

Name(n):
Matrikelnummer(n):

Übungsgruppe:

Experimentalphysik I, WS 2016/17

Prof. Dr. A. Zilges, M.Sc. Mark Spieker, M.Sc. Simon Pickstone
Institut für Kernphysik, Universität zu Köln

Vorlesungswebseite: www.ikp.uni-koeln.de/zilges/vorl/exp1/exp1.html

Übungsblatt 6

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	Summe
Punkte:								

Ausgabe: Mittwoch, 30. November 2016 in der Vorlesung und auf der Vorlesungswebseite

Abgabe: Mittwoch, 07. Dezember 2016 vor der Vorlesung

Besprechung: Montag, 12. Dezember 2016 in den Übungen

Bitte nutzen Sie dieses Blatt als Deckblatt für Ihre Übung und heften Sie alles zusammen. Bitte geben Sie auch die oben genannten Informationen leserlich an!

1. [3 Punkte] Zwei Punkte auf einer rotierenden Scheibe

Auf einer mit konstanter Winkelgeschwindigkeit rotierenden Scheibe sind zwei Punkte markiert, einer auf dem Rand und einer auf der Mitte zwischen dem Rand und der Drehachse.

- Welcher der Punkte bewegt sich in einer bestimmten Zeit über die größere Entfernung?
- Welcher der beiden Punkte dreht sich um den größeren Winkel?
- Welcher hat die größere, tangentielle Geschwindigkeit?
- Die höhere Winkelgeschwindigkeit?
- Die größere Winkelbeschleunigung?
- Die größere Zentripetalbeschleunigung?

Begründen Sie Ihre Antworten!

2. [2 Punkte] Laute Motoren auf den Ringen

Die Winkelgeschwindigkeit eines Automotors steigt innerhalb von 12s gleichmäßig von 1200 U/min auf 3000 U/min an.

- a) Bestimmen Sie die Winkelbeschleunigung in U/min²! (1 Punkt)
- b) Berechnen Sie, wie viele Umdrehungen der Motor in diesen 12s absolviert hat! (1 Punkt)

3. [3 Punkte] Trägheitsmoment einer Vollkugel und einer Hohlkugel

Berechnen Sie das Trägheitsmoment einer Kugel mit homogener Massenverteilung und Radius R bezüglich einer Drehung um die zentrale Symmetrieachse! Bestimmen Sie weiterhin das Trägheitsmoment einer Hohlkugel mit Radius R und nehmen Sie an, dass die Gesamtmasse M auf der Oberfläche der Kugelschale homogen verteilt ist! Erklären Sie anschaulich, wieso das Trägheitsmoment der Hohlkugel kleiner als das Trägheitsmoment der Vollkugel ist!

Hinweis: Nutzen Sie für Ihre Rechnungen Kugelkoordinaten und das passende Volumenelement in diesen Koordinaten $dV = r^2 \sin \theta \, d\varphi d\theta dr$.

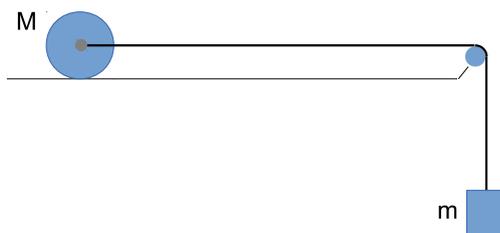
4. [4 Punkte] Trägheitsmoment, Drehimpuls und Rotationsenergie der Erde

Wie groß sind Trägheitsmoment, Drehimpuls und Rotationsenergie der Erde,

- wenn ihre Dichte ρ als homogen angenommen wird? (1 Punkt)
- wenn für $r \leq R/2$ die homogene Dichte ρ_1 doppelt so hoch ist wie ρ_2 für $r > R/2$? (2 Punkte)
- Wie würde sich die Winkelgeschwindigkeit der Erde ändern, wenn alle Menschen ($n = 5 \cdot 10^9$ mit jeweils 70 kg) zur selben Zeit am Äquator nach Osten mit der Beschleunigung $a = 2 \text{ m/s}^2$ zu laufen beginnen würden? (1 Punkt)

5. [3 Punkte] Hohlzylinder auf Tisch

Eine Seil ist an der Achse eines Hohlzylinders (Innenradius $r_i = 10 \text{ mm}$, Außenradius $r_a = 40 \text{ mm}$, $M = 1.5 \text{ kg}$) angebracht und über eine Umlenkrolle an einem Gewicht der Masse $m = M$ befestigt.



Betrachten Sie Seil, Achse und Umlenkrolle als masselos. Welche Geschwindigkeit v hat der Zylinder nach einer Wegstrecke von $s = 1.3 \text{ m}$, wenn sie annehmen, dass der Zylinder rollt, ohne zu gleiten?

Hinweis: Das Trägheitsmoment eines Hohlzylinders ist $I_{\text{Hohlzylinder}} = \frac{1}{2}M(r_a^2 + r_i^2)$. Die Rollbedingungen für den Massenmittelpunkt lauten: $v_s = r\omega$, $a_s = r\alpha$ und $s = r\varphi$. Hier ist ω die Winkelgeschwindigkeit, α die Winkelbeschleunigung und φ der Drehwinkel.

6. [5 Punkte] Ein Bowlingabend in Köln

Ein Bowlingspieler wirft seine Bowlingkugel auf eine Bowlingbahn, die anfänglich mit der Geschwindigkeit v_G gleitet, aber nicht rotiert. Während die Kugel gleitet, beginnt sie zu rotieren und dann zu rollen, aber ohne zu gleiten.

- Zeigen Sie, dass für die Endgeschwindigkeit v_R , d.h. für die Geschwindigkeit an dem Zeitpunkt, an dem die Kugel rollt ohne zu gleiten, unabhängig vom Gleitreibungskoeffizienten gilt:

$$v_R = v_G \cdot \left(1 + \frac{I}{m \cdot r^2}\right)^{-1}$$

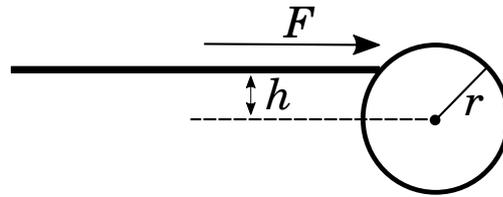
I bezeichnet dabei das Trägheitsmoment der Kugel und m ihre Masse. (2 Punkte)

- Bestimmen Sie die gesamte kinetische Energie der schließlich rollenden Kugel in Abhängigkeit der Anfangsgeschwindigkeit v_G ! (1 Punkt)
- Die Anfangsgeschwindigkeit der Kugel sei 30 km/h , der Radius der Kugel sei 10 cm und der Gleitreibungskoeffizient $\mu = 0.6$. Bestimmen Sie, nach welcher Zeit die Kugel zu rollen beginnt! (2 Punkte)

Hinweis: Das Trägheitsmoment einer homogenen Vollkugel ist $\frac{2}{5} \cdot m \cdot R^2$.

7. [2 Bonuspunkte] Die rollende Billiardkugel

Beim Poolbilliard treffen Sie die weiße Kugel mit dem Queue in einer Höhe h oberhalb ihres Massenmittelpunktes, s. Abbildung. Bestimmen Sie den Wert für h , bei dem die Billiardkugel von Beginn an rollt, ohne zu gleiten! Geben Sie Ihre Antwort in Abhängigkeit vom Kugelradius r an!



Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20 + 2 Bonuspunkte

Freiwillige Zusatzaufgabe:

(keine Besprechung in der Übungsstunde und keine Bewertung mit Punkten)

Billiardstöße

An welcher Stelle sollte ein Queue die weiße Kugel treffen, um folgende Ergebnisse zu erzielen?

- a) Die weiße Kugel rollt unmittelbar, ohne zu gleiten.
- b) Die weiße trifft auf eine ruhende Kugel und folgt dieser Kugel kurz darauf. In diesem Fall spricht man von einem Nachläufer.
- c) Die weiße trifft auf eine ruhende Kugel, kommt aber anschließend wieder zum Spieler zurück. In diesem Fall spricht man von einem Rückläufer.
- d) Die weiße trifft auf eine ruhende Kugel, bleibt aber dann nach kurzer Bewegung liegen.

Wie groß ist der Winkel zwischen der weißen und einer von ihr angestoßenen Kugel, wenn die weiße Kugel mit dem Queue irgendwo entlang einer vertikalen Linie durch ihren Schwerpunkt getroffen wurde? In welche Richtung wird die weiße Kugel zurückgestoßen, wenn sie die Bande in einem bestimmten Winkel trifft? Wie unterscheidet sich die Richtung, wenn die weiße Kugel mit dem Queue nicht in der vertikalen Ebene durch den Schwerpunkt, sondern seitlich gestoßen wurde und dann auf die Bande trifft?