

### 39. Stöße im Schwerpunktsystem (4 Punkte)

Das Schwerpunktsystem ist das Inertialsystem, in dem der Schwerpunkt der wechselwirkenden Körper ruht, sein Impuls  $p_s$  also Null ist.

- a) Betrachten Sie allgemein den elastischen Stoß zwischen zwei Kugeln unterschiedlicher Masse. Auch bei einem Stoß im dreidimensionalen Raum kann der Vorgang in zwei Dimensionen diskutiert werden. Denken Sie sich bestimmte Anfangsgeschwindigkeiten der Kugeln aus und skizzieren Sie den Stoß-Vorgang im Laborsystem. Versuchen Sie, den Schwerpunkt des Gesamtsystems, also beider Kugeln zu verfolgen. Betrachten Sie dann den Stoß im Schwerpunktsystem und tragen Sie die Impulsvektoren beider Kugeln vor dem Stoß geeignet auf. Welche Impulse können die beiden Kugeln nach dem Stoß haben? Was ändert sich bei einem teilweise inelastischen Stoß?
- b) Im Vorlesungsexperiment haben wir einen Wagen mit der Masse  $m_1$  auf einen ruhenden Wagen mit der Masse  $m_2 = 2m_1$  stoßen lassen. Skizzieren Sie diesen Vorgang in einem Weg-Zeit-Diagramm, in das Sie Orte  $x_1(t)$  und  $x_2(t)$  eintragen. Tragen Sie auch die Position des Schwerpunkts  $x_s(t)$  ein. Wie sieht das entsprechende Diagramm im Schwerpunktsystem aus?

### 40. Raketentreibstoff (4 Punkte)

Eine Rakete wird senkrecht von der Erdoberfläche gestartet. Die Ausströmgeschwindigkeit der Verbrennungsgase relativ zur Rakete beträgt  $v_A = 4 \text{ km/s}$ . Zu dem Zeitpunkt, an dem sie abhebt, also wenn die Schubkraft gleich der Gewichtskraft ist, hat sie eine Gesamtmasse  $M_0 = 8000 \text{ kg}$  und die verbleibende Brenndauer der Triebwerke ist  $t_B = 150 \text{ s}$ . Wie viel Prozent von  $M_0$  müssen aus Treibstoff bestehen, wenn die Rakete die Endgeschwindigkeit  $v_{end} = 8 \text{ km/s}$  erreichen soll? Hinweis: die Erdbeschleunigung  $g$  ist konstant.

### 41. Regenschirm (4 Punkte)

Wie können Sie mit einer Waage, einem Topf, einer Stoppuhr und einem Regenschirm die Geschwindigkeit von Regentropfen bestimmen? Skizzieren Sie zunächst den zeitlichen Verlauf des Gesamtgewichts  $G$ , das die Waage anzeigt, wenn der Schirm den Topf (Gewicht  $G_T$ ) auf der Waage zuerst bedeckt, dann weggenommen und nach einer Zeitspanne  $\Delta t$  wieder über den Topf gehalten wird. Beachten Sie dabei den Impulsübertrag der 'kontinuierlich' in den Topf strömenden Regentropfen und erinnern Sie sich an das Raketenprinzip.

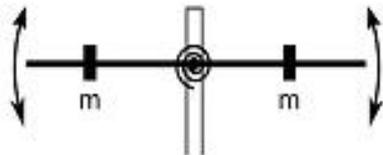


### 42. Rollende Zylinder (6 Punkte)

Ein Vollzylinder und ein dünnwandiger Hohlzylinder rollen eine schiefe Ebene der Länge  $s$  hinab. Sie starten in der Höhe  $h$ . Reibung wird vernachlässigt.

- Berechnen Sie zunächst die Trägheitsmomente der beiden Zylinder.
- Ermitteln Sie mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes die Endgeschwindigkeiten der beiden Zylinder am Ende der schiefen Ebene (Trägheitsmomente aus a) einsetzen).
- Wie schnell sind die Zylinder am Ende der schiefen Ebene, wenn sie nur gleiten und nicht rollen? Die schiefe Ebene sei um den Winkel  $\alpha = 30^\circ$  gegen die Horizontale geneigt.

### 43. Drehpendel (5 Punkte)



$a / \text{cm}$	2	5	10	15	20	25	30	40
$T / \text{s}$	2,55	2,8	3,5	4,5	5,6	6,7	7,9	10,5

In einem Vorlesungsexperiment wurde ein Drehpendel vorgestellt, das aus einem dünnen Stab und zwei Zusatzmassen mit je  $m = 236 \text{ g}$  besteht. Die Drehachse geht durch die Stabmitte und die Zusatzmassen können beidseitig davon im Abstand  $a$  fixiert werden. In einer Messreihe wird der Abstand  $a$  (zwischen Drehachse und einer Masse  $m$ ) variiert und die Schwingungsdauern  $T$  gemessen (siehe Tabelle).

- Fertigen Sie mit den angegebenen Werten ein  $T$ - $a$ -Diagramm an und geben Sie einen Ausdruck für die Schwingungsdauer  $T$  an, in dem das Trägheitsmoment  $s$  des Stabs berücksichtigt ist.
- Ermitteln Sie mit Hilfe des Diagramms die Winkelrichtgröße  $D^*$  der Spiralfeder.
- Schätzen Sie aus der Extrapolation  $a \rightarrow 0$  einen Wert für  $s$  ab.
- Der Stab hat die Gesamtlänge  $l = 61 \text{ cm}$  und die Masse  $m_{\text{Stab}} = 132 \text{ g}$ . Berechnen Sie  $s$ .