

ÜBUNGEN ZUR KLASSISCHEN PHYSIK 1

WS 2023/24

4. Übungsblatt

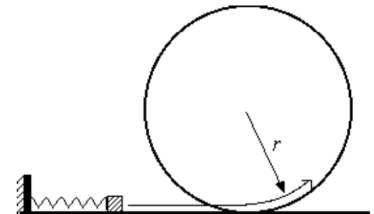
27.11.2023

Aufgabenweise Abgabe in Gruppen von 2 bis 3 Personen bis **27.11.2023/12 Uhr** über WueCampus. Bei jeder Aufgabe die Gruppennamen auf die erste Seite der Abgabe **und** in den Dateinamen schreiben!

Ergebnisse als Funktion der gegebenen Größen angeben!

Aufgabe 4.1: *Looping* (4 Punkte)

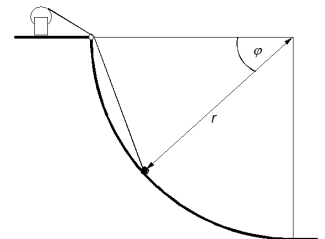
Ein punktförmiger Körper der Masse m soll, nachdem er von einer Feder (Federkonstante D) abgeschossen wurde, eine Schleifenbahn vom Radius r reibungsfrei durchlaufen.



- (1 P) a) Begründen Sie allgemein, dass der Körper im höchsten Punkt der Loopingbahn mindestens eine Geschwindigkeit vom Betrag $v_{(\text{oben}, \text{min})} = \sqrt{gr}$ besitzen muss, um gerade noch nicht aus der Bahn zu fallen! Welche Kraft/Kräfte wirkt/wirken in diesem Fall auf den Körper? Kräftediagramm!
- (1 P) b) Um welches Stück x_0 muss man die Hookesche Feder ($F(x) = -Dx$) mindestens spannen (zusammendrücken), damit der Körper die Schleifenbahn gerade noch durchläuft, ohne herunterzufallen?
- (2 P) c) Bestimmen Sie für diesen Fall den Betrag der Kraft in Abhängigkeit des durchlaufenen Winkels im Looping, den die Schiene auf den Körper ausübt.

Aufgabe 4.2: *Abseilen* (4 Punkte)

Eine Masse wird auf einer Viertelkreisbahn (Radius r) an einem Seil herabgelassen (siehe Skizze). Das Seil wird von einer Winde (Radius R) mit konstanter Drehzahl (n -Umdrehungen pro Zeit) abgewickelt.

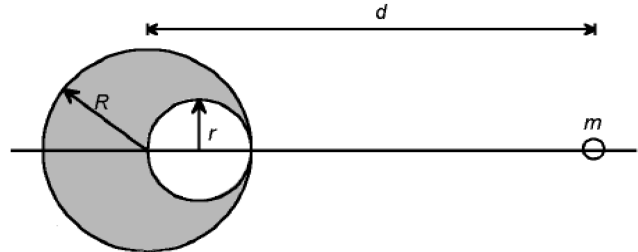


- (1 P) a) Bestimmen Sie die Länge des Seils innerhalb der Viertelkreisbahn als Funktion des Winkels φ .
- (1 P) b) Bestimmen Sie die zeitliche Änderung des Winkels $\dot{\varphi}(\varphi)$. Nutzen Sie dazu die zeitliche Änderung der Länge des Seils.
- (2 P) c) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}(\varphi)$ der Masse und daraus die Beschleunigung $\vec{a}(\varphi)$. Identifizieren Sie die Normalkomponente a_n und die Tangentialkomponente a_t . Verwenden Sie ein geeignetes Koordinatensystem.

Aufgabe 4.3: *Gravitationswechselwirkung* (3 Punkte)

In einer homogenen Metallkugel mit Radius R wurde ein kugelförmiger Hohlraum mit dem Radius $r = R/2$ hergestellt (siehe Abbildung). Die Masse des so entstandenen Körpers ist M .

Ermitteln Sie einen Ausdruck für den Betrag der Kraft, mit der eine zweite Kugel der Masse m aufgrund der Gravitationswechselwirkung angezogen wird. Der Abstand der Kugelmittelpunkte sei d .



Hinweise: Superposition, Felder kugelsymmetrischer Massenverteilungen außerhalb als Felder von Punktmassen mit Gesamtmasse im Mittelpunkt beschreibbar.

Aufgabe 4.4: *Start zum Mond* (5 Punkte)

Eine Rakete (Masse m , ohne Eigenantrieb) befindet sich auf dem direkten Weg von der Erde (Radius R_E , Masse M_E) zum Mond (Radius $R_M = \frac{1}{4} R_E$, Masse $M_M = \frac{1}{81} M_E$). Für den Abstand der Mittelpunkte von Erde und Mond gilt näherungsweise $d = 60 R_E$. Vernachlässigen Sie jegliche Rotationsbewegungen und Luftwiderstand.

- (2 P) a) Bestimmen Sie die Gesamtkraft auf die Rakete als Funktion des Abstands r zum Erdmittelpunkt.
- (2 P) b) Bestimmen Sie den Abstand r_0 zur Erde, für den die Rakete auf Ihrem Weg kräftefrei ist.
- (1 P) c) Mit welcher Mindestgeschwindigkeit müsste die Rakete von der Erdoberfläche senkrecht nach oben abgeschossen werden, damit sie auf den Mond trifft?