

Vorbereitungsaufgaben für die 2. Wettbewerbsrunde

Aufgabe 1 Erde und Mars (MC-Aufgabe)

(4. Runde zur IPhO 2012 & 1. Runde zur IPhO 2017)

Die folgenden Abbildungen sollen, von rechts nach links, jeweils fünf Schnappschüsse der Bahnpositionen von Erde und Mars darstellen, die jeweils zu gleichen Zeiten aufgenommen worden sind. Die Verhältnisse der Bahnradien sind maßstabsgetreu, die Planeten aber stark vergrößert.

Gib an, welche der Abbildungen korrekt ist und begründe deine Antwort.



A



B



C



D



Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 2 Leistung von Gravitationswellen (MC-Aufgabe)

(2. Runde zur IPhO 2019)

Die allgemeine Relativitätstheorie sagt die Existenz von Gravitationswellen, also Wellen in der Struktur der Raumzeit voraus. Diese Wellen werden von beschleunigten Massen erzeugt und breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus.

Für zwei Körper mit gleicher Masse m , die sich in einem Abstand r umkreisen, lässt sich die durch Gravitationswellen abgestrahlte Leistung P mit Hilfe der Gravitationskonstante G und der Vakuumlichtgeschwindigkeit c ausdrücken.

Welcher der folgenden Ausdrücke könnte einen passenden Ausdruck für die Leistung P darstellen?

A $P = \frac{32}{5} \frac{G^5 m^5}{c^5 r^4}$

B $P = \frac{32}{5} \frac{G^5 m^5}{c^4 r^5}$

C $P = \frac{32}{5} \frac{G^5 m^4}{c^5 r^5}$

D $P = \frac{32}{5} \frac{G^4 m^5}{c^5 r^5}$

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

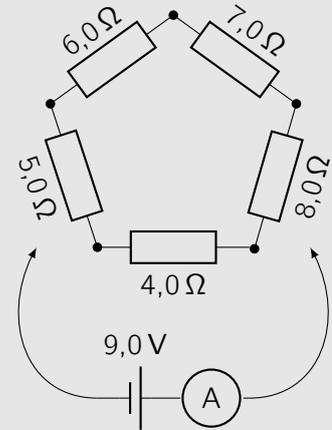
Aufgabe 3 Fünfeck aus Widerständen (MC-Aufgabe)

(2. Runde zur IPhO 2019)

Eine Batterie mit einer Spannung von $9,0\text{V}$ ist mit einem idealen Amperemeter in Reihe geschaltet. Die Reihenschaltung kann an zwei beliebige Ecken des abgebildeten Widerstandfünfecks angeschlossen werden.

Wie groß ist die betragsmäßig kleinste Stromstärke, die dabei durch das Amperemeter fließt?

- A $0,30\text{ A}$ B $0,60\text{ A}$ C $1,2\text{ A}$ D $2,3\text{ A}$



Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

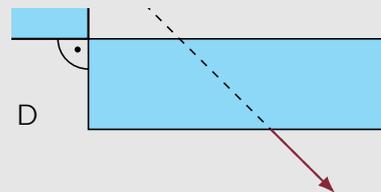
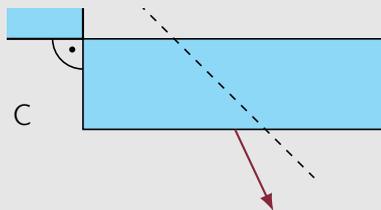
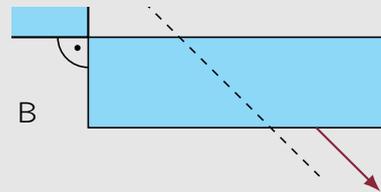
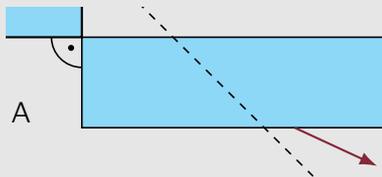
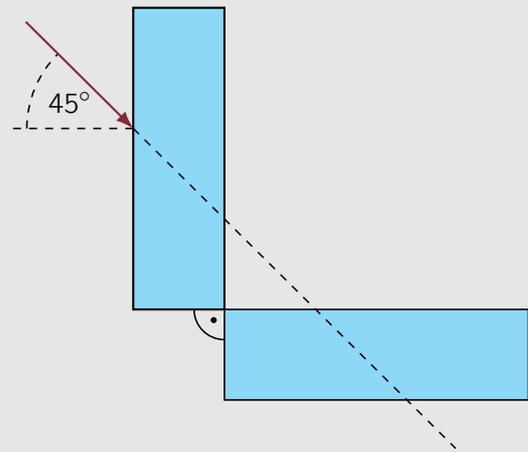
Aufgabe 4 Lichtbrechung (MC-Aufgabe)

(2. Runde zur IPhO 2020)

Ein Lichtstrahl trifft, wie nebenstehend abgebildet, auf eine Anordnung von zwei gleich großen, senkrecht zueinander aufgebauten Glasquadern und wird beim Eintritt in den ersten Quader gebrochen. Der Brechungsindex des Glases beträgt 1,5. Außerhalb der Quader befindet sich Luft.

Welcher der folgenden Abbildungsausschnitte zeigt den Verlauf des gebrochenen Lichtstrahls nach dem Austritt aus dem zweiten Quader?

Der Verlauf des Lichtstrahls in dem Quader ist dabei nicht dargestellt und die gestrichelte Linie gibt den Verlauf des ungebrochenen Lichtstrahls wieder.



Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

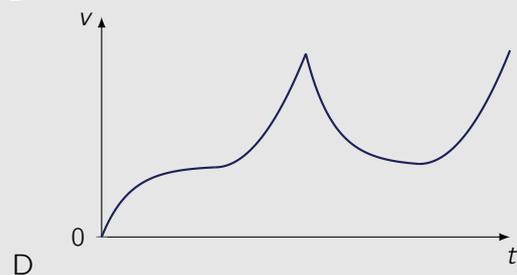
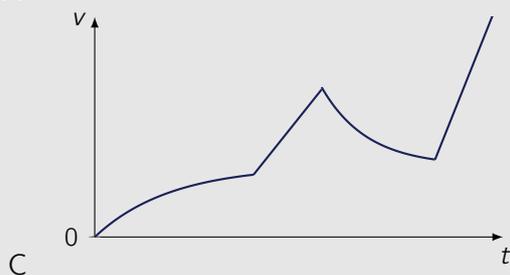
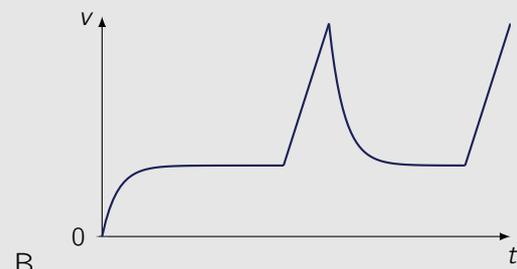
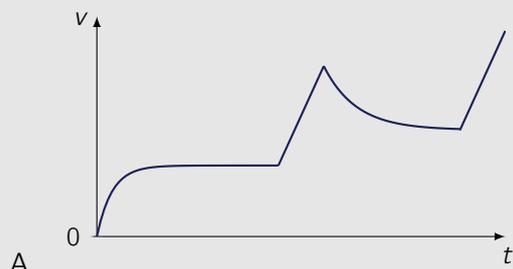
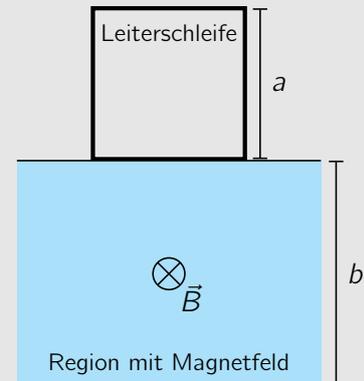
Korrekte Antwort:

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 Föhn

(1. Runde zur IPhO 2014)

Die Amerikanerinnen Sofia und Grace tauschen Reiseerfahrungen aus: „Bei meiner Reise nach Paris ist mir letzten Monat mein Föhn durchgebrannt“, berichtet Grace. Sofia denkt, dass dies wohl an der höheren europäischen Netzspannung von 230 V gegenüber der in den USA üblichen Spannung von 120 V gelegen hat, und beschließt, für ihre bevorstehende Europareise vorzusorgen. Sie baut einen Vorwiderstand zwischen Steckdose und Föhn ein, so dass der Föhn zu Hause nur noch die Hälfte der Leistung aufnimmt. Kaum in Europa angekommen . . .

Erläutere, wie die Geschichte mit dem Föhn wohl weitergehen wird und begründe dies physikalisch.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Ergebnis:

Aufgabe 7 Temperaturabhängiger Widerstand

(1. Runde zur IPhO 2021)

Ein Heißeiterwiderstand ist ein temperaturabhängiger elektrischer Widerstand, der bei höheren Temperaturen Strom besser leitet als bei niedrigen.

Der obere der nebenstehenden Graphen stellt den Widerstand R eines bestimmten Heißeiters in Abhängigkeit von seiner Temperatur ϑ dar.

In dem unteren Graphen ist die an die Umgebung abgegebene Wärmeleistung P des Widerstandes bei einer Umgebungstemperatur von 22°C ebenfalls als Funktion der Temperatur des Widerstandes dargestellt.

Bestimme, welche Spannung maximal an den Heißeiterwiderstand angelegt werden darf, damit dieser sich nicht über 65°C erwärmt.

Gehe davon aus, dass der Heißeiterwiderstand anfänglich Zimmertemperatur besitzt.

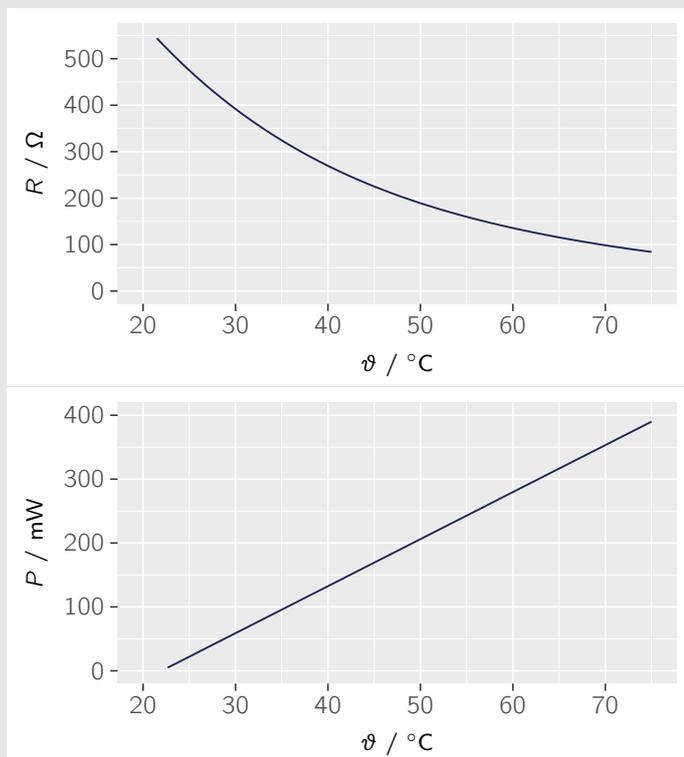
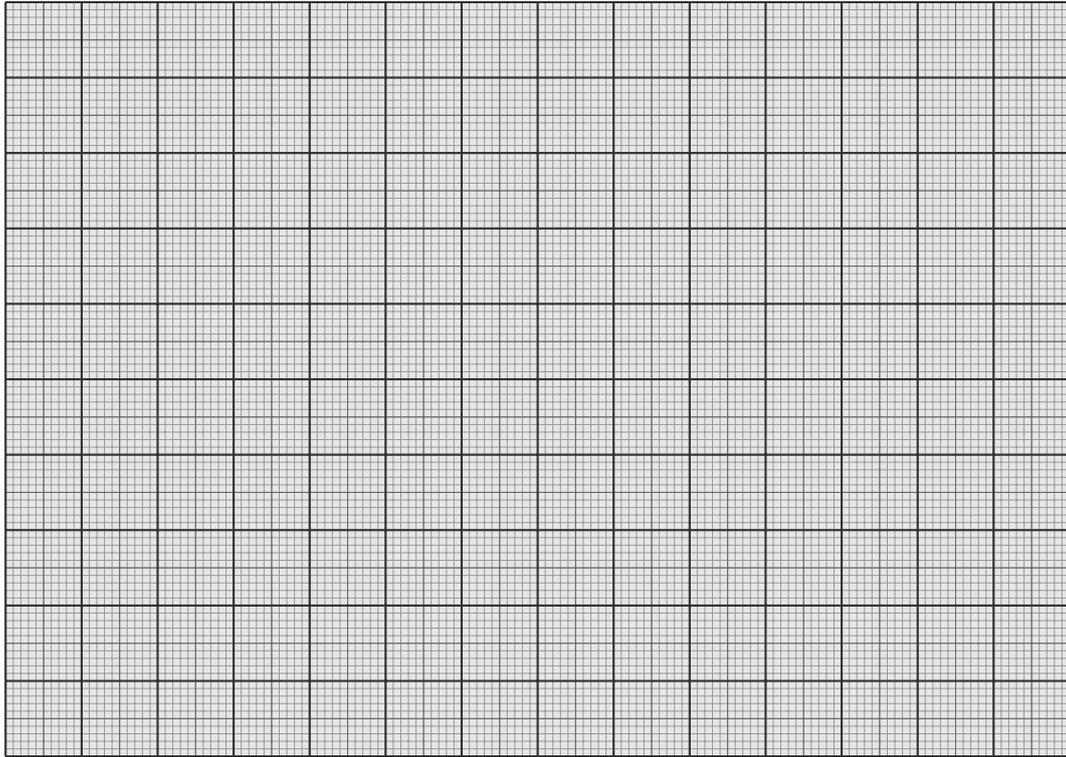


Abb. 1. Temperaturabhängigkeit des Heißeiterwiderstandes und dessen Wärmeleistungsabgabe.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Graph



Rechnungen und Erläuterungen (Fortsetzung)

Ergebnis:

Aufgabe 8 Druckbetrachtungen

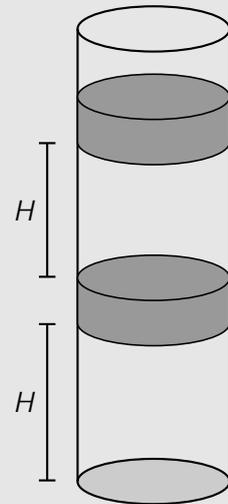
(3. Runde zur IPhO 2018 & 1. Runde zur IPhO 2009)

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 9 Geschwindigkeit und Treibstoffverbrauch eines Flugzeugs

(3. Runde zur IPhO 2017, Idee: Ralf Kleiber - IPP Greifswald)

Die Frage, warum ein Flugzeug fliegt, lässt sich, etwas salopp formuliert, beantworten mit: „Ein Flugzeug bleibt oben, weil es hinter sich einen Abwind erzeugt“. Mit diesem einfachen Modell lässt sich die für einen bestimmten Flugzeugtyp optimale Fluggeschwindigkeit abschätzen.

Betrachte dazu, wie nebenstehend angedeutet, ein Flugzeug der Masse M , das sich mit einer Fluggeschwindigkeit v horizontal bewegt. Nimm an, dass sich die gesamte Luft in dem von dem Flugzeug durchflogenen Luftzylinder mit Durchmesser s nach dem Durchflug des Flugzeugs mit einer konstanten Geschwindigkeit nach unten bewegt. Die Länge s entspricht dabei der Spannweite des Flugzeugs.

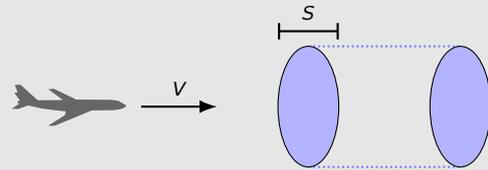


Abb. 2. Skizze zum Flugzeugflug.

Darüber hinaus wirkt auf das Flugzeug ein Strömungswiderstand, eine der Geschwindigkeit entgegengerichtete Kraft, die sich ausdrücken lässt durch

$$F_w = \frac{1}{2} c_w \rho A v^2.$$

Dabei ist ρ die konstant anzunehmende Luftdichte und A bezeichnet eine Referenzfläche, in diesem Fall die Flügelfläche des Flugzeugs. Die Größe c_w gibt den Widerstandsbeiwert für die betrachtete Strömung an, der ebenfalls als konstant angenommen werden soll.

- 9.a) Leite mit diesen Informationen einen Ausdruck für die optimale Reisegeschwindigkeit eines Flugzeugs ab. Die optimale Reisegeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit v , bei der das Flugzeug mit minimaler Schubkraft auf konstanter Höhe fliegen kann. Schätze damit den Wert der optimalen Reisegeschwindigkeit für eine Boeing 747 ab.
- 9.b) Berechne den Treibstoffverbrauch einer Boeing 747 bei optimaler Reisegeschwindigkeit pro Person und pro 100 km Flugstrecke, wenn das Flugzeug mit 400 Personen besetzt ist. Verwende für den Energieinhalt des Flugzeugtreibstoffs den Wert 38 MJ L^{-1} und nimm einen Wirkungsgrad der Triebwerke von 30 % an.

Verwende die folgenden Daten für die Abschätzung der optimalen Reisegeschwindigkeit einer Boeing 747:

Masse:	$M = 400 \cdot 10^3 \text{ kg}$
Spannweite:	$s = 64 \text{ m}$
Flügelfläche:	$A = 525 \text{ m}^2$
Luftwiderstandsbeiwert im Reiseflug:	$c_w = 0,018$
Luftdichte in Reiseflughöhe:	$\rho = 0,37 \text{ kg m}^{-3}$

Antwortteil

9.a)

Rechnungen und Erläuterungen

Rechnungen und Erläuterungen (Fortsetzung)

Ergebnis:

9.b)

Rechnungen und Erläuterungen

Ergebnis:

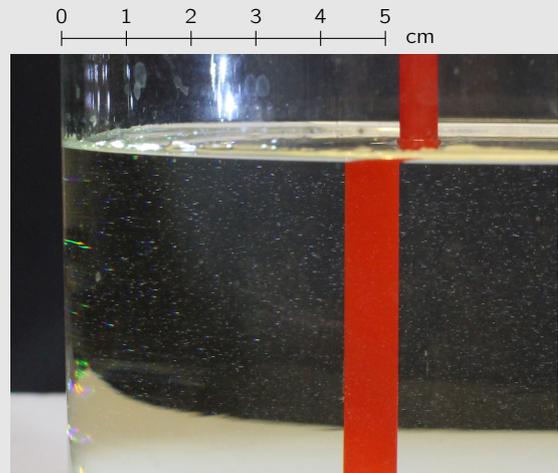
Aufgabe 10 Vershobener Strohhalm



(1. Runde zur IPhO 2018)

Ein Strohhalm wird mittig in ein teilweise mit einer transparenten Flüssigkeit gefülltes Glas getaucht. Beobachtet man das Glas von der Seite und verschiebt den Strohhalm senkrecht zur Blickrichtung und entlang des Durchmessers, scheint sich der Strohhalm in der Flüssigkeit gegenüber dem Strohhalm oberhalb der Flüssigkeit zu verschieben.

Das mit einem Maßstab versehene Foto zeigt die Situation, bei der sich der Strohhalmteil in der Flüssigkeit gerade von dem Teil oberhalb zu lösen scheint. Der Durchmesser des dabei verwendeten dünnwandigen Glases beträgt 14,4 cm. Nimm an, dass das Glas aus einer Entfernung betrachtet wird, die groß verglichen mit dem Durchmesser des Glases ist.



Bestimme näherungsweise den Brechungsindex der Flüssigkeit.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Ergebnis:

Aufgabe 11 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.

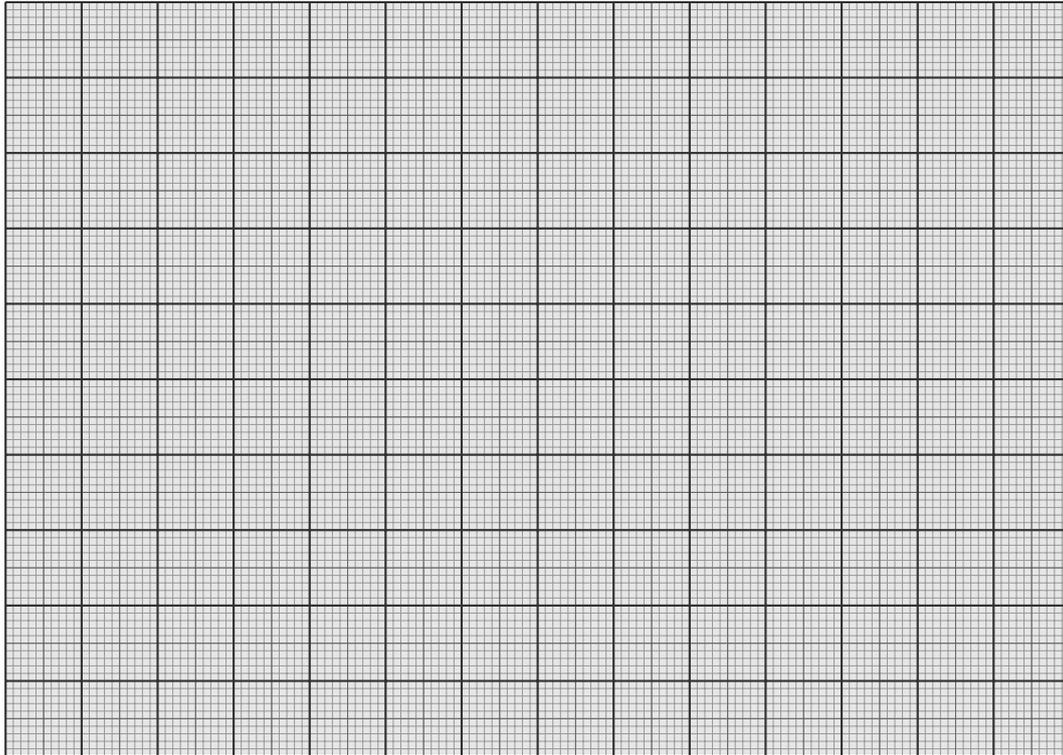
Fadenlänge	Zeit für 10 Schwingungsperioden					Mittelwert	
ℓ / cm	$10 T / \text{s}$					\bar{T} / s	\bar{T}^2 / s^2
67,2	16,62	16,87	15,43	17,50	17,61	1,68	2,82
55,5	15,12	13,94	16,18	15,04	15,53	1,51	2,29
47,0	13,79	12,60	13,37	14,41	14,80	1,38	1,90
34,5	11,93	13,02	10,77	12,18	11,72	1,19	1,42
22,0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