigt die Höhe des Flummis (in cm) als Funktion der Zeit (in ms) nach dem Stoß.
- Die Aufladung eines Kondensators mit einer Kapazität von $6,8 \mu\text{F}$ über einen $3,3 \text{ M}\Omega$ -Widerstand: Der Kondensator ist anfänglich auf eine Spannung von 20 V aufgeladen. Der Graph stellt die Kondensatorspannung (in V) als Funktion der Zeit (in s) dar.

¹Die Abbildung ist in besserer Auflösung auf der IPhO-Webseite erhältlich.

- Die Erwärmung von 100 ml Wasser in einem Becherglas mit einer elektrischen Heizvorrichtung (Leistung: 350 W): Das Wasser besitzt anfänglich Umgebungstemperatur. Der Graph bildet die Wassertemperatur (in °C) als Funktion der Zeit (in s) ab.

Tatsächlich passt der Graph zu genau einem der Experimente.

Finde heraus, welches der Experimente dies ist und warum die anderen beiden nicht in Frage kommen. Begründe deine Antwort zu allen drei Experimenten physikalisch.

Lösung

- **Flummisprung**

Die anfängliche Steigung des Graphen müsste in diesem Fall der vertikalen Geschwindigkeit v_0 des Flummis direkt nach dem Absprung entsprechen. Aus dem Graphen kann man diese ablesen zu

$$v_0 \approx \frac{16 \text{ cm}}{20 \text{ ms}} \approx 8,0 \text{ m s}^{-1}. \quad (3.1)$$

Ohne Berücksichtigung von Reibung würde der höchste Punkt der Bahn damit nach einer Zeit von $\frac{v_0}{g} \approx 820 \text{ ms}$ erreicht werden. In dem gegebenen Graph wäre die Geschwindigkeit aber schon nach etwa 200 ms auf unter 1 m s^{-1} abgefallen und der Flummi müsste, da sich die Geschwindigkeit linear mit der Zeit ändert, deutlich früher den höchsten Punkt erreichen. Damit passt dieser Graph nicht zu dem Experiment.

- **Kondensatoraufladung**

Die Zeitkonstante für die Aufladung des Kondensators ist gegeben durch

$$\tau = RC \approx 22 \text{ s}. \quad (3.2)$$

Der abgebildete Zeitraum entspricht fast dem 10-fachen der Zeitkonstanten. Schon nach dem Dreifachen der Zeitkonstante sollten aber mehr als 95% des Maximalwertes der Spannung erreicht sein und sich diese nur noch wenig ändern. Daher passt auch dieses Experiment nicht zu dem Graphen.

- **Wassererwärmung**

Nach Ausschluss der anderen beiden Experimente muss der Graph zu diesem Experiment passen. Dies ist auch physikalisch plausibel.

Zunächst wärmt die Heizvorrichtung fast ausschließlich das Wasser auf. Aus der anfänglichen Steigung des Graphen lässt sich mit der spezifischen Wärmekapazität von Wasser ($c_w = 4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$) auch die Leistung des Hezelementes rekonstruieren. Die zum Erwärmen notwendige Leistung ist

$$P = c_w m \frac{\Delta T}{\Delta t} \approx 4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 0,10 \text{ kg} \cdot \frac{16 \text{ K}}{20 \text{ s}} \approx 330 \text{ W}. \quad (3.3)$$

Die Heizleistung liegt also etwas unterhalb der angegebenen Leistung der Heizvorrichtung, was bei Berücksichtigung des Wirkungsgrades zu erwarten ist. Mit steigender Wassertemperatur wird mehr und mehr Wärme an die Umgebung abgegeben. Die abgegebene Wärmeleistung ist dabei proportional zur Differenz von Wassertemperatur und Umgebungstemperatur (Newtonsches Abkühlungsgesetz). Das Wasser wird nicht mehr wärmer,

wenn die Heizleistung gleich der Wärmeverlustleistung ist. Je näher die Wassertemperatur an dieser Grenztemperatur ist, desto langsamer erwärmt sich das Wasser². Der Verlauf des Graphen passt zu diesem theoretisch erwarteten Verhalten.

Die Idee zu dieser Aufgabe geht zurück auf: Grimvall, G. (2012). Another "Find-the-Flaw" Test. *The Physics Teacher*, Vol. 50, p. 530.

Aufgabe 4 Schicksal der Erde

(11 Pkt.)

Im Laufe ihrer Entwicklung verändert sich die Zusammensetzung der Sonne durch die in ihrem Inneren stattfindenden Fusionsprozesse. Bis zum Ende ihrer Phase als Hauptreihenstern wird der Sonnenradius dadurch auf etwa das 1,6-fache des jetzigen Wertes ansteigen, während ihre Oberflächentemperatur auf etwa 96% des heutigen Wertes sinkt.

Beim jetzigen Entwicklungsstand der Sonne würde sich ohne Berücksichtigung des Treibhauseffektes auf der Erde eine Gleichgewichtstemperatur von etwa 246 K einstellen.

Schätze ab, um wie viel sich diese Temperatur durch die Veränderung der Sonne verschieben wird. Erläutere kurz, was dies für das Leben auf der Erde bedeuten könnte.

Nimm für die Abschätzung an, dass sich der Bahnradius und andere relevante Parameter der Erde nicht verändern und die Temperatur auf der gesamten Erde die gleiche ist.

Lösung

Die von der Sonne abgegebene Strahlungsleistung P_S ist nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz proportional zur Oberfläche der Sonne und zur vierten Potenz ihrer Temperatur. Daher gilt für ihre Strahlungsleistung am Ende der Phase als Hauptreihenstern

$$P'_S = 1,6^2 \cdot 0,96^4 \cdot P_S \approx 2,2 \cdot P_S. \quad (4.1)$$

Die Erde absorbiert einen Anteil κ der Strahlungsleistung der Sonne. Dieser Faktor wird durch die geometrischen Gegebenheiten und die Albedo der Erde bestimmt. Es wird angenommen, dass κ konstant bleibt.

Im Gleichgewicht strahlt die Erde so viel Leistung ab, wie sie von der Sonne erhält³. Es gilt also für die Gleichgewichtstemperatur T_E erneut mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz

$$T'_E = T_E \left(\frac{\kappa P'_S}{\kappa P_S} \right)^{\frac{1}{4}} = \sqrt{1,6} \cdot 0,96 \cdot T_E \approx 299 \text{ K}. \quad (4.2)$$

Diese Erhöhung der Temperatur um mehr als 50 K würde ohne technische Hilfsmittel wohl das Ende der meisten Tierarten und des Menschen bedeuten. Da sich die Entwicklung aber über viele Millionen Jahre vollzieht, ist eine Adaption des Lebens denkbar.

²Mathematisch lässt sich die Erwärmung des Wassers in diesem Modell durch $T = T_0 + \frac{P}{\kappa} (1 - e^{-\frac{\kappa t}{m c_W}})$ beschreiben. Hierbei ist κ ein Maß für den Wärmeübergang zwischen dem Wasser und der Umgebung.

³Genauer müsste man hier noch die von der Erde z.B. durch radioaktive Zerfälle und Gezeitenkräfte erzeugte Wärmeleistung mit berücksichtigen. Das ist mit den gegebenen Informationen im Rahmen dieser Abschätzung aber nicht möglich.

Aufgabe 5 Streichholzbildchen (Junioraufgabe)

(10 Pkt.)

Mit einer dünnen Linse wird ein reelles Bild eines Streichholzes erzeugt. In der Abbildung⁴ sind das Streichholz, die optische Achse der Linse sowie das Bild des Streichholzkopfes eingezeichnet.



Konstruiere das entstehende Bild des ganzen Streichholzes und kennzeichne die Brennweite der Linse in der Abbildung. Erläutere dabei dein Vorgehen.

Lösung

Die Verbindungslinie zwischen dem Objektpunkt (dem Streichholzkopf) und dessen Bildpunkt schneidet die eingezeichnete optische Achse in der Linsenebene. Da die Linse senkrecht zur optischen Achse steht, ist deren Position damit bestimmt.

Betrachtet man nun einen vom Objekt ausgehenden Strahl parallel zur optischen Achse, so geht dieser hinter der Linse durch den Brennpunkt auf der optischen Achse. Damit ist auch der Brennpunkt gefunden.

Analog kann man die anderen Bildpunkte des Streichholzes finden. Da das Streichholz parallel zur optischen Achse orientiert ist, liegen die Bildpunkte alle auf dem Strahl von dem Brennpunkt zu dem Bildpunkt des Streichholzkopfes. Die nebenstehende Abbildung veranschaulicht die Bildkonstruktion.

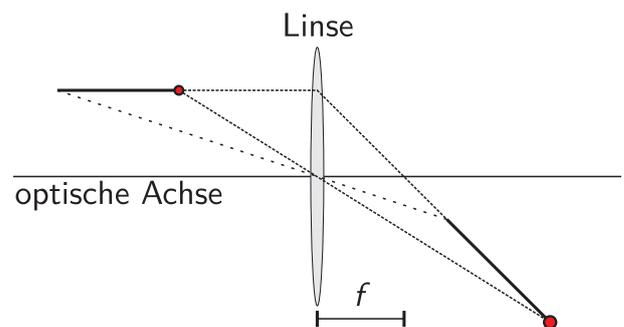


Abb. 2: Konstruktion des Streichholzbildes.

Hinweis: Um das Bild auf einem Schirm aufzufangen, muss der Schirm also schräg zur optischen Achse aufgestellt werden. Insgesamt ist das Bild des Streichholzes dabei leicht vergrößert.

⁴Die Abbildung ist in besserer Auflösung auf der IPhO-Webseite erhältlich.

Bewertungsvorschläge

Gemäß den Gepflogenheiten bei der Internationalen PhysikOlympiade sollte bei der Bewertung der Arbeit die Richtigkeit der Lösung im Mittelpunkt stehen, nicht die Sauberkeit der Ausarbeitung und der sprachliche Ausdruck.

Die angegebenen Punktzahlen beziehen sich auf den von uns ausgearbeiteten Lösungsweg. Bei anderen Lösungswegen muss die Bewertung sinngemäß abgeändert werden, wobei die Gesamtpunktzahl pro Aufgabe beizubehalten ist.

Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahr 2014/2015 noch nicht die vorletzte Jahrgangsstufe erreicht haben, können durch die Bearbeitung der **Junioraufgabe** einen Bonus von maximal 10 Punkten erreichen.

Auch Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die nicht in die nächste Runde kommen, erhalten eine Teilnahmebestätigung für die 1. Runde. Bitte melden Sie daher auch diese unbedingt an Ihre(n) Landesbeauftragte(n) weiter. Die Punktegrenze für das Erreichen der zweiten Runde liegt in diesem Jahr bei **35 Punkten**.

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

Bewertung Aufgabe 1 - Verrückter Looping	Punkte
Erkennen, dass die Bahn symmetrisch verläuft	1
Behandlung als schräger Wurf	2
Bestimmen der Flugzeit (1.1)	2
Untersuchen der horizontalen Bewegung und Bedingung analog zu (1.3)	2
Verwenden des Energiesatzes	2
Aufstellen und Lösen einer quadratischen Gleichung wie in (1.5) bis (1.7)	3
Bestimmen der Länge des fehlenden Teilstückes (1.8)	1
	13

Bewertung Aufgabe 2 - Widerstandsnetz	Punkte
Erkennen der Symmetrie im ersten Fall	1
Bestimmen des Gesamtwiderstandes (2.1) im ersten Fall	2
Erkennen der Symmetrie im zweiten Fall	2
Aufstellen der Maschen- und Knotenregeln	3
Bestimmen der Ströme (2.4)	2
Ergebnis (2.7) für die Stromstärke	3
	13

Bewertung Aufgabe 3 - Chaotische Physik	Punkte
Erkennen, dass der Graph nicht zu dem Flummiexperiment passt	1
Physikalische Begründung beim Flummiexperiment	3
Erkennen, dass der Graph nicht zur Kondensatoraufladung passt	1
Physikalische Begründung bei der Kondensatoraufladung	3
Erkennen, dass der Graph zur Wassererwärmung passt	1
Physikalische Begründung bei der Wassererwärmung	4
	13

Bewertung Aufgabe 4 - Schicksal der Erde	Punkte
Verwenden des Stefan-Boltzmann-Gesetzes für die Strahlungsleistung	1
Skalierung und Bestimmen der Leistung (4.1)	3
Berücksichtigung der Konstanz der anderen Parameter	1
Verwenden des Strahlungsgleichgewichtes für die Erde	2
Ergebnis (4.2) für die Erdtemperatur	2
Angabe zu Folgen für das Leben auf der Erde	2
	11

Bonuspunkte, die jüngere Teilnehmende durch Bearbeitung der Junioraufgabe erhalten können:

Bewertung Aufgabe 5 - Streichholzbildchen (Junioraufgabe)	Punkte
Bestimmung der Linsenposition	1
Bestimmung des Brennpunktes	2
Konstruktion der Bildpunkte des Streichholzes	2
Vervollständigung des Bildes	2
Erläuterung des Vorgehens	3
	10

Bewertungsbogen für die 1. Runde zur 46. IPhO 2015(dieser Bogen ist auch unter www.ipho.info bei den Hinweisen zur 1. Runde erhältlich)**Von der korrigierenden Lehrkraft auszufüllen.**

Schülername (-code): _____ (_____)

Schule, Ort: _____

Lehrkraft: _____

Aufgabe	Maximalpunktzahl	Erreichte Punktzahl
1 Verrückter Looping	13	
2 Widerstandsnetzwerk	13	
3 Chaotische Physik	13	
4 Schicksal der Erde	11	

Bonuspunkte für jüngere Teilnehmende

5 Streichholzbildchen (Junioraufgabe)	10	
	50 (+10)	

Kommentare und Anregungen:

Unterschrift: _____