



54. Internationale PhysikOlympiade

Isfahan, Iran 2024*

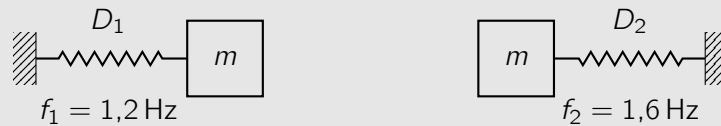
**Vorbereitungsaufgaben
für die 2. Wettbewerbsrunde**

*Für die Ausrichtung der 54. IPhO im Juli 2024 ist entsprechend eines Beschlusses des International Board der IPhO aus 2011 der Iran vorgesehen. Eine Entscheidung über die Entsendung eines deutschen Teams ist noch nicht gefallen und wird unter Berücksichtigung der politischen Lage sowie der logistischen Gegebenheiten getroffen.

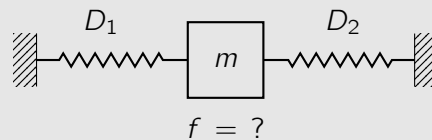
Aufgabe 1 Doppeltes Federpendel (MC-Aufgabe)
(5 Pkt.)

(2. Runde zur IPhO 2023, Idee: Aufgabengruppe der PhysikOlympiade - Thomas Hellerl)

In den beiden in der Abbildung gezeigten Federpendeln schwingt jeweils ein Körper der Masse m reibungsfrei. Die Federkonstanten D_1 und D_2 der beiden hookeschen Federn sind dabei jedoch unterschiedlich. Daher schwingen die Körper nach einer Auslenkung mit unterschiedlichen Frequenzen f_1 und f_2 .



Wie groß ist die Schwingungsfrequenz (Eigenfrequenz) des unten gezeigten Systems, in dem die Federn gekoppelt sind?



A 1,4 Hz

B 2,0 Hz

C 2,4 Hz

D 2,8 Hz

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 2 Rohmilch im Glaskolben

(1. Runde zur 51. IPhO 2021)

Der nebenstehend abgebildete Glaskolben enthält Rohmilch. Wenn die Milch einige Zeit in Ruhe gelassen wird, setzt sich der Rahm der Milch ab, während die restliche Magermilch unten verbleibt. Du kannst annehmen, dass das Gesamtvolumen der Flüssigkeit dabei konstant bleibt.

Gib an, ob der Druck am Boden des Kolbens dabei abnimmt, zunimmt oder gleich bleibt. Begründe deine Antwort.

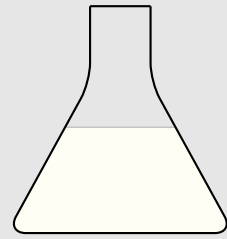


Abb. 1. Glaskolben mit Rohmilch.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Aufgabe 3 Schwimmen und Sinken

(3. Runde zur 45. IPhO 2014)

In einer Flüssigkeit schwimmt ein Körper so, dass nur 3% seines Volumens über dem Flüssigkeitsspiegel sind. Der Volumenausdehnungskoeffizient der Flüssigkeit beträgt $5,2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ und der Längenausdehnungskoeffizient des Körpers $3,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Bestimme, um wie viel sich die Temperatur des Systems ändern muss, damit der schwimmende Körper ganz untergeht.

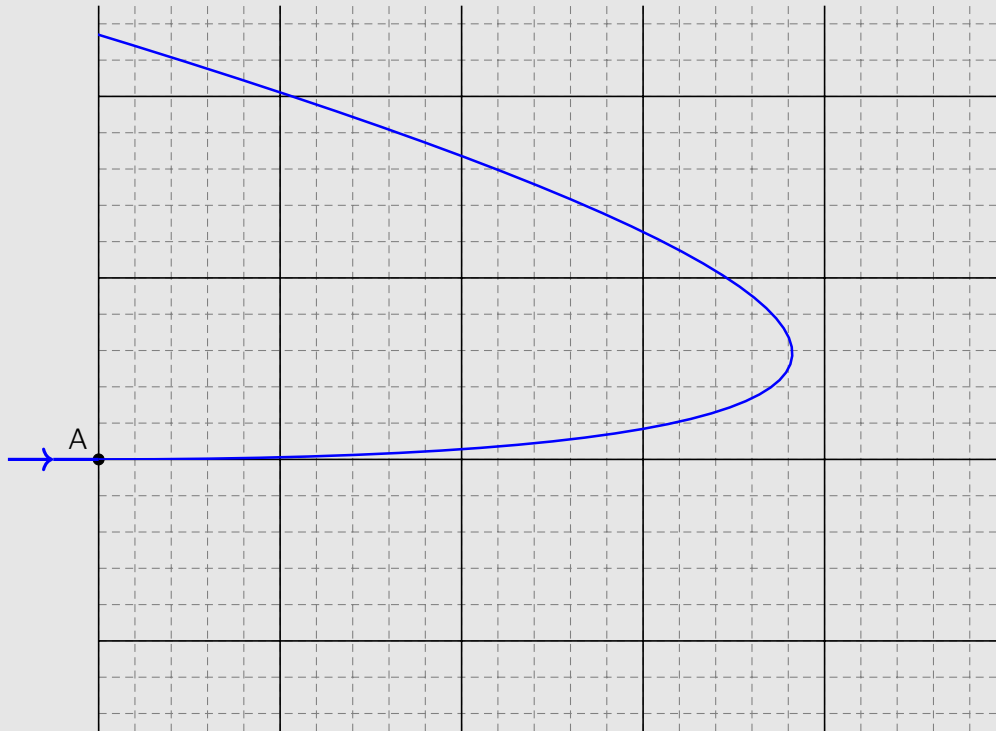
Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Aufgabe 4 Abgelenkt

(1. Runde zur 47. IPhO 2016)

Ein zuvor mit einer Spannung von 100 V beschleunigtes Elektron tritt am Punkt A in ein homogenes elektrisches Feld ein. Die Bahn des Elektrons ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Der Abstand der gestrichelten Linien in der Abbildung entspricht 4,0 mm und die Bewegung des Elektrons verläuft in der Zeichenebene.



Bestimme die Stärke und die Richtung des elektrischen Feldes, das zur Ablenkung des Elektrons führt.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

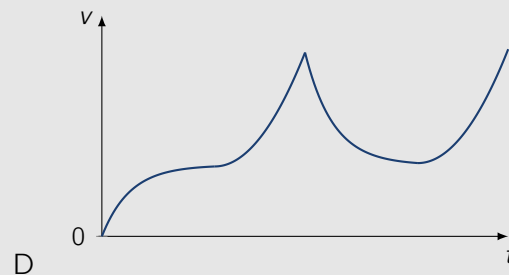
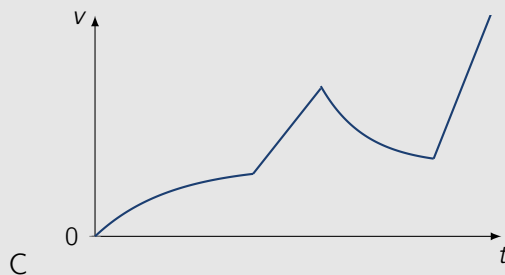
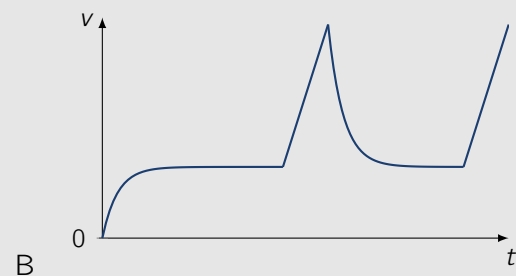
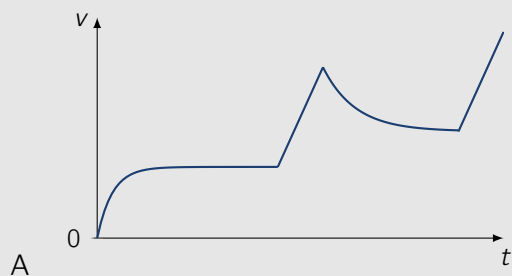
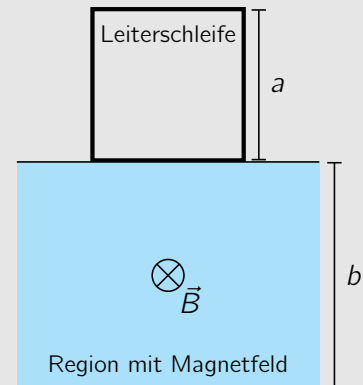
Rechnungen und Erläuterungen (Fortsetzung)

Aufgabe 5 Fallende Leiterschleife im Magnetfeld (MC-Aufgabe)

(2. Runde zur IPhO 2020, Idee: Aufgabengruppe der PhysikOlympiade - Richard Reindl)

Eine quadratische Leiterschleife mit Kantenlänge a , Widerstand R und Masse m fällt, wie nebenstehend skizziert, aus der Ruhe heraus in eine scharf begrenzte Region der Breite $b > a$ mit einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte \vec{B} , das in die Zeichenebene hinein orientiert ist. Die Graphen A, B, C und D sollen den zeitlichen Verlauf der Geschwindigkeit der Leiterschleife für verschiedene Magnetfeldstärken darstellen.

Welcher der Graphen zeigt einen physikalisch möglichen Vorgang?



Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Rechnungen und Erläuterungen (Fortsetzung)

Korrekte Antwort:

Aufgabe 6 Abbildung mit Spiegel und Linse

(3. Runde zur 49. IPhO 2018)

Eine dünne Linse erzeugt ein Bild eines Objektes. Direkt hinter die Linse wird nun ein flacher Spiegel auf die optische Achse gestellt. Die Spiegelfläche ist dabei senkrecht zur optischen Achse. Die übrige Konfiguration bleibt unverändert. In diesem Fall entsteht ein Bild des Objektes, das denselben Betrag für die Vergrößerung aufweist.

Bestimme die Vergrößerung.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Aufgabe 7 Ein unscharfes Bild

(1. Runde zur 47. IPhO 2016)

Ein Lineal wird fotografiert. Weit hinter dem Lineal befindet sich eine Lichterkette, deren kleine Lämpchen auf dem Foto unscharf erscheinen.

Vereinfachend kann angenommen werden, dass die Abbildung durch eine einzelne, dünne Linse erzeugt wird.

Bestimme mit Hilfe des Fotos den Durchmesser der Kameralinse.

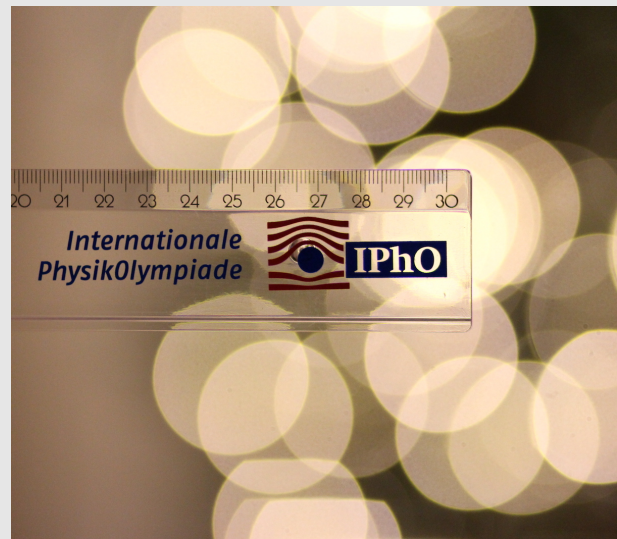


Abb. 2. Unscharfes Foto einer Lichterkette.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Aufgabe 8 Dicke einer Seifenblase (Kurzaufgabe)

(4. Runde zur 46. IPhO 2015)

Eine senkrechte Seifenblasenschicht wird horizontal mit einer Natriumlampe (Wellenlänge 589 nm) bestrahlt, und die Reflektion des Lichtes wird beobachtet. Das obere Ende der Schicht ist so dünn, dass kein Licht reflektiert wird und die Schicht dort schwarz erscheint. Unterhalb des oberen Endes erscheinen fünf helle Streifen, der fünfte am unteren Ende der Schicht.

Bestimme die Dicke der Seifenblasenschicht am unteren Ende.

Verwende für den Brechungsindex von Wasser den Wert 1,33.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Aufgabe 9 Eisdät

(1. Runde zur 49. IPhO 2018)

„Was machst Du denn da?“ fragt Hanna ihren Nachbarn, der mit einem ganzen Karton Eis nach Hause kommt. „Ich mache ab heute eine Wassereisdät“, antwortet dieser. „Wie bitte?“

„Ganz einfach“, erklärt Tom und zeigt ihr die Verpackung. „Das Eis hat einen Energienährwert von ungefähr 350 kJ pro 100 g. Um das Eis beim Essen aufzuwärmen und zu schmelzen, muss mein Körper aber viel mehr Energie aufbringen. Damit kann ich so viel Eis essen wie ich möchte und nehme dabei sogar noch ab!“

Kann das wirklich funktionieren? Hanna bleibt skeptisch.

Beurteile mit Hilfe geeigneter Abschätzungen, ob Toms Diätplan Erfolg haben kann. Besorge dir dazu benötigte weitere Zahlenwerte aus einem Buch oder dem Internet.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

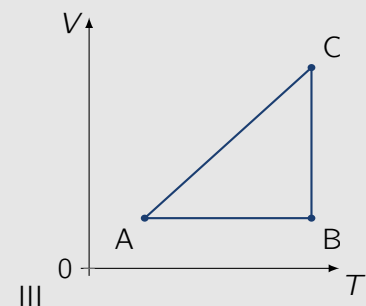
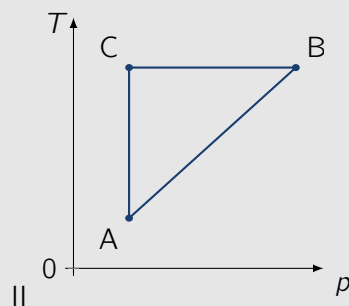
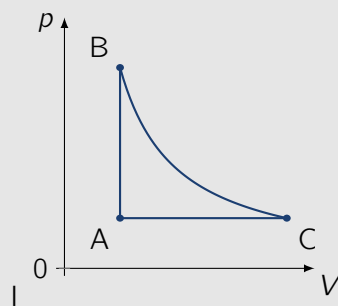
Aufgabe 10 Kreisprozess (MC-Aufgabe)

(2. Runde zur IPhO 2019)

Ein ideales Gas durchläuft einen Kreisprozess. Ausgehend von dem Zustand A wird es zunächst bei konstantem Volumen bis zu einem Zustand B erwärmt, anschließend expandiert es ohne Temperaturänderung bis zu einem Zustand C und wird schließlich isobar wieder zum Ausgangszustand A komprimiert.

Bezeichne mit p , V und T den Druck, das Volumen und die Temperatur des Gases.

Welche der nachfolgenden Graphen stellen den Kreisprozess korrekt dar?



- A Nur die Graphen I und II.
- B Nur die Graphen I und III.
- C Nur die Graphen II und III.
- D Alle drei Graphen.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 11 Druckbetrachtungen

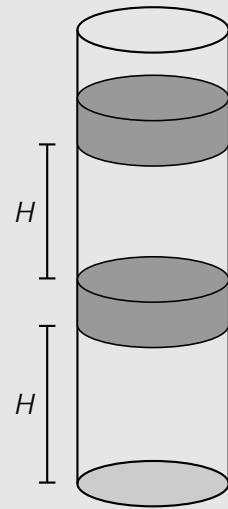
(3. Runde zur IPhO 2018 & 1. Runde zur IPhO 2009)

In einem mit Luft gefüllten, aufrechten Rohr befinden sich, wie nebenstehend gezeigt, zwei identische Scheiben. Das Rohr ist nach oben offen aber am unteren Ende verschlossen. Die Scheiben sind so dimensioniert, dass sie das Rohr luftdicht abschließen. Sie lassen sich aber vertikal verschieben.

Sowohl die Höhe des Luftvolumens zwischen der unteren Scheibe und dem Boden des Rohres als auch die des Luftraumes zwischen den Scheiben betragen in der anfänglichen Ruhelage $H = 30\text{ cm}$. Der Luftdruck zwischen den Scheiben liegt dabei 10 % über dem Atmosphärendruck.

Berechne die Dicke der Scheiben für den Fall, dass sie aus Kupfer mit einer Dichte von $8,95 \cdot 10^3\text{ kg m}^{-3}$ bestehen.

Bestimme, wie hoch die Luftsäule zwischen der unteren Scheibe und dem Boden des Rohres ist, wenn die obere Scheibe langsam an die ursprüngliche Stelle der unteren gedrückt wird.



Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Ergebnisse:

Aufgabe 12 Fadenpendel

(Begleitheft der 1. Runde zur 50. IPhO 2019)

Aus einem dünnen Faden und einem kleinen Gewicht, wie zum Beispiel einer Schraube oder Mutter, lässt sich ein einfaches Fadenpendel bauen. Wenn die Ausdehnung des Gewichtes sehr klein gegenüber der Fadenlänge ℓ ist, gilt für die Schwingungsdauer T des Pendels bei kleinen Auslenkungen

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

Dabei bezeichnet g die Schwerebeschleunigung auf der Erde. Theoretisch sollte damit T^2 eine lineare Funktion der Fadenlänge ℓ sein.

Die folgende Tabelle stellt in einem Experiment gemessene Werte der Schwingungsperioden T zusammen mit der gemittelten Schwingungsperiode \bar{T} und dem Quadrat dieser Größe dar.

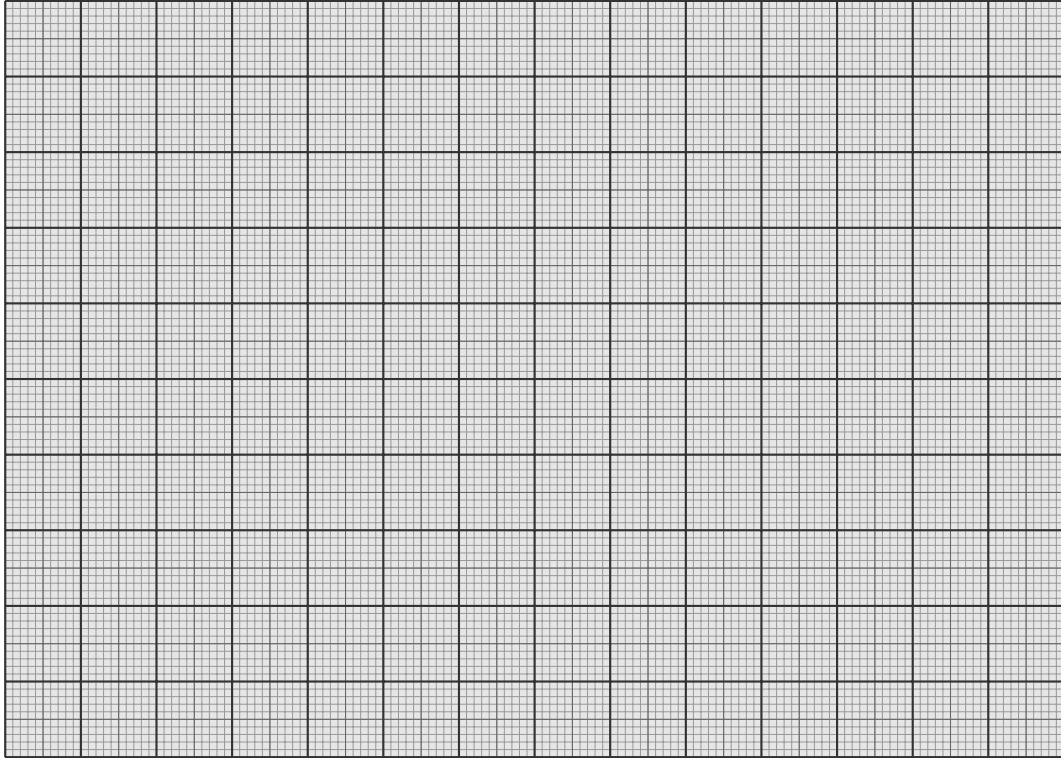
Fadenlänge	Zeit für 10 Schwingungsperioden					Mittelwert	
ℓ / cm	$10 T / \text{s}$					\bar{T} / s	\bar{T}^2 / s^2
67,2	16,62	16,87	15,43	17,50	17,61	1,68	2,82
55,5	15,12	13,94	16,18	15,04	15,53	1,51	2,29
47,0	13,79	12,60	13,37	14,41	14,80	1,38	1,90
34,5	11,93	13,02	10,77	12,18	11,72	1,19	1,42
22,0	9,50	11,44	9,24	9,59	8,73	0,97	0,94
13,4	7,91	6,38	8,32	8,91	7,89	0,79	0,62

Überprüfe mit Hilfe eines geeigneten Graphen, ob die experimentellen Daten zu dem theoretisch erwarteten Verlauf passen und bestimme den Wert der Schwerebeschleunigung g .

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Graph



Rechnungen und Erläuterungen (Fortsetzung)

Ergebnis: