57. Internationale PhysikOlympiade

Riad, Saudi-Arabien 2027

Vorbereitungsaufgaben
für die 2. Wettbewerbsrunde

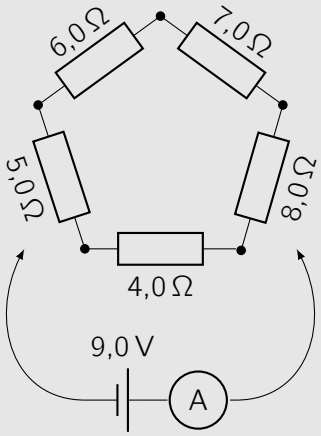
Aufgabe 1 Fünfeck aus Widerständen (MC-Aufgabe)

(2. Rd. zur IPhO 2019)

Eine Batterie mit einer Spannung von 9,0 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 A B 0,60 A C 1,2 A D 2,3 A



Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

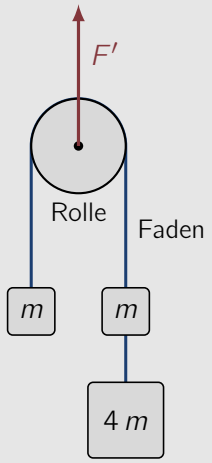
Korrekte Antwort:

Aufgabe 2 Atwoodsche Fallmaschine (MC-Aufgabe)

(2. Rd. zur IPhO 2026, Aufgabengruppe der PhysikOlympiade - Titus Bornträger)

Professor Atwood kommt gerade von einer Tagung zurück, da bastelt er schon am nächsten Experiment: Er legt einen Faden über eine Rolle und befestigt an beiden Enden des Fadens je einen Körper der Masse m. Nimm an, dass der Faden und die Rolle masselos sind und dass die Rolle frei um ihre zentrale Achse rotieren kann. Er hält nun die Achse der Rolle fest und misst die Kraft F, mit welcher er sie nach oben ziehen muss, um die Rolle mit den Körpern an ihrer Position zu halten.

Jetzt hängt er, wie in der Abbildung gezeigt, an das rechte Massestück einen zusätzlichen Körper mit der Masse $4\,m$. Er hält wieder die Achse fest.



Wie groß ist die Kraft F', mit der er in der gezeigten Situation an der Achse ziehen muss, um sie an ihrer Position zu halten?

A $\frac{5}{3}F$ B $2F$ C $\frac{5}{2}F$ D $3F$

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 3 Wärmeleitung (MC-Aufgabe)

(2. Rd. zur IPhO 2020)

Die Enden von drei runden Metallstäben aus identischem Material werden jeweils auf konstanten Temperaturen gehalten. Für die Stäbe sind die folgenden Daten bekannt:

Stab I - Durchmesser: 2,0 cm, Länge: 20 cm, Temperaturen der Stabenden: 50 °C und 20 °C
Stab II - Durchmesser: 3,0 cm, Länge: 50 cm, Temperaturen der Stabenden: 60 °C und 30 °C
Stab III - Durchmesser: 4,0 cm, Länge: 80 cm, Temperaturen der Stabenden: 70 °C und 40 °C

Wie verhalten sich die durch die Stäbe aufgrund von Wärmeleitung übertragenen Wärmeleistungen P_{I}, P_{II} und P_{III} zueinander (Die Leistungen können alle als positiv angenommen werden)?

A $P_{\mathrm{I}} < P_{\mathrm{II}} = P_{\mathrm{III}}$ B $P_{\mathrm{I}} = P_{\mathrm{II}} < P_{\mathrm{III}}$ C $P_{\mathrm{II}} < P_{\mathrm{I}} = P_{\mathrm{III}}$ D $P_{\mathrm{III}} < P_{\mathrm{II}} < P_{\mathrm{I}}$

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 4 Coulombkraft (MC-Aufgabe)

(1. Rd. zur IPhO 2017)

Zwei gleich große, geladene Metallkugeln befinden sich in einem sehr großen Abstand voneinander. Die Ladung der einen Kugel ist drei mal so groß wie die der anderen. Die Kraft, die die Kugeln aufeinander ausüben, ist F. Nun werden die Kugeln miteinander in Kontakt gebracht und anschließend in einem Abstand positioniert, der doppelt so groß wie anfänglich ist.

Wie groß ist jetzt etwa die Kraft zwischen ihnen?

A $0,25\,F$ B $0,33\,F$ C $0,50\,F$ D Die Kraft bleibt gleich.

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

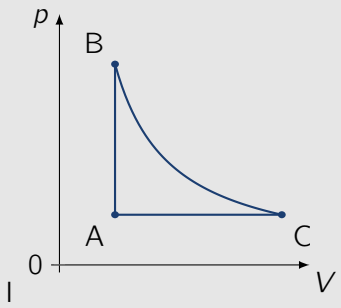
Aufgabe 5 Kreisprozess (MC-Aufgabe)

(2. Rd. zur IPhO 2019)

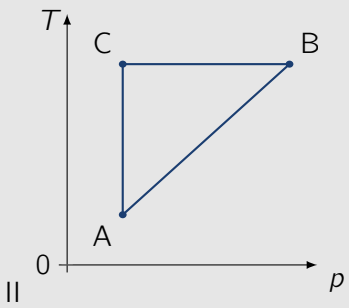
Ein ideales Gas durchläuft einen Kreisprozess. Ausgehend von dem Zustand A wird es zunächst bei konstantem Volumen bis zu einem Zustand B erwärmt, anschließend expandiert es ohne Temperaturänderung bis zu einem Zustand C und wird schließlich isobar wieder zum Ausgangszustand A komprimiert.

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

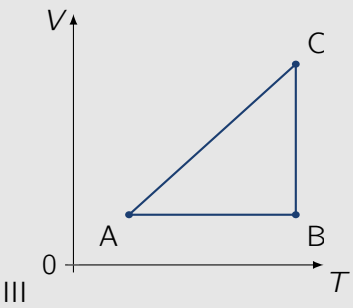
Welche der nachfolgenden Graphen stellen den Kreisprozess korrekt dar?



I



II



III

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

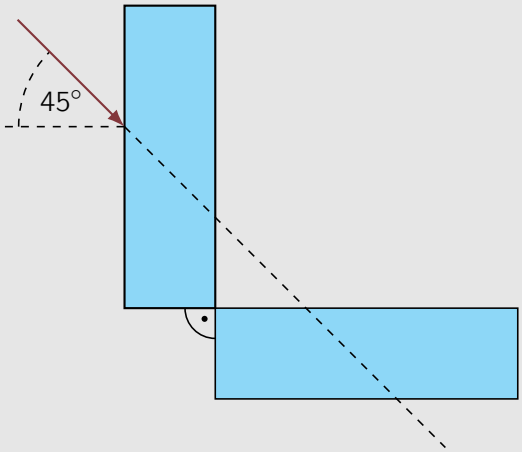
Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 6 Lichtbrechung (MC-Aufgabe)

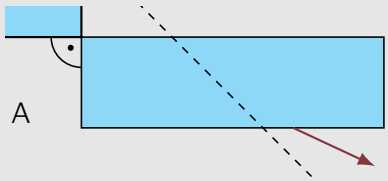
(2. Rd. zur IPhO 2020)

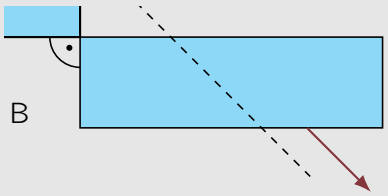
Ein Lichtstrahl trifft, wie nebenstehend abgebildet, auf eine Anordnung von zwei gleich großen, senkrecht zueinander aufgebauten Glasquadern und wird beim Eintritt in den ersten Quader gebrochen. Der Brechungsindex des Glases beträgt 1,5. Außerhalb der Quader befindet sich Luft.

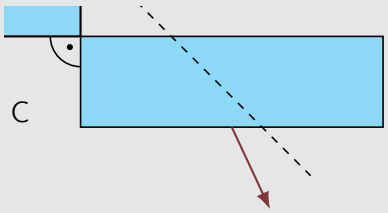


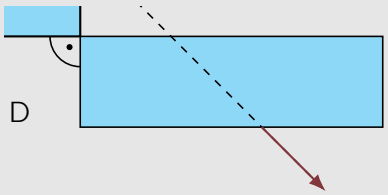
Welcher der folgenden Abbildungsausschnitte zeigt den Verlauf des gebrochenen Lichtstrahls nach dem Austritt aus dem zweiten Quader?

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 7 Interferenz (MC-Aufgabe)

(2. Rd. zur IPhO 2020)

In einem Versuch fällt einfarbiges Laserlicht senkrecht auf ein optisches Gitter mit 300 Linien pro mm. Hinter dem Gitter wird das Interferenzmuster auf einem Schirm beobachtet. Der Abstand des Schirms zum Gitter ist dabei sehr groß gegenüber der Ausdehnung des Interferenzmusters.

Die nebenstehenden Graustufenbilder zeigen die bei Verwendung von zwei Lasern mit unterschiedlichen Wellenlängen aber ansonsten gleicher Versuchsanordnung auf dem Schirm entstehenden Interferenzmuster. Die Wellenlänge des vom ersten Laser emittierten Lichts beträgt 650 nm.

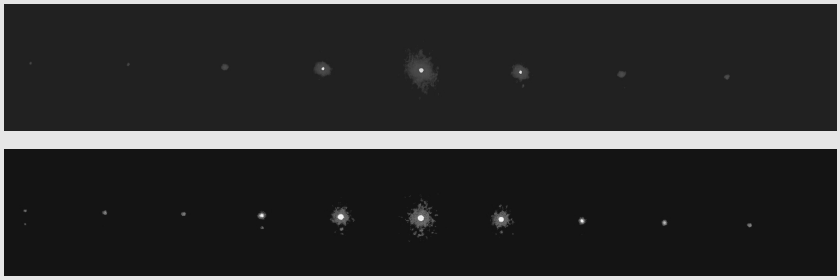


Abb. 1. *Interferenzmuster auf dem Schirm für eine Wellenlänge von* 650 nm *(oben) und eine zweite unbekannte Wellenlänge (unten). Die Bilder zeigen den gleichen Ausschnitt des Schirms.*

Wie groß ist die Wellenlänge des vom zweiten Laser emittierten Laserlichts?

A etwa 450 nm B etwa 530 nm C etwa 610 nm D etwa 690 nm

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 8 Bleiglasfenster (MC-Aufgabe)

(2. Rd. zur IPhO 2022, Aufgabengruppe der PhysikOlympiade - Stefan Petersen)

Räume mit Röntgengeräten werden durch dicke Wände und Fenster aus Bleiglas abgeschirmt. Ein Bleiglasfenster mit einer Dicke von 2,0 cm kann bereits 75 % der Intensität von Röntgenstrahlung abschirmen.

Wie dick muss das Bleiglasfenster sein, damit die Intensität der Strahlung hinter dem Fenster nur noch 1 % der Intensität vor dem Fenster beträgt?

A etwa 2,7 cm B etwa 4,0 cm C etwa 6,6 cm D etwa 9,2 cm

Antwortteil

Rechnungen und Erläuterungen

Korrekte Antwort:

Aufgabe 9 Wettlauf zwischen Photon und Proton

(2. Rd. zur IPhO 2019, Aufgabengruppe der PhysikOlympiade - Richard Reindl & Thomas Hellerl)

Bei einer Supernova in Barnards Galaxie, einer Nachbargalaxie unserer Milchstraße, gehen ein Photon und ein Proton gleichzeitig auf die Reise zur Erde. Dort wird das Proton 72 Stunden später registriert als das Photon. Die Gesamtenergie des Protons beträgt $9{,}38\,\mathrm{TeV} = 9{,}38 \cdot 10^{12}\,\mathrm{eV}$.

9.a) Zeige, dass die Gesamtenergie des Protons etwa das 10.000-fache seiner Ruheenergie beträgt. *(3,0 Pkt.)*

9.b) Berechne, in welcher Entfernung von der Erde die Supernova stattfand. Gib dein Ergebnis in Lichtjahren an. *(5,0 Pkt.)*

9.c) Bestimme, wie lange die Reise des Protons in seinem Bezugssystem gedauert hat. *(2,0 Pkt.)*

Antwortteil

9.a) Rechnungen und Erläuterungen

9.b)

Rechnungen und Erläuterungen

Ergebnis für die Entfernung von der Erde in der die Supernova stattfand:

9.c)

Rechnungen und Erläuterungen

Ergebnis für die Dauer der Reise des Protons in seinem Bezugssystem:

Aufgabe 10 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.

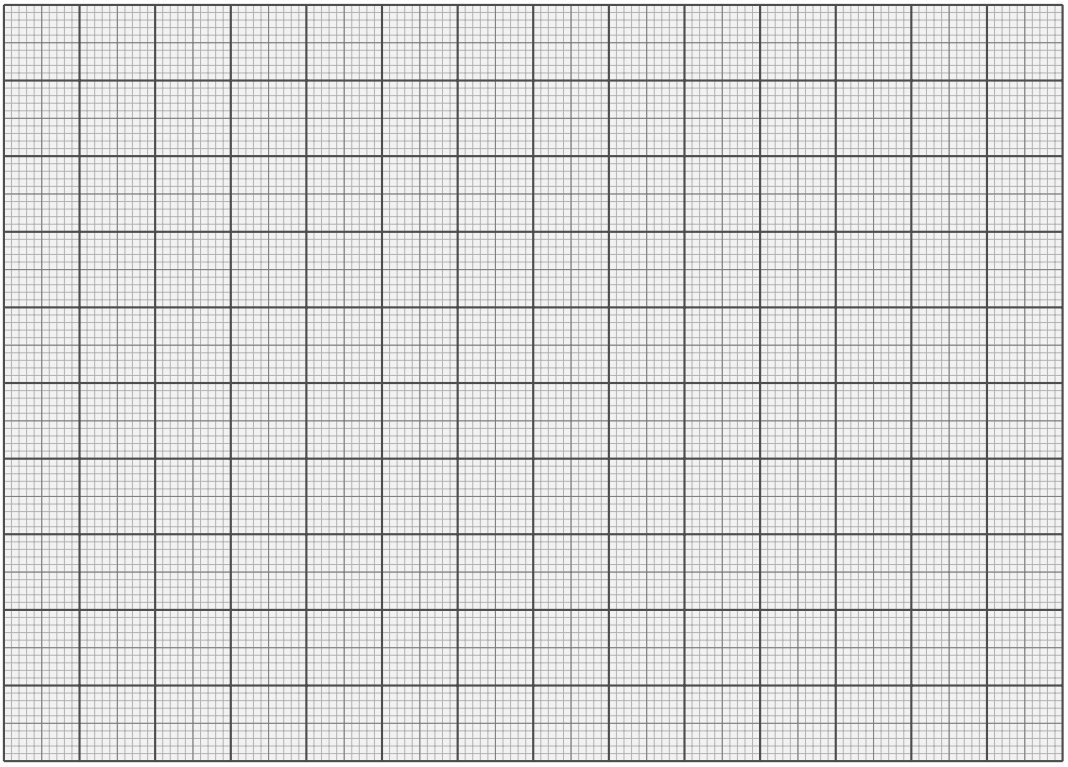
Fadenlänge	Zeit für 10 Schwingungsperioden					Mittelwert	
ℓ / cm	$10\,T$ / s					$\bar{T}$ / s	$\bar{T}^2$ / s^2
67,2	16,62	16,87	15,43	17,50	17,61	1,68	2,82
55,5	15,12	13,94	16,18	15,04	15,53	1,51	2,29
47,0	13,79	12,60	13,37	14,41	14,80	1,38	1,90
34,5	11,93	13,02	10,77	12,18	11,72	1,19	1,42
22,0	9,50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