Associazione per l'Insegnamento della Fisica

31ª Edizione

Olimpiadi di Fisica 2017

Landesolympiade am Donnerstag, den 16. Februar 2017

Problemstellungen

Zeit: 1 Stunde und 40 Minuten

- Schreibe klar deine Lösungswege an! Teillösungen werden auch gewertet!
- Schreibe auf **alle** Blätter, die du abgibst, **links** oben deinen Namen!
- Verwende für jedes Problem ein eigenes Blatt!
  Nummeriere die Blätter durch, und zwar **rechts** oben!
- Schreibe vor die Lösung der Probleme die Nummer, wie im folgenden Beispiel:
  $\boxed{\text{Problem 2}}$ Lösung:...
- Gib jeweils den Teil des Problems (1., 2., 3., ...) an, den du gerade beantwortest!

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.

Ausarbeitung:

Materiale elaborato dal Gruppo

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

Übersetzung: Matthias Ratering und Klaus Überbacher, RG Meran

P1 Spazierengehen, Reibung, auf einem Zylinder... 20 Punkte

Teil A [6 *Punkte*]

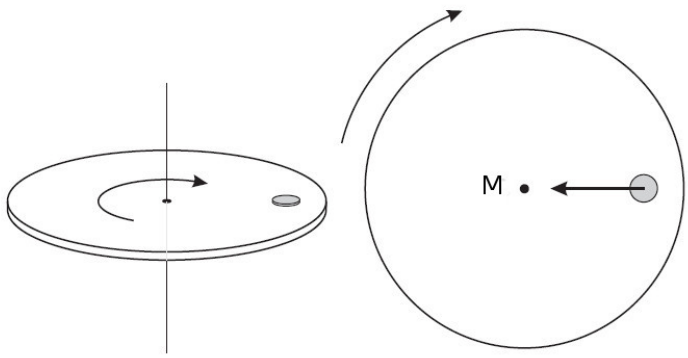
Zwei Freunde A und B treffen sich öfter, um schnell zu gehen. Ihre Geschwindigkeit beträgt in etwa 6 km/h. Am liebsten spazieren sie entlang einer Allee. Dort steht alle 100 m eine Tafel.
Plötzlich fragt A:“Was meinst du - wie schnell gehen wir?“
“Nimm deine Stoppuhr und sage mir, in welcher Zeit wir 100 m zurücklegen!“ antwortet B.
Nachdem sie diese Strecke geschafft haben, sagt A:“58, 3 Sekunden.“ Darauf erwidert B sofort:“Wir gehen mit einer Geschwindigkeit von 6, 17 km/h“. B erklärt seinem verblüfften Freund, wie er das so schnell herausgefunden hat:“Ich habe die Differenz zwischen 60 Sekunden und der Zeit gebildet, die du mir gesagt hast: $60 - 58,3 = 1,7$. Es ist ein kleines Zeitintervall. Dieses habe ich durch 10 dividiert und zu 6 addiert, also $6 + 0,17 = 6,17$. Dies ist der Wert der Geschwindigkeit, die ich dir genannt habe, in km/h. Wenn wir nicht zu schnell gehen, dann ist diese Art der Berechnung fast exakt, wenn wir das kleine Intervall kennen.“

1. Für welche Werte des kleinen Zeitintervalles liefert die Berechnung ein Resultat, das im Rahmen von 1% genau ist?
2. Bestimme die entsprechende maximale Geschwindigkeit!

Teil B [7 *Punkte*]

In der nebenstehenden Zeichnung befindet sich ein kleiner Spielstein (Masse $m = 25\,\mathrm{g}$) auf einer Scheibe, die um ihre Achse rotiert. Die konstante Winkelbeschleunigung ist $\alpha = 2\,\mathrm{rad\,s^{-2}}$. Der Spielstein befindet sich $r = 22,3\,\mathrm{cm}$ von der Rotationsachse entfernt.

Zum Zeitpunkt, der in der Zeichnung abgebildet ist, beträgt die Winkelgeschwindigkeit der Scheibe $\omega = 2\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$. Der Spielstein ist relativ zur Scheibe in Ruhe, da der Haftreibungskoeffizient $f_{HR} = 0,45$ beträgt.
Im Bild rechts ist die Scheibe von oben gesehen dargestellt. Der Vektor stellt die Zentripetalkraft zum betrachteten Zeitpunkt dar. Sie wirkt auf den Spielstein; der Maßstab für die Kraft ist willkürlich gewählt.



- Übertrage das rechte Bild auf das karierte Blatt. Der Kraftvektor soll mindestens eine Länge von 6 Kästchen haben. Zeichne in gleichem Maßstab die Reibungskraft ein, die zum gleichen Zeitpunkt auf den Spielstein wirkt! Begründe deine Lösung angemessen!

Teil C [7 *Punkte*]

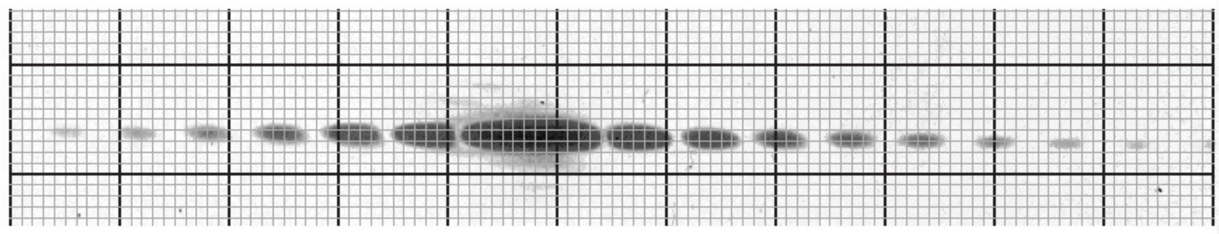
Drei Zylinder mit gleicher Masse m rollen ohne zu rutschen über eine schiefe Ebene, die die Höhe h hat. Die Zylinder haben folgende Eigenschaften:
Der erste ist hohl und hat den Radius r; der zweite ist ein Vollzylinder und hat Radius $r/2$; auch der dritte ist ein Vollzylinder und hat Radius r.

- Alle drei Zylinder werden gleichzeitig aus der gleichen Höhe losgelassen.Welcher Zylinder wird am längsten brauchen, um an das untere Ende der schiefen Ebene zu gelangen?

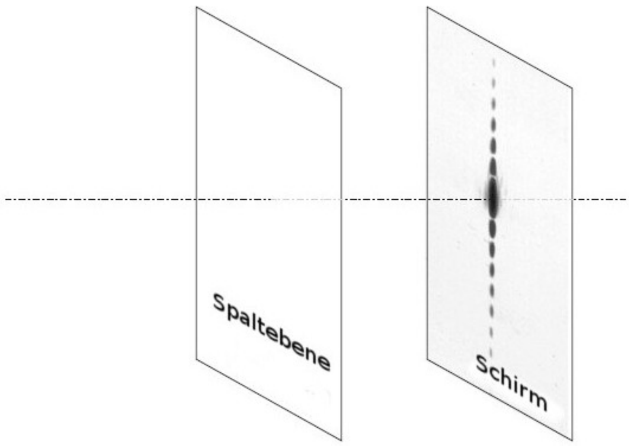
■

P2 Laser und Spalt — 20 Punkte

Ein Spalt mit einer Breite von a wird vor einen He-Ne-Laser gestellt. Der Laser emittiert einen dünnen, gebündelten Strahl, der monochromatisch ist (Wellenlänge $\lambda = 632{,}8\,\mathrm{nm}$). Ein Schirm, der senkrecht zum Laserstrahl ist, befindet sich in einer Distanz $l = 1{,}5\,\mathrm{m}$ vom Spalt entfernt. Dort sieht man Beugungserscheinungen, wie sie im Bild dargestellt sind (der Einfachheit halber sind die Helligkeiten invertiert). Die kleinen Quadrate haben eine Kantenlänge von $1\,\mathrm{mm}$, die großen haben eine Kantenlänge von $1\,\mathrm{cm}$.



1. Die nachfolgende Skizze stellt teilweise den experimentellen Aufbau des Versuches dar, um das Beugungsbild, das vorher horizontal dargestellt wurde, zu erhalten.
   Nachdem du die Skizze auf dein Blatt gezeichnet hast, ergänzt du sie mit den wesentlichen Teilen, die fehlen!

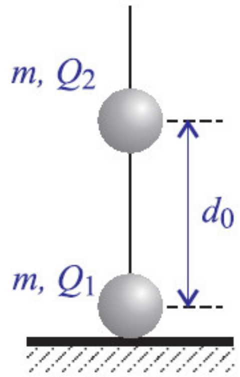


2. Wähle ein Bezugssystem auf dem dargestellten Beugungsbild!
   Bestimme die Lage der Minima und stelle sie in Funktion der Beugungsordnung in einem Diagramm dar!
   Bestimme mit diesem Diagramm die beste Abschätzung für den Abstand zweier benachbarter Minima!
3. Verwende das Ergebnis der vorhergehenden Frage, um die Breite a des Spaltes zu bestimmen!
4. Zeige, dass an den Stellen, wo ein Beugungsminimum vorliegt, die Phasendifferenz $\Delta\varphi$ zwischen den Strahlen, die von den gegenüberliegenden Rändern des Spaltes kommen, ein ganzzahliges Vielfaches von $2\pi\,\mathrm{rad}$ ist!
5. Berechne den Wert der Phasendifferenz $\Delta\varphi(P)$ zwischen den Strahlen, die von den gegenüberliegenden Rändern des Spaltes kommen und im Punkt P ankommen (P ist gleich weit vom ersten und vom zweiten Minimum entfernt!

■

P3 Ladungen in Bewegung — 20 Punkte

Am unteren Ende eines langen, gut gespannten, vertikalen, nicht leitenden Fadens befindet sich ein Kügelchen der Masse $m = 1\,\mathrm{g}$, das eine Ladung $Q_1 = Q$ trägt. Weiter oben, in einer Distanz $d_0 = 10\,\mathrm{cm}$ vom anderen Kügelchen befindet sich ein zweites Kügelchen mit gleicher Masse und Ladung $Q_2 = 4Q$. Es kann sich entlang des Fadens frei bewegen und ist im Gleichgewicht. Die beiden Kügelchen können als punktförmig angenommen werden, die Reibung zwischen ihnen und dem Faden ist vernachlässigbar.



1. Schreibe den Ausdruck für Q in Funktion der Angaben und eventueller Konstanten an und berechne den Wert!

   Anschließend wird das obere Kügelchen fixiert. Das untere wird mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 2\,\mathrm{m/s}$ nach oben geworfen.

2. Wie groß ist der minimale Abstand, den das untere Kügelchen zum oberen erreichen kann?
   Tipp: Verwende den Ausdruck von Q, den du bereits gefunden hast!

   Das Experiment wird wiederholt, aber nun wird das obere Kügelchen nicht fixiert, es kann sich also entlang des Fadens bewegen.

3. Wie groß ist der minimale Abstand, den das untere Kügelchen jetzt zum oberen erreichen kann?