

# 57. Internationale PhysikOlympiade 2027



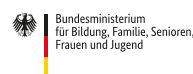
*Aufgaben 1. Runde*



← *Infos und Anmeldung  
unter [www.ipho.info](http://www.ipho.info)*



Gefördert vom:



Empfohlen von der



Unterstützt von der



# Die Aufgaben der 1. Runde im Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade 2027

Weiter kommst du schon mit 30 Punkten. Also, worauf wartest du?

Die Aufgaben  
am besten direkt  
bei dem Poster  
aufhängen!

Aufgabe 1 (10 Punkte)

## Abgehoben

Alle einsteigen, *Cleared for take-off* und dann geht es auch schon los. Im Diagramm sind die mit der App „phyphox“ während eines Flugzeugstarts aufgenommenen und anschließend geglätteten Messwerte der drei Beschleunigungssensoren in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Das Flugzeug ist dabei aus dem Stehen losgerollt und das Smartphone lag auf einem Sitz.

- 1.a) Gib an, welcher der Graphen die Beschleunigung in die Richtung der Startbahn angibt. Bestimme mit Hilfe der Daten in dem Diagramm näherungsweise die Abhebegeschwindigkeit  $v_f$  des Flugzeugs bei diesem Startvorgang.

Alles gut gegangen! Für den zum Glück seltenen Fall, dass beim Start eines mehrmotorigen Flugzeugs ein Problem mit einem Triebwerk auftritt, wird aus Sicherheitsgründen eine Abbruchgeschwindigkeit  $v_f$  festgelegt. Fällt ein Triebwerk bei einer Geschwindigkeit  $v \leq v_f$  aus, wird der Start abgebrochen, bei  $v > v_f$  wird der Start trotz des Triebwerkausfalls fortgesetzt.

Die Abbruchgeschwindigkeit  $v_f$  und die Startbahnlänge müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- Die Länge der Startbahn muss ausreichen, um mit allen Triebwerken  $v_f$  zu erreichen und dann bei maximaler Bremskraft ohne Nutzung von Schubumkehr wieder zum Stehen zu kommen.
- Die Länge der Startbahn muss ausreichen, um mit allen Triebwerken  $v_f$  zu erreichen und dann mit einem ausgefallenen Triebwerk weiter auf die Abhebegeschwindigkeit  $v_f$  zu beschleunigen.

Betrachte nun ein Flugzeug der Masse  $m$  mit zwei Triebwerken, die jeweils eine Schubkraft  $F_T$  erzeugen. Die Bremsanlage erzeugt eine konstante Bremskraft  $F_B$ . Abgesehen von der Bremskraft  $F_B$  sollen Reibungseffekte vernachlässigt werden.

- 1.b) Bestimme für die Bedingungen i. und ii. jeweils einen Ausdruck für die mindestens notwendige Startbahnlänge  $s_i$  bzw.  $s_{ii}$  in Abhängigkeit von den gegebenen Parametern.

Für eine bestimmte Wahl von  $v_f$  wird die zum Erfüllen beider Bedingungen mindestens benötigte Startbahnlänge minimal.

- 1.c) Bestimme diesen Wert von  $v_f$  und die minimale Startbahnlänge  $s_{\min}$  für einen Start eines Airbus A320 mit den Werten:  $m = 75 \text{ t}$ ,  $F_T = 118 \text{ kN}$ ,  $F_B = 100 \text{ kN}$  sowie  $v_f = 75 \text{ ms}^{-1}$ .

Aufgabe 2 (10 Punkte)

## Angezogen

Durch Reiben an einem Wollpulli oder einem (synthetischen) Fell lässt sich die dünne Gummimembran eines Luftballons elektrostatisch aufladen. Der geladene Ballon kann dann, wie in dem Bild gezeigt, an einer Zimmerdecke haften. Betrachte im Folgenden einen kugelförmigen, mit Luft gefüllten Luftballon, dessen Hülle eine Masse von  $m = 2,7 \text{ g}$  besitzt und homogen mit einer Ladung  $q = -4,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$  aufgeladen ist. Der Luftballon wird an die Decke gehalten und bleibt an dieser haften, ohne herunterzufallen.

- 2.a) Erkläre qualitativ, wieso der Luftballon an der Decke haftet.

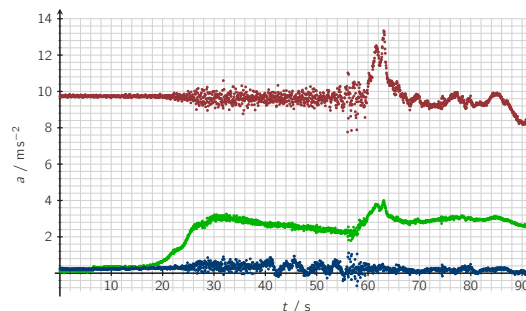
Nimm vereinfachend an, dass die Decke bis auf eine dünne isolierende Oberflächenschicht leitend und geerdet ist.

- 2.b) Informiere dich über die Methode der Spiegelladungen. Skizziere und begründe mit dieser Methode den Verlauf der elektrischen Feldlinien im Bereich zwischen Luftballon und Decke.

- 2.c) Bestimme den maximalen Radius  $r_{\max}$ , auf den der Luftballon aufgeblasen werden darf, bevor er von der Decke herunterfällt.

Wenn die elektrische Feldstärke in Luft einen kritischen Wert von etwa  $3,0 \cdot 10^6 \text{ Vm}^{-1}$  überschreitet, kommt es zu einem Lichtbogen oder Funkenschlag und die Luft verliert ihre isolierende Wirkung. Wenn das passiert, geht auch der Luftballon kaputt.

- 2.d) Bestimme, welchen Radius  $r_{\min}$  der nun frei im Raum befindliche Luftballon mindestens haben muss, damit es nicht zu einem Funkenschlag kommt.



Graphen der für die drei Achsen der Sensoren gemessenen Beschleunigungen  $a$  beim Startvorgang in Abhängigkeit von der Zeit  $t$ . Die Daten sind auch als Tabelle auf der IPhO-Webseite abrufbar.



Bild eines an der Decke haftenden Luftballons.



### Aufgabe 3 (10 Punkte)

#### Festgehalten

Laserstrahlen können genutzt werden, um Kräfte auf mikroskopische Teilchen auszuüben. Auf diesem Phänomen basiert die Funktionsweise einer *optischen Pinzette*, die z. B. bei der Untersuchung biologischer Systeme genutzt wird. Im Jahr 2018 wurde Arthur Ashkin unter anderem für seine Arbeiten zu dieser Technik der Nobelpreis für Physik verliehen. Für Teilchen, die deutlich größer sind als die Wellenlänge des verwendeten Laserlichts, lässt sich die Kraftwirkung durch die Brechung von Lichtstrahlen verstehen.

Betrachte eine transparente und fixierte Polymerkugel mit Radius  $r = 12,0 \mu\text{m}$  und Brechungsindex  $n = 1,40$ . Ein Laserstrahl trifft, wie in der Abbildung skizziert, in einem Abstand  $d = 6,0 \mu\text{m}$  von der eingezeichneten Mittelpunktschse auf die Kugel. Nimm an, dass kein Licht reflektiert wird.

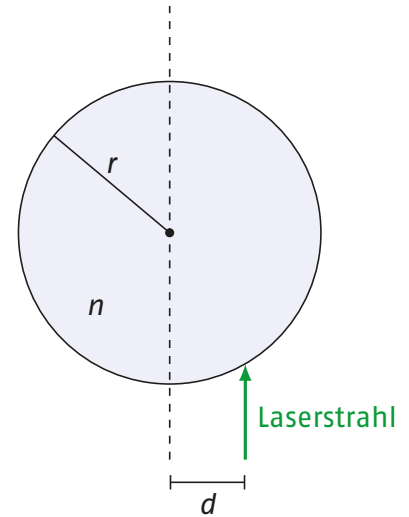
3.a) Zeichne den Verlauf des Laserstrahls beim Durchgang durch die Polymerkugel und bestimme den Winkel  $\theta$ , um den der Laserstrahl aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt wird.

Betrachte ein Photon des Laserstrahls mit Impulsbetrag  $p$ , das durch die Polymerkugel abgelenkt wird. Durch die Brechung ändert der Impuls seine Richtung, der Impulsbetrag bleibt aber in sehr guter Näherung erhalten.

3.b) Bestimme die sich ergebenden Änderungen der Impulskomponenten entlang der ursprünglichen Ausbreitungsrichtung und senkrecht dazu.

Die Polymerkugel wird nun an der eingezeichneten Stelle mit einem Laser einer Wellenlänge von  $\lambda = 530 \text{ nm}$  und einer Leistung von  $P = 1,0 \text{ W}$  bestrahlt.

3.c) Bestimme die durch die Brechung des Laserlichts auf die Polymerkugel wirkenden Kräfte entlang der ursprünglichen Ausbreitungsrichtung und senkrecht dazu.



Skizze der Polymerkugel mit Laserstrahl.

### Aufgabe 4 (10 Punkte)

#### Ausgeleert

Stich in eine mit Wasser gefüllte und nicht zugeschraubte Plastikflasche ein kleines Loch in den unteren Teil der Seitenwand. Das Wasser läuft dann, wie in dem nebenstehenden Foto, in einem Strahl aus der Flasche aus. Die Form des Wasserstrahls ändert sich dabei mit der Füllhöhe des Wassers in der Flasche.

4.a) Bestimme experimentell die Geschwindigkeit  $v$ , mit der der Wasserstrahl aus der Flasche austritt. Gib an, wie du bei der Bestimmung von  $v$  vorgehst und nimm Messwerte für mindestens 10 unterschiedliche Werte der Höhe  $h$  des Wasserspiegels in der Flasche über dem Loch auf.

4.b) Zeige, dass  $v_{\text{th}} = \sqrt{2gh}$  eine theoretische Obergrenze für die Ausströmgeschwindigkeit darstellt.

4.c) Erstelle einen geeigneten Graphen, um deine Messergebnisse mit der theoretischen Obergrenze zu vergleichen. Beurteile, wie gut die experimentell ermittelten Geschwindigkeiten zu den theoretisch maximal erwarteten passen.

4.d) Nenne mindestens zwei physikalische Gründe, die für mögliche Abweichungen zwischen theoretischer Vorhersage und experimentellen Ergebnissen verantwortlich sein können. Begründe qualitativ, wie diese die Ergebnisse beeinflussen.



### Junioraufgabe (10 Punkte)

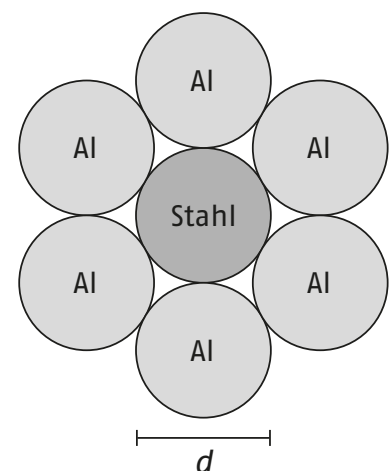
#### Lange Leitung

Hochspannungsleitungen werden dazu verwendet, elektrische Energie über lange Strecken zu transportieren. Die Skizze zeigt den Querschnitt einer einfachen Hochspannungsleitung. Der innere Leiter ist ein Stahlseil und die sechs außen liegenden Leiter bestehen aus Aluminium. Der Durchmesser jedes der einzelnen Seile beträgt  $d = 1,5 \text{ cm}$  und die Länge der Hochspannungsleitung wird mit  $L$  bezeichnet.

Das Stahlseil ist wichtig für die mechanische Stabilität, für die elektrische Leitung aber weniger gut geeignet, da der spezifische Widerstand von Stahl mit  $\rho_{\text{st}} = 1,5 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$  deutlich höher ist als der von Aluminium mit  $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ .

Bezeichne mit  $R$  den Widerstand der Hochspannungsleitung. Wenn das zentrale Stahlseil entfernt wird, erhöht sich dieser Widerstand um  $\Delta R = 6,1 \cdot 10^{-4} \Omega$ .

Bestimme die Länge  $L$  der Hochspannungsleitung.



Querschnittsskizze einer Hochspannungsleitung.

Melde dich jetzt auf  
[www.ipho.info](http://www.ipho.info)  
für den  
Wettbewerb an!

# Internationale PhysikOlympiade



## Physik in Höchstform bei der PhysikOlympiade

Die PhysikOlympiade in Deutschland ist für alle Schülerinnen und Schüler, die Spaß an Physik und Lust auf knifflige theoretische Aufgaben sowie spannende Experimente haben. Auch neben dem eigentlichen Wettbewerb gibt es tolle Möglichkeiten, Kenntnisse zu vertiefen, andere physikbegeisterte Menschen kennenzulernen und gemeinsam Wissenschaft zu erleben.

Die PhysikOlympiade in Deutschland ist Teil der ScienceOlympiaden, die vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik in Kiel (IPN) in Zusammenarbeit mit den Kultusministerien der Länder koordiniert und durch das BMBFSFJ gefördert werden. Für die besten Fünf führt der Wettbewerb nach vier Runden zur Internationalen PhysikOlympiade (IPhO), die jedes Jahr in einem anderen Land ausgetragen wird. Für die IPhO 2027 steht das Ausrichterland noch nicht fest.



## Der Einstieg mit der 1. Runde

In der 1. Runde der PhysikOlympiade in Deutschland sind bis Anfang September 2026 die vier Aufgaben auf diesem Aufgabenblatt alleine und in Hausarbeit zu lösen. Teilnehmende, die nach den Sommerferien noch nicht in der vorletzten Jahrgangsstufe sind, können sich mit der Junioraufgabe einen Punktebonus verdienen.

Weitere Informationen zu Regeln, Ablauf und Fristen sind unter [www.ipho.info](http://www.ipho.info) zu finden.

### 1. Runde zur IPhO 2027 – Der Ablauf im Überblick



\*) Lehrkräfte können auch andere Termine nach eigenem Ermessen vereinbaren, solange der Stichtag für die Ergebnismeldung am 25. September 2026 eingehalten wird.

## Wie geht es weiter?

Wer in der 1. Runde mindestens 30 Punkte erreicht, wird zur zweiten Runde eingeladen, die als Klausur geschrieben wird. Danach folgen mit der Bundes- und der Finalrunde die dritte und vierte Stufe des Wettbewerbs jeweils als einwöchige Veranstaltungen an einem Forschungsstandort in Deutschland.

In jeder Runde gibt es Materialien zum Lernen und Trainieren. Darüber hinaus bieten vielfältige Angebote, wie z. B. die Orpheus-Seminare, Möglichkeiten, den eigenen Horizont zu erweitern und sich mit anderen physikbegeisterten Menschen auszutauschen.

Neugierig? Dann mach mit! Wir wünschen allen Schüler\*innen und betreuenden Lehrkräften viel Erfolg bei der PhysikOlympiade und viel Spaß mit den Aufgaben!

## Fragen?

Das Team der PhysikOlympiade am IPN und die Landesbeauftragten helfen gerne weiter.

### Kontakt zur Wettbewerbsleitung

PhysikOlympiade · IPN  
Olshausenstr. 62 · 24118 Kiel  
[ipho@scienceolympiaden.de](mailto:ipho@scienceolympiaden.de)  
0431 880-5120 oder -5387

### Kontakt zu den Landesbeauftragten

Die Adressen der Landesbeauftragten, die die Durchführung der ersten beiden Runden in den Bundesländern koordinieren, sind auf [www.ipho.info](http://www.ipho.info) zu finden.