
Klausur Experimentalphysik A

Wintersemester 2016-2017

19. Januar 2017

Dauer: 08.00 Uhr – 10.00 Uhr

Bitte für jede Aufgabe ein separates Blatt verwenden und den Namen auf jedem Blatt notieren!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, ein DIN A4-Blatt mit einer handgeschriebenen Formelsammlung

1. Eine kleine Kugel der Masse $m = 100$ g rollt durch eine senkrecht aufgestellte, kreisförmige Kugelbahn vom Radius $r = 0,7$ m. Die Kugel habe eine solche Geschwindigkeit, daß sie im höchsten Punkt der Bahn gerade nicht nach unten fällt, sondern auf der Innenseite der Bahn verbleibt. Der Radius der Kugel soll so klein sein, daß ihre eigene Rotation zunächst keine Rolle spielt. Vernachlässigen Sie die Reibung.
 - (a) Berechnen Sie die notwendige Bahngeschwindigkeit der Kugel im obersten Punkt der Bahn.
 - (b) Welche Geschwindigkeit hat sie dann im untersten Punkt der Bahn?
 - (c) Mit welcher Kraft drückt die Kugel im untersten Punkt auf die Bahn?
 - (d) Würde sich an den Ergebnissen der Teilaufgaben b) und c) etwas ändern, wenn man die Eigenrotation der Kugel berücksichtigen würde? Und wenn ja, in welche Richtung würden sich die Ergebnisse jeweils ändern?

2. Ein 5 g schweres Geschöß mit einer Geschwindigkeit von 672 m/s durchschlägt ein 700 g schweres, reibungsfrei auf einer horizontalen Fläche ruhendes Holzbrett. Nach dem Austritt bewegt sich das Geschöß noch mit einer Geschwindigkeit von 428 m/s in unveränderter Richtung weiter.
 - (a) Wie schnell bewegt sich nun das Brett?
 - (b) Wie schnell bewegt sich der Schwerpunkt des Systems Geschöß-Brett?
 - (c) Wieviel Energie wird in Verformungsarbeit umgewandelt?

3. Untersuchen Sie die Bewegung eines Körpers, der sich in einem (gedachten) geraden, durch den Erdmittelpunkt gehenden Schacht befindet, wenn vorausgesetzt wird, dass die im Erdinneren auf den Körper wirkende Kraft proportional zum aktuellen Abstand Körperschwerpunkt-Erdmittelpunkt ist. Der Körper werde mit der Anfangsgeschwindigkeit Null von der Erdoberfläche in den Schacht fallen gelassen. Nehmen Sie die Erde als homogene Kugel mit dem Radius $R_E = 6370$ km an. Die Fallbeschleunigung an der Erdoberfläche betrage $g = 9,81$ m/s².
 - (a) Skizzieren Sie das System, legen ein geeignetes Koordinatensystem fest und zeichnen für eine herausgegriffene Position des Körpers die Richtung der wirkenden Kraft ein.
 - (b) Bestimmen Sie aus den Anfangsbedingungen die Formel für den Proportionalitätsfaktor k zwischen der Kraft und dem aktuellen Abstand des Körpers vom Erdmittelpunkt.
 - (c) Stellen Sie unter Benutzung der Formel aus (b) die Bewegungsgleichung für den Körper auf und geben Sie die Lösung für die Zeitabhängigkeit der Position des Körpers unter den gegebenen Anfangsbedingungen an.
 - (d) Skizzieren Sie schematisch den Zeitverlauf der Position des Körpers und berechnen Sie die Zeit, in der er von der Erdoberfläche bis zum Erdmittelpunkt gelangt.

4. Ein Pumpspeicherkraftwerk besteht aus einem Reservoir auf dem Berg und einem Kraftwerk mit dem Stromgenerator im Tal. Der Höhenunterschied zwischen der Wasseroberfläche im Reservoir und dem Auslauf im Tal betrage 180 m. Das Verbindungsrohr zwischen Reservoir und Kraftwerk habe am Einlauf auf dem Berg eine Querschnittsfläche von $0,74$ m². Im Reservoir auf dem Berg ruht das Wasser. Die innere Reibung des Wassers werde vernachlässigt. Die Dichte des Wassers betrage 1 g cm⁻³ und der Luftdruck $0,1$ MPa.
 - (a) Welcher statische Druck (in Megapascal) herrscht im Wasser im Rohr auf Höhe des Auslaufs, wenn dieser durch ein Ventil verschlossen ist und das Wasser somit ruht?
 - (b) Jetzt wird der Auslauf geöffnet und das Wasser strömt durch das Rohr. Dies geschieht am Einlauf auf dem Berg mit einer mittleren Geschwindigkeit von $0,40$ m/s. Die Geschwindigkeit erreicht im Kraftwerksgebäude im Tal wegen der dortigen kleineren Querschnittsfläche des Rohres einen mittleren Wert von $9,5$ m/s. Ändert sich dadurch der statische Druck im Wasser am Auslauf? Wenn ja, um welchen Betrag und in welche Richtung?
 - (c) Welches Wasservolumen strömt pro Sekunde durch das Rohr?