

Olimpiadi di Fisica 2017



Landesolympiade
am Donnerstag, den
16. Februar 2017

**Blättere erst um, wenn es
deine Lehrperson sagt!
Lies den Text genau durch!**

Der Test besteht aus zwei Teilen: Der erste Teil beinhaltet Fragen aus unterschiedlichen Stoffgebieten der Physik, der zweite umfangreichere Probleme.

- Du hast für den ersten Teil 1 Stunde und 20 Minuten Zeit. Nach dieser Zeit werden deine Antworten eingesammelt und du erhältst den zweiten Teil, für den du 1 Stunde und 40 Minuten zur Verfügung hast.
- Um die volle Punktezahl zu erhalten, musst du neben der korrekten Lösung auch den vollständigen und richtigen Rechenweg und die zugrunde liegenden Gesetze angeben.
- Schreibe zunächst die Formeln zum Lösen des Problems an! Versuche, die numerischen Angaben erst am Schluss der Rechnung einzusetzen! Vergiss nicht die richtigen Einheiten mitzurechnen! Lies aufmerksam die Bemerkungen im Text durch!
- Du darfst einen Taschenrechner verwenden.
- Du darfst keine Nachschlagewerke verwenden.
- Auf Seite 2 findest du einige physikalische Konstanten und andere nützliche Angaben.
- Lies zunächst die Anleitung vor den Testfragen durch!

Jetzt geht es gleich los... Gute Arbeit!

Einige physikalische Konstanten:

Diese gerundeten Werte mit einem relativen Fehler kleiner als 10^{-5} sind als **exakt** anzusehen!

| Konstante | Symbol | Zahlenwert | Einheit |
|--|--------------|--------------------------|--------------------|
| Lichtgeschwindigkeit im Vakuum | c | $2,9979 \cdot 10^8$ | ms^{-1} |
| Elementarladung | e | $1,60218 \cdot 10^{-19}$ | C |
| Elektronenmasse | m_e | $9,1094 \cdot 10^{-31}$ | kg |
| | | $5,1100 \cdot 10^2$ | $keVc^{-2}$ |
| Elektrische Feldkonstante | ϵ_0 | $8,8542 \cdot 10^{-12}$ | Fm^{-1} |
| Magnetische Feldkonstante | μ_0 | $1,25664 \cdot 10^{-6}$ | Hm^{-1} |
| Protonenmasse | m_p | $1,67262 \cdot 10^{-27}$ | kg |
| | | $9,3827 \cdot 10^2$ | $MeVc^{-2}$ |
| Neutronenmasse | m_n | $1,67493 \cdot 10^{-27}$ | kg |
| | | $9,3955 \cdot 10^2$ | $MeVc^{-2}$ |
| Planck'sches Wirkungsquantum | h | $6,6261 \cdot 10^{-34}$ | Js |
| Universelle Gaskonstante | R | 8,3145 | $Jmol^{-1}K^{-1}$ |
| Loschmidt'sche Zahl | N | $6,0221 \cdot 10^{23}$ | mol^{-1} |
| Boltzmann-Konstante | k | $1,38065 \cdot 10^{-23}$ | JK^{-1} |
| Faraday-Konstante | F | $9,6485 \cdot 10^4$ | $Cmol^{-1}$ |
| Stefan-Boltzmann-Strahlungskonstante | σ | $5,6704 \cdot 10^{-8}$ | $Wm^{-2}K^{-4}$ |
| Gravitationskonstante | G | $6,674 \cdot 10^{-11}$ | $m^3kg^{-1}s^{-2}$ |
| Normaldruck | p_0 | $1,01325 \cdot 10^5$ | Pa |
| Normaltemperatur $0^\circ C$ | T_0 | 273,15 | K |
| Volumen eines idealen Gases von einem Mol bei Normalbedingungen (p_0, T_0) | V_m | $2,2414 \cdot 10^{-2}$ | m^3mol^{-1} |
| Atomare Masseneinheit | u | $1,66054 \cdot 10^{-27}$ | kg |

Weitere Daten

Diese gerundeten Werte mit einem relativen Fehler kleiner als 10^{-5} sind als **exakt** anzusehen!
 Falls nicht anders angegeben, können Daten, die für eine bestimmte Temperatur angegeben sind, auch bei anderen Temperaturen verwendet werden, ohne größere Fehler zu machen.

| | | | |
|--|------------|--------------------|------------------|
| Mittlere Fallbeschleunigung | g | 9,8067 | ms^{-2} |
| Dichte von Wasser (bei $4^\circ C$) | ρ_W | $1,000 \cdot 10^3$ | kgm^{-3} |
| Spezifische Wärmekapazität von Wasser (bei $20^\circ C$) | c_W | $4,182 \cdot 10^3$ | $Jkg^{-1}K^{-1}$ |
| Wasser: spezifische Schmelzwärme | σ_S | $3,335 \cdot 10^5$ | Jkg^{-1} |
| Wasser: spezifische Verdampfungswärme (bei $100^\circ C$) | σ_V | $2,257 \cdot 10^6$ | Jkg^{-1} |
| Spezifische Wärmekapazität von Wassereis | c_{Eis} | $2,093 \cdot 10^3$ | $Jkg^{-1}K^{-1}$ |

Ausarbeitung:



PROGETTO OLIMPIADI
 Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica
 e-mail: segreteria@olifis.it
 WEB: www.olifis.it



Diese Unterlagen können unter Angabe der Quelle weiterverwendet werden, außer für kommerzielle Zwecke.

Übersetzung: Matthias Ratering und Klaus Überbacher, RG Meran

Erster Teil: Fragen

Lies genau!

ZEIT: 1h 20min

Lies den Text aller 10 Fragen genau durch, bevor du mit dem Lösen beginnst. Die Fragen sind nicht nach Themen geordnet!

Versuche dann, möglichst viele zu beantworten!

- Schreibe auf **alle** Blätter, die du abgibst, **links oben** deinen Namen!
- Schreibe vor der Lösung der Aufgabe die Aufgabennummer, wie im folgenden Beispiel:

| |
|---------|
| Frage 7 |
|---------|

 Lösung: ...
Solltest du mehrere Blätter verwenden, dann nummeriere sie durch, und zwar **rechts oben!**
Falls eine Antwort über mehrere Blätter geht, dann vermerke das wie folgt: **Fortsetzung auf Seite ... (Seitennummer)**
- Für jede vollständig richtige und begründete Antwort erhältst du 3 Punkte.
- Es gibt keine Abzugspunkte für falsche Antworten.
- Es gibt keine Punkte für nicht beantwortete Fragen.

Wichtig für numerische Daten: Der relative Fehler der numerisch angegebenen Daten muss mit 0,1% angenommen werden, egal, wie viele Stellen vorgegeben sind, außer es wird explizit anders angegeben! Bei den in der Tabelle angegebenen Konstanten kann der Fehler hingegen vernachlässigt werden. Die daraus folgenden Ergebnisse müssen mit der entsprechenden Anzahl an signifikanten Stellen angegeben werden.

Frage 1:

Eine Boje schwimmt auf der Wasseroberfläche eines Sees und ist bis zur Hälfte ihres Volumens im Wasser eingetaucht. Sie hat die Form einer Hohlkugel mit äußerem Radius $R = 80 \text{ cm}$ und ihre Dicke ist überall gleich groß.

- Wir wissen, dass die Boje aus einer Eisenlegierung mit Dichte $\rho_{Fe} = 7,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ besteht. Wie groß ist die Dicke der Boje?

Frage 2:

Zwei Linsen, die erste ist eine Sammellinse A mit Brennweite $f_A = 25 \text{ cm}$, die zweite eine Zerstreuungslinse B mit Brennweite $f_B = -10 \text{ cm}$, haben eine gemeinsame optische Achse. Ein Strahlenbündel fällt parallel zur optischen Achse auf A. Beim Austritt aus der Linse B sind die Strahlen immer noch parallel zur optischen Achse.

- Wie groß ist der Abstand d zwischen den zwei Linsen?

Frage 3:

Ein physikalisches System, das sich nicht im Gleichgewicht befindet, kann einen stabilen Zustand erreichen, indem es Energie abgibt. In einem zylinderförmigen Gefäß mit Radius $r_1 = 5 \text{ cm}$ befindet sich bis zu einer Höhe von $h_0 = 20 \text{ cm}$ Wasser. Das Gefäß wird über ein sehr kurzes Röhrchen (sein Volumen kann daher vernachlässigt werden) mit einem anderen zylinderförmigen Gefäß verbunden, das sich auf der selben Ebene befindet. Dieser zweite Zylinder ist anfänglich leer und sein Radius r_2 ist doppelt so groß wie r_1 . Das Röhrchen verbindet die beiden Gefäße auf Höhe des Bodens der beiden Gefäße.

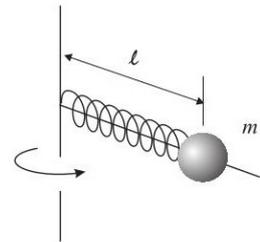
- Wie viel mechanische Energie wird abgegeben, um das Gleichgewicht zu erreichen?

Frage 4:

- Man bestimme die Geschwindigkeit v eines relativistischen Teilchens, dessen Energie doppelt so groß ist wie seine Ruheenergie.

Frage 5:

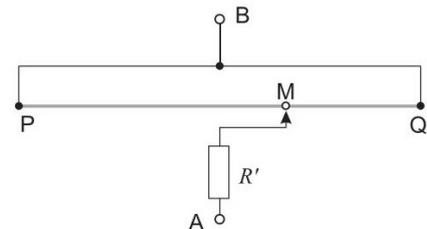
Eine ideale Feder mit Federkonstante D hat eine Länge l_0 . An ihr hängt eine Masse m . Das System bewegt sich auf einer horizontalen Ebene und rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω um eine vertikale Achse (siehe Abbildung).



- Bestimme die Länge l der Feder, wenn sie rotiert.

Frage 6:

Im elektrischen Schaltkreis, den man in der Abbildung sieht, hat der elektrisch leitende Draht PQ eine konstante Querschnittsfläche und einen Widerstand von $R = 81 \Omega$. Auf ihm befindet sich ein beweglicher Kontaktpunkt M , sodass $PM = (2/3)PQ$ ist.



- Wie groß ist der Widerstand R' , wenn der Widerstand zwischen A und B gleich groß ist wie der Widerstand des Drahtes PQ ?

Frage 7:

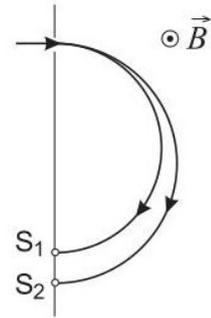
Die Geschwindigkeit von Wasserwellen an der Oberfläche kann mit $v = \sqrt{g\lambda/(2\pi)}$ angenähert werden, wenn die Wassertiefe h in der Größenordnung der Wellenlänge oder größer ist. Wenn die Wassertiefe hingegen sehr viel kleiner ist als die Wellenlänge, gilt in guter Näherung $v = \sqrt{gh}$. Diese Gleichungen gelten, solange die Amplitude der Welle viel kleiner als die Wassertiefe h ist.

Ein Bub steht am Meeresstrand und beobachtet die Wellen, die auf ihn zukommen. Er zählt 18 Wellen in einer Minute.

- Berechne die Wellenlänge der Wellen auf offenem Meer.

Frage 8:

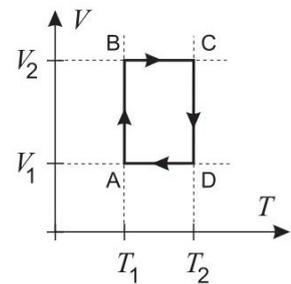
In ein Massenspektrometer tritt ein Strahl von Ionen ein, deren Ladung $q = e$ und deren Geschwindigkeit $v = 5000 \text{ ms}^{-1}$ sind. Einige haben Masse $m_1 = 20u$, der Rest hat Masse $m_2 = 22u$ (u ist die atomare Masseneinheit). Die Ionen werden von einem homogenen, zum Ionenstrahl senkrechten Magnetfeld mit $B = 0,09 \text{ T}$ um 180° abgelenkt (siehe Abbildung).



- Wie groß ist der Abstand d zwischen den Punkten S_1 und S_2 ?

Frage 9:

Ein ideales Gas durchläuft den in der Abbildung im V - T -Diagramm dargestellten thermodynamischen Kreisprozess $A - B - C - D - A$. T ist dabei die absolute Temperatur.



- Zeichne diesen Kreisprozess in einem p - T -Diagramm und kennzeichne dabei die Zustände A , B , C und D .

Frage 10:

Die Solarkonstante, die die Strahlungsenergie von der Sonne auf die Erde pro Zeiteinheit und Flächeneinheit angibt, wird senkrecht zu den Strahlen gemessen und hat einen Mittelwert von $S_0 = 1,37 \text{ kWm}^{-2}$. Die Erdumlaufbahn hat einen Radius von $r = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, die Sonne hat einen Radius von $R_S = 6,9 \cdot 10^8 \text{ m}$.

- Wir nehmen an, dass die Sonne wie ein Schwarzer Körper strahlt. Bestimme die Temperatur der Photosphäre¹, also jener dünnen Schicht aus der die Strahlung der Sonne kommt.

¹Aufgrund der geringen Dicke kann die Photosphäre als Sonnenoberfläche angesehen werden. Sie definiert somit den Radius der Sonne.