

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure I  
Prof. Dr. K. Roßnagel, WS 2020/21  
Blatt 7 – zu bearbeiten bis zum 05.01.2021

1. Ein Körper der Masse  $m$  beschleunige aus der Ruhe mit exponentiell abnehmender Beschleunigung. Berechnen Sie die kinetische Energie des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit, durch Integration der aufgewendeten Arbeit.

2. Aus einem Stahlblech von 1 cm Dicke wurde nach dieser Zeichnung ein Werkstück ausgefräst. Die Dichte von Stahl ist  $\varrho = 7,86 \text{ g/cm}^3$ . Die Bemaßung ist in Millimetern. Bestimmen Sie durch Integration die Masse und den Schwerpunkt dieses Werkstückes. Vernachlässigen Sie zunächst die Bohrungen.

Die Masse ergibt sich aus dem Integral (Nulltes Moment) der Masseverteilung  $\varrho(\vec{r})$ :

$$m = \int_V d^3V \varrho(\vec{r}).$$

Der Schwerpunkt ist das normierte erste Moment der Masseverteilung  $\varrho(\vec{r})$

$$\vec{S} = \frac{1}{M} \int_V d^3V \varrho(\vec{r}) \vec{r}.$$

Bei Aufgaben dieser Art besteht die Schwierigkeit in der Bestimmung der Integrationsgrenzen. In kartesischen Koordinaten ergibt sich zum Beispiel

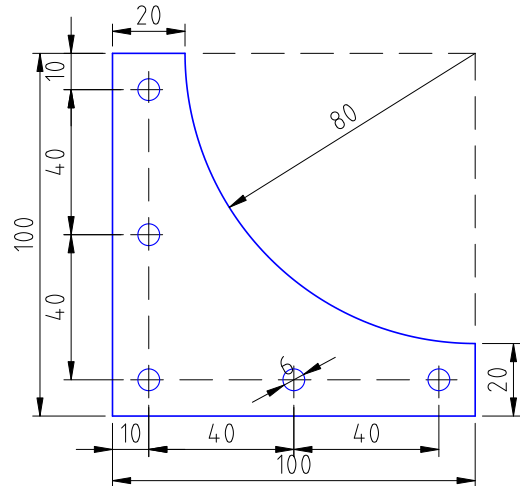
$$m = \int_0^{100 \text{ mm}} dx \int_0^{y_1(x)} dy \int_0^{10 \text{ mm}} dz \varrho,$$

wobei  $y_1(x)$  die obere Kontur des Werkstücks nachzeichnet.

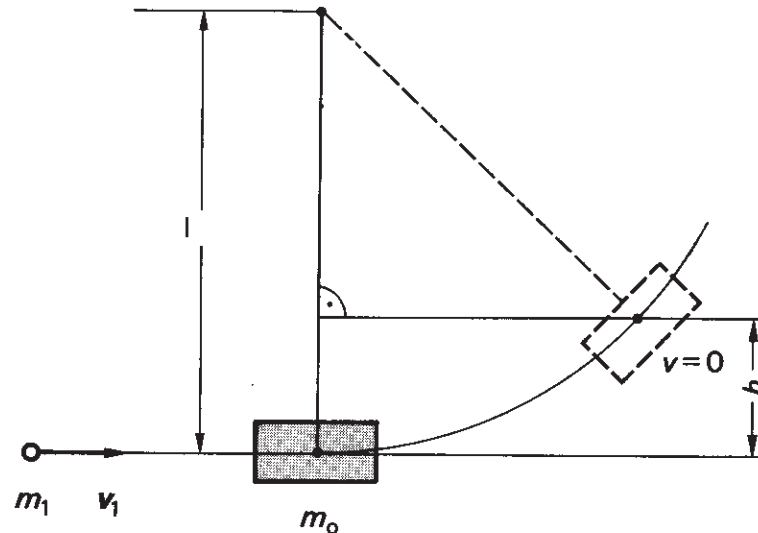
Es gibt aber andere Möglichkeiten, dieses Volumenintegral zu formulieren. Am einfachsten ist vielleicht die Superposition von zwei Integralen, wobei eins davon in Polarkoordinaten gerechnet wird.

Korrigieren Sie Ihre Ergebnisse um den Beitrag der Bohrungen.

Diskutieren Sie die Begriffe *Linearität* und *Superposition* im Zusammenhang mit Integralen, sowie den Begriff der *Momente von Verteilungen*.



3. Geschossgeschwindigkeiten lassen sich mit dem *ballistischen Pendel* messen. Der Holzblock mit der Masse  $m_0 = 12\text{ kg}$  hängt an einem Draht der Länge  $l = 2.5\text{ m}$ . Das Geschoss der Masse  $m_1 = 75\text{ g}$  wird horizontal in den Holzblock geschossen, bleibt darin stecken und lenkt das Pendel horizontal um  $x = 65\text{ cm}$  aus. Berechnen Sie die Auftreffgeschwindigkeit  $v_1$  des Geschosses.



4. Auf einem Basketball mit Durchmesser  $d_1 = 25\text{ cm}$  und Masse  $m_1 = 600\text{ g}$  liegt oben zentral ein Tennisball mit  $d_2 = 6.5\text{ cm}$  und  $m_2 = 60\text{ g}$ . Beide Bälle werden übereinander liegend aus einer Höhe  $h_1 = 1.5\text{ m}$  zu Boden fallen gelassen. Welche maximale Sprunghöhe erreicht der Tennisball?

Hinweis: Gehen Sie von zwei unmittelbar aufeinander folgenden, elastischen Stößen aus. Der erste Stoßprozess findet zwischen dem Basketball und dem Boden statt. Unmittelbar danach kommt es zu einem zweiten Stoßprozess zwischen dem sich nun nach oben bewegenden Basketball und dem noch fallenden Tennisball.