Klassische Experimentalphysik I (Mechanik) WS 24/25

Probeklausur
Mittwoch, 08.01.2025

Name: Matrikelnr.:

Aufgabe 1	/ 4 Punkte
Aufgabe 2	/ 6 Punkte
Aufgabe 3	/ 6 Punkte
Aufgabe 4	/ 4 Punkte
Gesamt	/ 20 Punkte
Note	

Kommentar zu den Punkten:

- Die Punktzahl für jede Aufgabe und Teilaufgabe ist in Klammern angegeben.
- Insgesamt können 20 Punkte erreicht werden.
- Zum Bestehen werden 7 Punkte benötigt.
- Für eine Note von 1,0 werden 17 Punkte benötigt. Es gibt also insgesamt mehr erreichbare Punkte, als für die beste Note benötigt werden! Machen Sie sich also keine Sorgen, wenn Sie nicht alle Aufgaben schaffen!

Bitte beachten Sie:

- Schreiben Sie *leserlich* Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer
  - auf *dieses Deckblatt* in die dafür vorgesehenen Felder,
  - *oben auf jedes Bearbeitungsblatt*.

  Es werden nur Blätter gewertet, auf denen Name und Matrikelnummer stehen.
- Es sind keine Hilfsmittel wie Formelsammlung oder Taschenrechner erlaubt.

- Wenn Rechnungen mit Zahlenwerten erforderlich sind, sind diese im Kopf durchführbar (wenn das scheinbar nicht der Fall ist, haben Sie vermutlich etwas falsch gemacht).
- Verwenden Sie, falls notwendig, $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$ als Gravitationsbeschleunigung an der Erdoberfläche.
- Es bietet sich immer an, so lange wie möglich symbolisch zu rechnen und erst am Ende, sofern verlangt, Zahlen einzusetzen.
- Falls Sie ein Zwischenergebnis benötigen, dieses jedoch nicht haben, rechnen Sie symbolisch mit der Größe weiter.
- Die Probeklausur wird direkt im Anschluss im Tutorium besprochen. Eine Musterlösung wird auf ILIAS nochgeladen.

Aufgabe 1: Kurzfragen (4 Punkte)

a) Skizzieren Sie für eine gleichförmige Kreisbewegung eines Massepunkts um eine Achse durch den Ursprung des Koordinatensystems die Vektoren der Geschwindigkeit und der Beschleunigung. (**1 Punkt**)

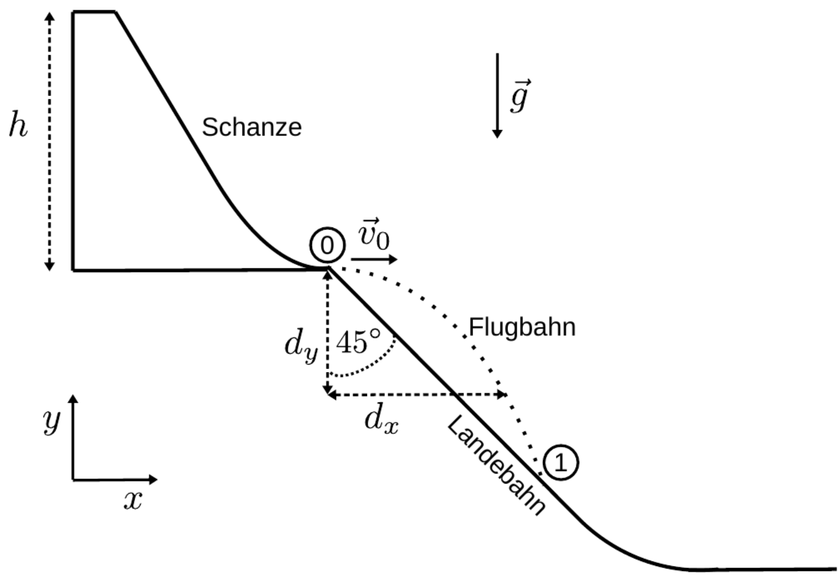
b) Erläutern Sie kurz die beiden Eigenschaften der Masse, träge und schwer zu sein. (**1 Punkt**)

c) Vergleichen Sie die Arbeit $W(|\Delta\vec{x}|)$, die verrichtet werden muss, um eine entspannte Feder 2 cm weit zu dehnen, mit der Arbeit, die erforderlich ist, um sie 1 cm weit zu dehnen, d. h. bestimmen Sie das Verhältnis $W(|\Delta\vec{x}| = 2\,\mathrm{cm})/W(|\Delta\vec{x}| = 1\,\mathrm{cm})$. (**1 Punkt**)

d) Bei welchem x-Wert liegt der Schwerpunkt eines eindimensionalen Systems aus zwei Massepunkten mit $m_1 = m$ bei $x = 1\,\mathrm{cm}$ und $m_2 = 3m$ bei $x = 5\,\mathrm{cm}$? (**1 Punkt**)

Aufgabe 2: Skischanze (6 Punkte)

Wir betrachten im Folgenden den Sprung von einer Skisprungschanze der Höhe h und die darauf folgende Landung auf einer Landebahn, siehe die Abbildung unten. Die Schanze befindet sich an der Erdoberfläche (Gravitationsbeschleunigung $\vec{g}$). Das Ende der Schanze verläuft parallel zur Erdoberfläche und der Absprungpunkt ist durch (0) gekennzeichnet. Es bietet sich an, den Ursprung des gewählten Koordinatensystems in den Absprungpunkt zu legen. Die Landebahn der Schanze grenzt direkt an den Absprungpunkt. Die Landebahn verläuft in einem Winkel von 45° zur Vertikalen. Eine Skispringerin springt zum Zeitpunkt $t = 0$ vom Absprungpunkt mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_0$ parallel zur Erdoberfläche ab. Die Springerin landet auf der Landebahn in einem horizontalen Abstand $d_{x,1}$ und vertikalen Abstand $d_{y,1}$ vom Absprungspunkt am Punkt gekennzeichnet durch (1). Vernachlässigen Sie Luftreibung.



a) Berechnen Sie den Betrag der Absprunggeschwindigkeit $v_0 = |\vec{v}_0|$. (**1 Punkt**)

b) Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die Flugbahn bzw. den Ort der Springerin $\vec{r}(t) = (x(t), y(t))$ als Funktion der Zeit t auf. Formulieren Sie die für die Flugbahn geltenden Anfangsbedingungen und lösen Sie die Bewegungsgleichung. (**2 Punkte**)

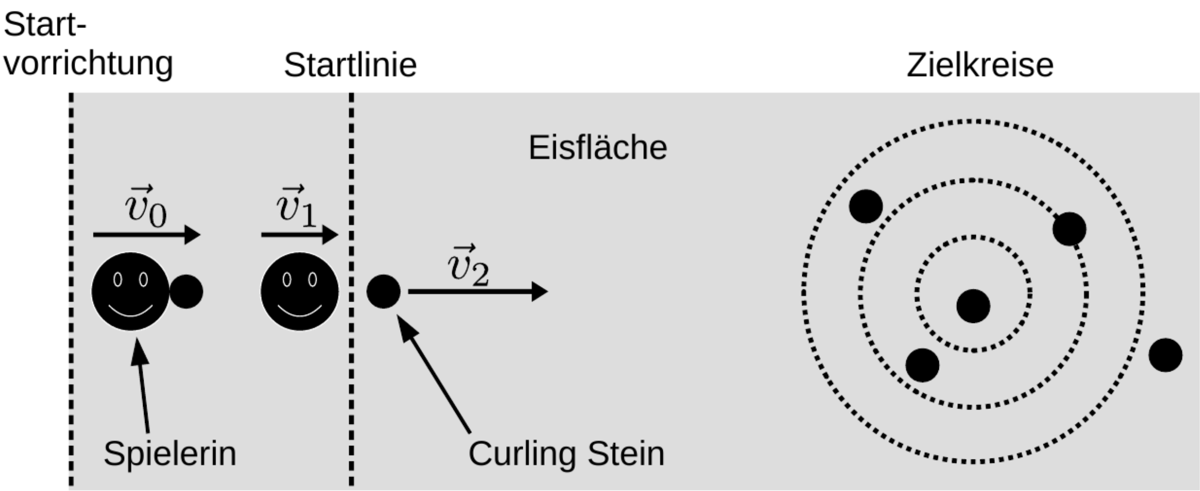
c) Berechnen Sie den vertikalen Abstand d_y der Springerin vom Absprungpunkt als Funktion des horizontalen Abstands d_x der Springerin vom Absprungpunkt entlang der Flugbahn. Welche Abhängigkeit ergibt sich dabei von der Höhe h der Sprungschanze? (**1 Punkt**)
Hinweis: Verwenden Sie die Abstände d_x und d_y als positive Größen und beachten Sie Ihr Ergebnis aus Aufgabenteil a).

d) Bestimmen Sie den horizontalen und vertikalen Abstand des Landepunkts $d_{x,1}$ und $d_{y,1}$ vom Absprungpunkt. (**1 Punkt**)

e) Nennen Sie jeweils einen Effekt, welcher unter realen Bedingungen die Flugweite verkürzen bzw. verlängern könnte. (**1 Punkt**)

Aufgabe 3: Curling (6 Punkte)

Wir betrachten im Folgenden sehr vereinfacht das Spiel „Curling“. Das Prinzip von Curling ist einfach (eigentlich nur vermeintlich) und das Spiel findet im Prinzip in einer zweidimensionalen Ebene aus Eis statt. Das Ziel der Spielenden ist schwere Steine so nahe wie möglich am Zentrum mehrerer konzentrischer Zielkreise zu platzieren. Dazu werden die Steine nacheinander aus einer großen Entfernung angestoßen und rutschen dann über die Ebene aus Eis bis zu den in dieser Ebene eingezeichneten Kreisen. Die Steine bleiben dann je nach Geschick der Spielenden entweder inner- oder außerhalb der Kreise stehen. Es ist ebenso erlaubt gegnerische Steine aus den Kreisen mit dem eigenen Stein herauszustoßen.



Blick von oben

Im Folgenden betrachten wir eine Spielerin der Masse $M = 70\,\mathrm{kg}$ und Curling-Steine der Masse $m = 20\,\mathrm{kg}$, welche als flache zweidimensionale Scheiben aufgefasst werden können. Weiterhin seien die Curling-Steine unverformbar und rutschen ohne Reibung über das Eis.

a) Zunächst betrachten wir den Abstoßvorgang. Die Spielerin drückt sich mit der Kraft $F = 360\,\mathrm{N}$ mit den Beinen von einer Startvorrichtung über eine Strecke von $s = 0{,}5\,\mathrm{m}$ ab und rutscht nach dem Abstoßvorgang zusammen mit dem Stein mit einer konstanten Geschwindigkeit $v_0 = |\vec{v}_0|$, siehe die Skizze. Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_0. (**1,5 Punkte**)

b) Die Spielerin rutscht mit dem Stein bis zur Startlinie. Kurz vor Erreichen der Startlinie gibt die Spielerin dem Stein noch einen Schubs und lässt diesen dann los, siehe die Skizze. Nach dem Schubs hat die Spielerin die Geschwindigkeit $v_1 = |\vec{v}_1| = {}^6\!/_7 \cdot v_0$. Ist der Vorgang des Schubses vollkommen elastisch? Begründen Sie Ihre Antwort, indem Sie sich überlegen, welche Erhaltungssätze gelten. Berechnen Sie im Anschluss die Geschwindigkeit $v_2 = |\vec{v}_2|$ des Steins nach dem Schubs. (**3 Punkte**)

c) Der Stein bewegt sich nun mit konstanter Geschwindigkeit v_2 auf einen auf dem Spielfeld schon platzierten und ruhenden Stein zu. Zeigen Sie, dass bei einem vollständig elastischen Zusammenstoß, nach welchem sich beide Steine bewegen, der Winkel zwischen den Bewegungsrichtungen der beiden Steine 90° betragen muss. (**1,5 Punkte**)

Aufgabe 4: Perle an Draht (4 Punkte)

Eine Perle mit einer Masse m gleitet reibungsfrei auf einem halbkreisförmigen Drahtstück mit dem Radius R, das sich mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit von ω um die vertikale Achse dreht, siehe Skizze unten. Berechnen Sie den Winkel θ zwischen der Rotationsachse des Drahtstücks und der Verbindungslinie vom Mittelpunkt des Halbkreises zur Perle, bei dem die Perle in Bezug auf den rotierenden Draht an der gleichen Stelle bleibt.