

Associazione per l'Insegnamento della Fisica

Olimpiadi di FISICA

PROGETTO  36^a edizione **2022**

Bitte noch nicht umblättern!
Warte auf den Start!

Landesolympiade
Montag, den 21. Februar

... lies die Anleitung 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 der letzten Seite findest du einige physikalische Konstanten und andere nützliche Angaben.
- Lies zunächst die Anleitung vor den Testfragen genau durch!

Jetzt geht es gleich los... Gute Arbeit!

Le Olimpiadi di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE

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 numerischen Ergebnisse müssen mit der entsprechenden Anzahl an signifikanten Stellen angegeben werden.

Nützliche Näherungen:

Für $x \ll 1$ kann man folgende Näherungen verwenden:

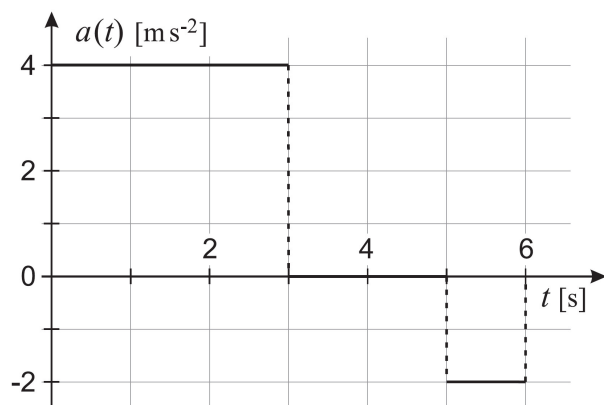
$$(1+x)^\alpha \approx 1+\alpha x; \quad \sin(x) \approx x; \quad \tan(x) \approx x; \quad \cos(x) \approx 1 - \frac{1}{2}x^2; \quad \ln(1+x) \approx x; \quad e^x \approx 1+x$$

Achtung: Falls es sich bei x um einen Winkel handelt, dann muss er in Radiant vorliegen!

Frage 1:

Der nebenstehende Graph zeigt das Beschleunigungs-Zeit-Diagramm eines Objektes, das zum Zeitpunkt $t = 0$ aus der Ruhe startet.

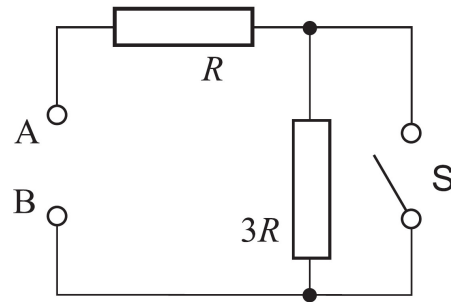
- Wie groß ist die Geschwindigkeit nach 6s?



Frage 2:

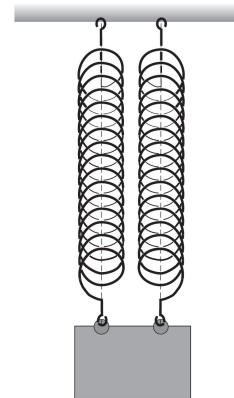
Im dargestellten Stromkreis hält eine Spannungsquelle eine konstante Potentialdifferenz zwischen A und B. Die zwei Widerstände haben den Wert R und $3R$. Wenn der Schalter S geöffnet ist, liefert die Spannungsquelle dem Stromkreis eine Leistung von 30 W.

- Welche Leistung wird dem Stromkreis geliefert, wenn der Schalter geschlossen ist?

**Frage 3:**

Zwei gleiche Federn (ihre Masse ist vernachlässigbar) haben eine Ruhelänge von $\ell_0 = 20$ cm und eine Federkonstante $D = 60$ Nm⁻¹. Sie sind oben befestigt und parallel angeordnet (siehe Skizze). An ihrem unteren Ende ist ein homogenes Gewicht von 12 N angehängt.

- Wie groß ist die Länge der Federn?

**Frage 4:**

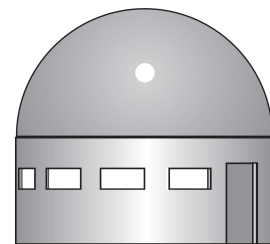
Zwei Lautsprecher, die in einer Entfernung von 3 m voneinander aufgestellt sind, senden jeweils eine sinusförmige Schallwelle mit einer Leistung von 2 W aus. Die Wellen haben die gleiche Frequenz und die beiden Quellen sind in Phase.

- Wie groß ist die Intensität der Schallwelle in einem Punkt M, der 4 m von beiden Lautsprechern entfernt ist?

Frage 5:

Das Bild zeigt ein metallisches Gebäude, das aus großer Entfernung mit einem Teleobjektiv aufgenommen wurde. Das Teleobjektiv war dabei waagrecht ausgerichtet. Auf halber Höhe der großen halbkugelförmigen Kuppel sieht man das Bild der Sonne.

- Wie groß war in diesem Augenblick der Höhenwinkel der Sonne bezogen auf den Horizont?



Bemerkung: In Wahrheit würde die Sonne auf der Kuppel wie ein kleiner Leuchtpunkt erscheinen. Im Bild wurde er vergrößert, um ihn besser sichtbar zu machen.

Frage 6:

Drei identische Teilchen mit Masse $m = 2 \cdot 10^{-12}$ g und Ladung $q = 2$ nC ruhen zunächst in großer Entfernung zueinander. Danach werden sie an den Enden eines gleichseitigen Dreiecks fixiert. Die dazu benötigte Arbeit ist $W = 30$ nJ.

- Berechne die Geschwindigkeit der Teilchen, die sie erreichen, wenn sie gleichzeitig losgelassen werden und wieder sehr weit voneinander entfernt sind!

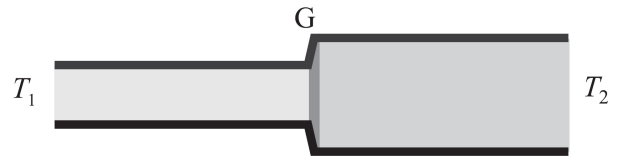
Frage 7:

Die Luftkammer eines Fahrradschlauches enthält $11,2 \text{ dm}^3$ Luft (die als Ideales Gas behandelt werden kann). Der Druck beträgt $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, die Temperatur ist 9°C . Nach einer Fahrradtour ist das Luftvolumen um 7% größer geworden, der Druck beträgt ca. $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, die Temperatur 15°C .

- Welcher Bruchteil an Luft ist aus dem Schlauch geströmt?

Frage 8:

Zwei zylinderförmige Stäbe, die wie in der Skizze zusammengefügt sind, leiten Wärme zwischen einem Bereich der Temperatur $T_1 = 470^\circ\text{C}$ und einem Bereich der Temperatur $T_2 = -20^\circ\text{C}$. Die Temperaturen werden dabei konstant gehalten. Die gesamten Seitenflächen des Systems sind isoliert.



Der erste Stab hat Länge ℓ , Durchmesser d und Wärmeleitfähigkeitskoeffizient λ .

Der zweite Stab hat die gleiche Länge, doppelten Durchmesser und Wärmeleitfähigkeitskoeffizient $\lambda' = 3\lambda/2$.

Die Verbindung G ist sehr dünn und hat einen hohen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten, sodass wir davon ausgehen, dass sie einheitlich die Temperatur T_G hat.

- Berechne im stationären Zustand die Temperatur T_G !

Frage 9:

Eine Raumstation (Masse m) befindet sich auf einer kreisförmigen Umlaufbahn (Radius R) um die Erde. Die Besatzung muss sie auf eine kreisförmige Umlaufbahn mit Radius $3R$ bringen. Dazu geht die Besatzung folgendermaßen vor: Zuerst schaltet sie die Motoren kurzzeitig ein, sodass sie sich danach auf einer ellipsenförmigen Bahn befinden, wobei das Apogäum dann $3R$ beträgt. Nach einem halben Umlauf befindet sich die Raumstation in einem Abstand von $3R$ zum Zentrum der Erde. Nun wird ein weiterer Schub durch die Motoren gegeben, um die Raumstation in eine kreisförmige Umlaufbahn mit Radius $3R$ zu bringen.

- Welche Energie müssen die Motoren der Raumstation insgesamt liefern?

Man vernachlässige den Massenverlust der Raumstation durch die Verwendung der Motoren und drücke das Resultat in Abhängigkeit von R , m , der Masse M der Erde und der Konstanten G aus!

Frage 10:

Auf einer ebenen quadratischen Platte (Seitenlänge ℓ), deren Dicke vernachlässigbar ist, wird eine positive elektrische Ladung Q homogen verteilt. Eine leitende Platte, welche die gleiche Größen hat, ist ungeladen und isoliert. Sie wird parallel zur ersten in einer Entfernung $d \ll \ell$ aufgestellt.

- Berechne die induzierten Ladungen auf den beiden Flächen der leitenden Platte nach Erreichen des Gleichgewichtes, wenn ihre Dicke $s \ll \ell$ ist?



Diese Unterlagen können unter Angabe der Quelle weiterverwendet werden, außer für kommerzielle Zwecke. Übersetzung: Matthias Ratering und Klaus Überbacher, RG Meran, Johann Baldauf, RG Brixen

Physikalische Konstanten

Naturkonstanten [exakte Werte durch Definition vom 16.11.2018]

Konstante	Symbol	Zahlenwert	Einheit
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	c	$2,99792458 \cdot 10^8$	ms^{-1}
Elementarladung	e	$1,602176634 \cdot 10^{-19}$	C
Planck'sches Wirkungsquantum	h	$6,62607015 \cdot 10^{-34}$	Js
Boltzmann-Konstante	k	$1,380649 \cdot 10^{-23}$	JK^{-1}
Loschmidt'sche Zahl	N	$6,02214076 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}

weitere physikalische Konstanten:

Diese gerundeten Werte sind als **exakt** anzusehen!

Elektronenmasse	m_e	$9,1094 \cdot 10^{-31}$ $= 5,1100 \cdot 10^2$	kg $keVc^{-2}$
Protonenmasse	m_p	$1,67262 \cdot 10^{-27}$ $= 9,3827 \cdot 10^2$	kg $MeVc^{-2}$
Neutronenmasse	m_n	$1,67493 \cdot 10^{-27}$ $= 9,3955 \cdot 10^2$	kg $MeVc^{-2}$
Magnetische Feldkonstante	μ_0	$1,25664 \cdot 10^{-6}$	Hm^{-1}
Elektrische Feldkonstante $1/(\mu_0 c^2)$	ϵ_0	$8,8542 \cdot 10^{-12}$	Fm^{-1}
Coulomb-Konstante $1/(4\pi\epsilon_0)$	k_C	$8,9876 \cdot 10^9$	mF^{-1}
Universelle Gaskonstante Nk_C	R	8,3145	$Jmol^{-1}K^{-1}$
Faraday-Konstante Ne	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 eventuell notwendige Daten

Diese gerundeten Werte sind ebenfalls als **exakt** anzusehen!

Der Einfachheit halber (außer es wird eigens darauf hingewiesen) können die Daten, die mit * gekennzeichnet sind und die sich auf eine bestimmte Temperatur beziehen, auch bei anderen Temperaturen verwendet werden, ohne größere Fehler zu machen.

Mittlere Fallbeschleunigung	g	9,80665	ms^{-2}
Dichte von Wasser (bei $4^\circ C$)*	ρ_W	$1,00000 \cdot 10^3$	kgm^{-3}
Spezifische Wärmekapazität von Wasser (bei $20^\circ C$)*	c_W	$4,182 \cdot 10^3$	$Jkg^{-1}K^{-1}$
Dichte von Eis (bei $0^\circ C$)*	$\rho_{E,0}$	$0,917 \cdot 10^3$	kgm^{-3}
spezifische Schmelzwärme von Wassereis	σ_S	$3,344 \cdot 10^5$	Jkg^{-1}
Wasser: spezifische Verdampfungswärme (bei $100^\circ C$)*	σ_V	$2,257 \cdot 10^6$	Jkg^{-1}