Jetzt mit eLearning

#besser lernen

Technische Mechanik 1 Statik

14., aktualisierte Auflage

Russell C. Hibbeler

Pearson

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 9

Vorwort zur deutschen Neuauflage . . . 10
Zum Inhalt . . . 11
Hinweise zur Buchstruktur . . . 12
Neu in dieser Auflage: »Learn a little … do a little« . . . 13
Pearson-Statik-Klausurtrainer . . . 14

Kapitel 1 Allgemeine Grundlagen 15

1.1 Mechanik . . . 17
1.2 Grundlegende Begriffe . . . 18
1.3 Maßeinheiten . . . 20
1.4 Das internationale Einheitensystem . . . 21
1.5 Numerische Berechnungen . . . 23

Kapitel 2 Kraftvektoren 29

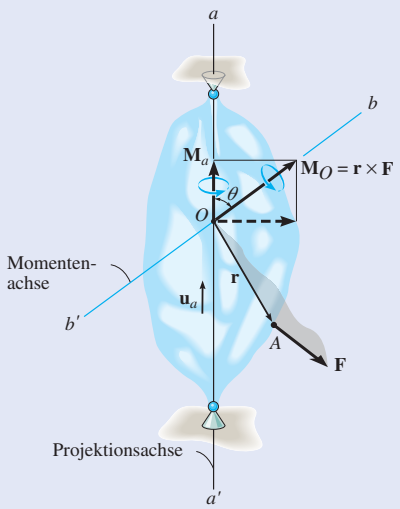
2.1 Skalare und Vektoren . . . 31
2.2 Vektoroperationen . . . 32
2.3 Vektoraddition von Kräften . . . 34
2.4 Addition von Kräften in einer Ebene . . . 40
2.5 Kartesische Vektoren . . . 47
2.6 Addition und Subtraktion kartesischer Vektoren . . . 50
2.7 Ortsvektoren . . . 56
2.8 Kraftvektor entlang einer Linie . . . 59
2.9 Skalarprodukt . . . 63

Kapitel 3 Gleichgewicht am Punkt 97

3.1 Gleichgewichtsbedingung . . . 99
3.2 Freikörperbild . . . 100
3.3 Ebene Kräftesysteme . . . 103
3.4 Räumliche Kräftesysteme . . . 110

Kapitel 4 Resultierende von Kräftesystemen 135

4.1 Moment einer Kraft – Skalare Darstellung . . . 137
4.2 Vektorprodukt, Kreuzprodukt . . . 142
4.3 Moment einer Kraft – Vektorielle Darstellung . . . 144
4.4 Momentensatz . . . 149
4.5 Moment einer Kraft um eine vorgegebene Achse . . . 152
4.6 Moment eines Kräftepaars . . . 159
4.7 Äquivalente Systeme . . . 166
4.8 Resultierende eines Systems von Kräften und Kräftepaaren . . . 168
4.9 Weitere Reduktion eines Systems von Kräften und Momenten . . . 174
4.10 Reduktion einer verteilten Last (Streckenlast) . . . 184



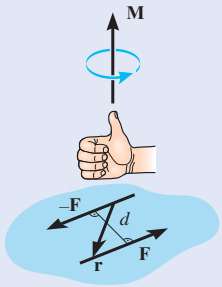
■ ***Moment um eine bestimmte Achse*** Wenn das Moment einer Kraft um eine beliebige Achse bestimmt werden soll, dann muss die Projektion des Moments auf die Achse ermittelt werden. Kann der Abstand d_a, der senkrecht zur Wirkungslinie der Kraft *und* der Achse steht, bestimmt werden, dann ist das Moment der Kraft um die Achse einfach

$$M_a = Fd_a$$

Wenn dieser Abstand d_a nicht bestimmt werden kann, sollte das Spatprodukt angewendet werden:

$$M_a = \mathbf{u}_a \bullet (\mathbf{r} \times \mathbf{F})$$

Der Einheitsvektor $\mathbf{u}_a$ legt die Richtung der Achse fest, und $\mathbf{r}$ ist ein Ortsvektor, der von einem beliebigen Punkt auf der Achse zu einem beliebigen Punkt auf der Wirkungslinie der Kraft gerichtet ist.



■ ***Moment eines Kräftepaars*** Ein Kräftepaar besteht aus zwei gleichen, aber entgegengesetzt gerichteten Kräften, deren Wirkungslinien in einem senkrechten Abstand d voneinander liegen. Kräftepaare erzeugen eine reine Drehwirkung. Das Moment eines Kräftepaars wird gemäß

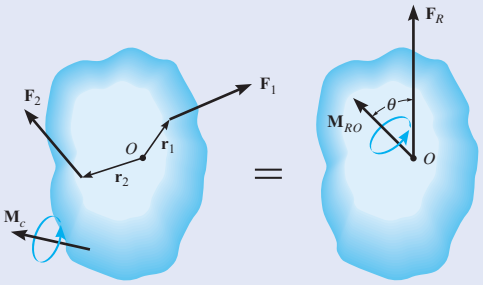
$$M = Fd$$

und seine Richtung mit der Rechte-Hand-Regel bestimmt. Wird das Kreuzprodukt zur Bestimmung des Moments eines Kräftepaars angewendet, dann gilt

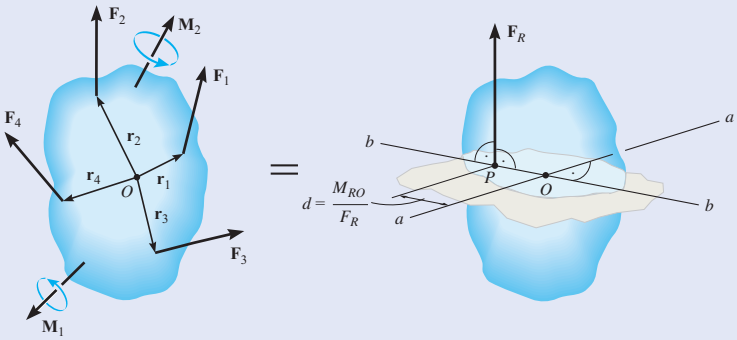
$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

$\mathbf{r}$ weist zu einem Punkt auf der Wirkungslinie der Kraft $\mathbf{F}$ im Kreuzprodukt, und zwar von einem Punkt auf der Wirkungslinie der Gegenkraft.

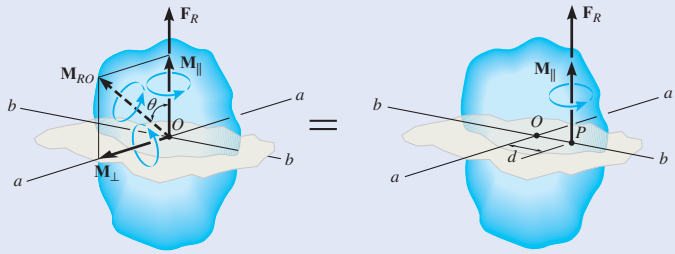
■ ***Reduktion eines Systems von Kräften und Kräftepaaren*** Ein System von Kräften und Momenten von Kräftepaaren kann auf eine resultierende Einzelkraft und ein resultierendes Moment eines Kräftepaars reduziert werden, die an einem Punkt angreifen. Die resultierende Kraft ist die Summe aller Kräfte im System und das resultierende Moment ist gleich der Summe der Momente aller Kräfte und der Kräftepaare bezüglich des Punktes.



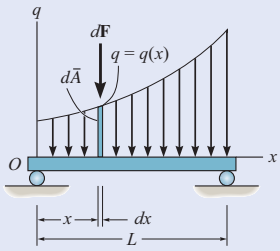
Eine weitere Vereinfachung auf eine resultierende Einzelkraft ist möglich, wenn es sich um ein System von Kräften handelt, die *sich in einem Punkt schneiden oder eben* oder *parallel zueinander* sind. Für diesen Fall ist es zur Bestimmung der Lage der resultierenden Kraft bezüglich eines Punktes notwendig, das Moment der resultierenden Kraft bezüglich des Punktes mit dem Moment der Kräfte und Kräftepaare im System bezüglich des gleichen Punktes gleichzusetzen.



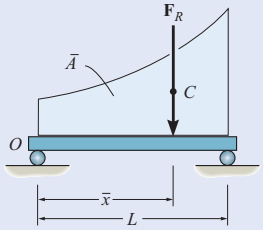
Wenn man dies für ein *allgemeines* Kräftesystem ausführt, ergibt sich eine *Kraftschraube*, die aus einer resultierenden Kraft und einem resultierenden kollinearen Moment eines Kräftepaars besteht.



■ ***Verteilte Lasten*** Eine verteilte Last kann für den Fall, dass die belastete Oberfläche rechteckförmig ist, die Flächenlast senkrecht auf der Oberfläche steht und entlang einer Seite der Oberfläche gleichmäßig verteilt ist, durch eine *resultierende Kraft* ersetzt werden, die gleich der äquivalenten *Fläche* unter der Streckenlast ist.



$$F_R = \sum F = \int_{(L)} q(x)\,dx = \int_{(A)} d\bar{A} = \bar{A}$$



Diese Resultierende hat eine Wirkungslinie, die durch den geometrischen Mittelpunkt der Fläche oder des Volumens unter der Strecken- oder Flächenlast geht, wenn man sich die Strecken- oder Flächenlast über der Strecke bzw. der Fläche aufgetragen vorstellt. Für den Fall, dass die verteilte Last nicht senkrecht zur Oberfläche gerichtet ist, müssen Betrag und Lage der Wirkungslinie der Kraft über Integrationen bestimmt werden.

Aufgaben zu 4.2 bis 4.4

Ausgewählte Lösungswege

4.1 $\mathbf{A}$, $\mathbf{B}$ und $\mathbf{D}$ seien bekannte Vektoren. Beweisen Sie das Distributivgesetz des Kreuzproduktes, d.h.
$\mathbf{A}\times(\mathbf{B}+\mathbf{D}) = (\mathbf{A}\times\mathbf{B}) + (\mathbf{A}\times\mathbf{D})$.

4.2 Beweisen Sie die folgende Gleichung für das Spatprodukt
$\mathbf{A}\bullet(\mathbf{B}\times\mathbf{C}) = (\mathbf{A}\times\mathbf{B})\bullet\mathbf{C}$.

4.3 Gegeben sind die drei Vektoren $\mathbf{A}$, $\mathbf{B}$ und $\mathbf{C}$, deren Betrag ungleich null ist. Zeigen Sie, dass die drei Vektoren in einer Ebene liegen *müssen*, wenn $\mathbf{A}\bullet(\mathbf{B}\times\mathbf{C}) = 0$ gilt.

***4.4** Bestimmen Sie den Betrag und den Richtungssinn des Moments der Kraft $\mathbf{F}$ in A bezüglich Punkt O.
Gegeben: $F = 400\ \text{N}$, $a_x = 2\ \text{m}$, $a_y = 5\ \text{m}$, $\alpha = 30°$

4.5 Bestimmen Sie den Betrag und den Richtungssinn des Moments der Kraft $\mathbf{F}$ in A bezüglich Punkt P.
Gegeben: $F = 400\ \text{N}$, $a_x = 2\ \text{m}$, $a_y = 5\ \text{m}$, $\alpha = 30°$, $p_x = 4\ \text{m}$, $p_y = 3\ \text{m}$

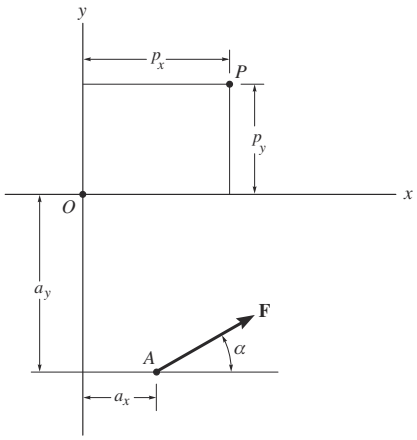


Abbildung A 4.4/4.5

4.6 Bestimmen Sie den Betrag und den Richtungssinn des Moments der Kraft $\mathbf{F}$ in A bezüglich Punkt O.
Gegeben: $F = 520\ \text{N}$, $a = 6\ \text{m}$, $\tan\beta = \frac{12}{5}$

4.7 Bestimmen Sie den Betrag und den Richtungssinn des Moments der Kraft $\mathbf{F}$ in A bezüglich Punkt P.
Gegeben: $F = 520\ \text{N}$, $a = 6\ \text{m}$, $\tan\beta = \frac{12}{5}$, $p = 4\ \text{m}$, $\alpha = 30°$

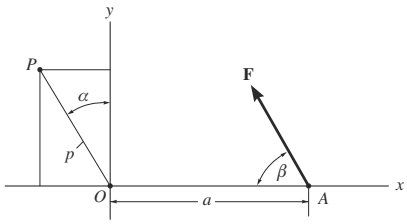


Abbildung A 4.6/4.7

***4.8** Bestimmen Sie den Betrag und den Richtungssinn des resultierenden Moments der Kräfte $\mathbf{F}_A$ und $\mathbf{F}_B$ bezüglich Punkt O.
Gegeben: $F_A = 400\ \text{N}$, $F_B = 260\ \text{N}$, $a_x = 2\ \text{m}$, $a_y = 5\ \text{m}$, $b = 2\ \text{m}$, $\alpha = 30°$, $\tan\beta = \frac{12}{5}$

4.9. Bestimmen Sie den Betrag und den Richtungssinn des resultierenden Moments der Kräfte $\mathbf{F}_A$ und $\mathbf{F}_B$ bezüglich Punkt P.
Gegeben: $F_A = 400\ \text{N}$, $F_B = 260\ \text{N}$, $a_x = 2\ \text{m}$, $a_y = 5\ \text{m}$, $b = 2\ \text{m}$, $p_x = 4\ \text{m}$, $p_y = 3\ \text{m}$, $\alpha = 30°$, $\tan\beta = \frac{12}{5}$

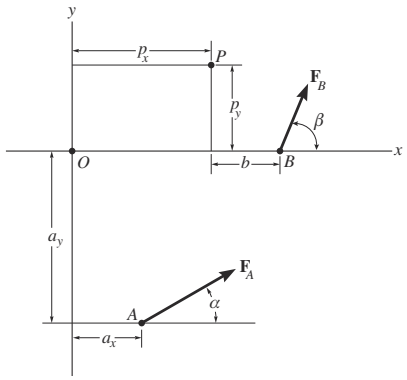


Abbildung A 4.8/4.9

4.10 Mit dem Schraubenschlüssel wird die Schraube gelöst. Bestimmen Sie das Moment jeder Kraft um die Achse der Schraube, die durch Punkt O geht.
Gegeben: $F_1 = 100\ \text{N}$, $F_2 = 80\ \text{N}$, $a = 250\ \text{mm}$, $b = 200\ \text{mm}$, $\alpha = 15°$, $\beta = 65°$

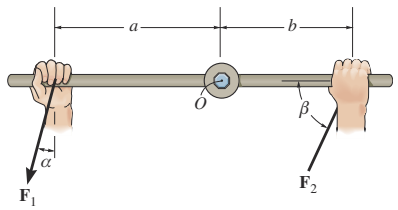


Abbildung A 4.10

4.11 Bestimmen Sie den Betrag und den Richtungssinn des resultierenden Moments der Kräfte bezüglich Punkt O.
Gegeben: $F_A = 250$ N, $F_B = 300$ N, $a = 10$ m, $b_x = 3$ m, $b_y = 6$ m, $\tan\alpha = \frac{3}{4}$, $\beta = 30°$, $\gamma = 30°$

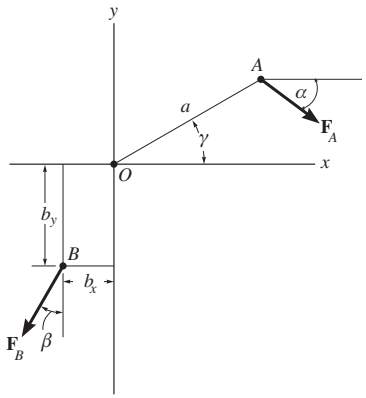


Abbildung A 4.11

***4.12** Bestimmen Sie das Moment bezüglich Punkt A für jede der drei Kräfte, die am Balken angreifen.
Gegeben: $F_1 = 375$ N, $F_2 = 500$ N, $F_3 = 160$ N, $a = 1{,}6$ m, $b = 1{,}2$ m, $c = 1$ m, $d = 0{,}1$ m, $\alpha = 30°$, $\tan\beta = \frac{4}{3}$

4.13 Bestimmen Sie das Moment bezüglich Punkt B für jede der drei Kräfte, die am Balken angreifen.
Gegeben: $F_1 = 375$ N, $F_2 = 500$ N, $F_3 = 160$ N, $a = 1{,}6$ m, $b = 1{,}2$ m, $c = 1$ m, $d = 0{,}1$ m, $\alpha = 30°$, $\tan\beta = \frac{4}{3}$

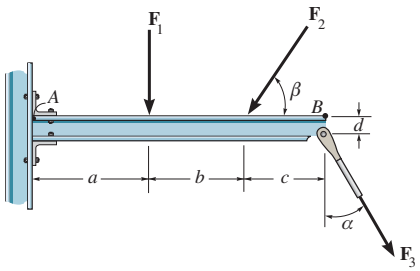


Abbildung A 4.12/4.13

4.14 Bestimmen Sie das Moment jeder Kraft bezüglich des Befestigungspunktes A.
Gegeben: $F_B = 200$ N, $F_C = 250$ N, $a = 0{,}6$ m, $b = 0{,}2$ m, $\alpha = 20°$, $\beta = 25°$, $\gamma = 30°$

4.15 Bestimmen Sie für die Kräfte F_B und F_C das resultierende Moment bezüglich A.
Gegeben: $F_B = 150$ N, $F_C = 225$ N, $a = 0{,}6$ m, $b = 0{,}2$ m, $\alpha = 20°$, $\beta = 25°$, $\gamma = 30°$

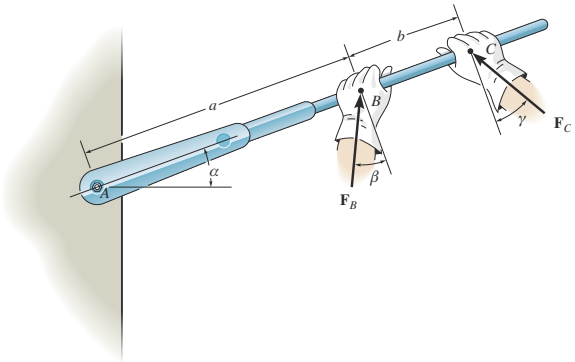


Abbildung A 4.14/4.15

***4.16** Der Strommast hält drei Leitungen; jede davon übt aufgrund ihres Gewichtes eine vertikale Kraft auf den Mast aus. Bestimmen Sie das resultierende Moment all dieser Kräfte am Fuß D. Ermitteln Sie für den Fall, dass Wind oder Eis die Leitungen reißen lassen, diejenige(n) Leitung(en), die bei Wegfall das größte Moment auf den Fuß bewirkt (bewirken). Wie groß ist dieses resultierende Moment?
Gegeben: $F_A = 3\,500$ N, $F_B = 2\,250$ N, $F_C = 2\,000$ N, $a = 1{,}05$ m, $b = 0{,}9$ m, $c = 1{,}2$ m

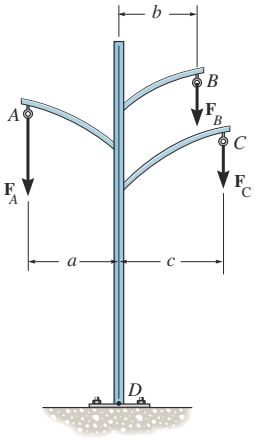


Abbildung A 4.16

4.17 Eine Kraft **F** greift am Griff der Papierschneidemaschine in A an. Bestimmen Sie für $\theta = 60°$ das von dieser Kraft erzeugte Moment um das Gelenk in O. Unter welchem Winkel θ sollte die Kraft angreifen, damit das von ihr bezüglich Punkt O erzeugte Moment (im Uhrzeigersinn) maximal wird? Wie groß ist das maximale Moment?
Gegeben: $F = 80$ N, $a = 400$ mm, $b = 10$ mm, $\alpha = 30°$

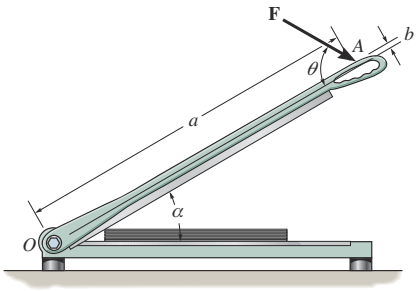


Abbildung A 4.17

4.18 Bestimmen Sie die Richtung θ ($0° \leq \theta \leq 180°$) der Kraft **F**, sodass sie (a) das maximale Moment bezüglich Punkt A erzeugt und (b) das minimale Moment bezüglich Punkt A bewirkt. Berechnen Sie das Moment für beide Fälle.
Gegeben: $F = 200$ N, $a = 2{,}0$ m, $b = 0{,}5$ m

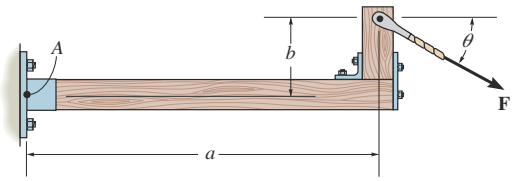


Abbildung A 4.18

4.19 Die Nabe kann mit negativem (links) oder positivem (rechts) Versatz an die Achse angebracht werden. Bestimmen Sie das resultierende Moment um die Achse in Punkt O für beide Fälle, wenn am Reifen eine Normal- und eine Radiallast angreifen.
Gegeben: $F_N = 4$ kN, $F_R = 800$ N, $a = 0{,}05$ m, $b = 0{,}4$ m

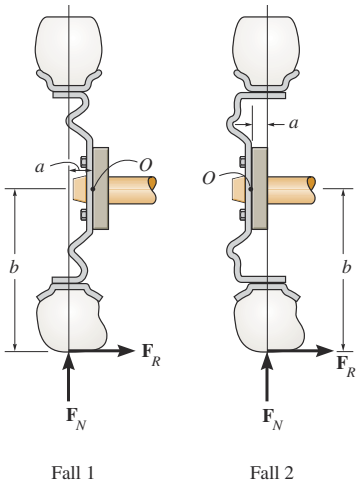


Abbildung A 4.19

***4.20** Der Ausleger hat eine Länge $(a + b)$ und ein Gewicht G_A, sein Schwerpunkt liegt bei S. Das maximale Moment, das der Motor um A erzeugen kann, beträgt M. Bestimmen Sie die maximale Last G mit dem Schwerpunkt in S', die gehoben werden kann.
Gegeben: $G_A = 4\,000$ N, $M = 30 \cdot 10^3$ Nm, $a = 4$ m, $b = 5$ m, $c = 0{,}5$ m, $\theta = 30°$

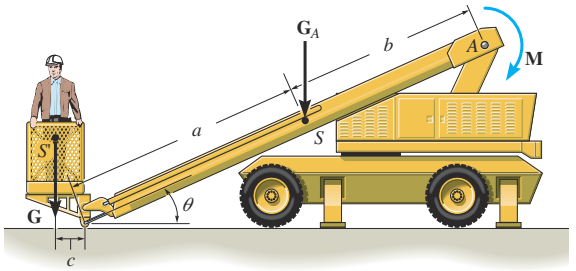


Abbildung A 4.20

4.21 Mit dem Werkzeug in A wird die Klinge eines Motorrasenmähers gehalten, während die Mutter mit dem Schraubenschlüssel gelöst wird. Eine Kraft $\mathbf{F}_B$ greift in B in der dargestellten Richtung an. Bestimmen Sie das von dieser Kraft erzeugte Moment auf die Mutter in C. Wie groß ist der Betrag von $\mathbf{F}$ in A, sodass sie das Gegenmoment um C erzeugt.
Gegeben: $F_B = 50$ N, $a = 400$ mm, $b = 300$ mm, $\tan\alpha = \frac{5}{12}, \beta = 60°$

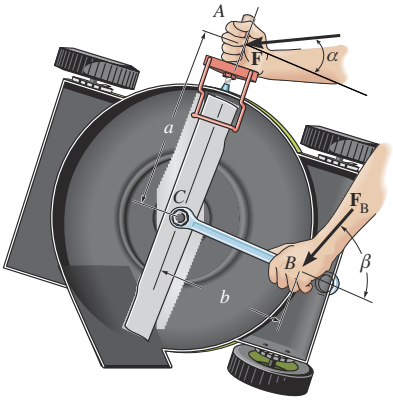


Abbildung A 4.21

4.22 Bestimmen Sie das Moment jeder der drei Kräfte bezüglich der Einspannung in A. Lösen Sie die Aufgabe zunächst, indem Sie jede Kraft als Ganzes betrachten, und dann durch Anwendung des Momentensatzes.
Gegeben: $F_1 = 250$ N, $F_2 = 300$ N, $F_3 = 500$ N, $a = 2$ m, $b = 3$ m, $c = 4$ m, $\alpha = 30°, \beta = 60°$, $\tan\gamma = \frac{4}{3}$

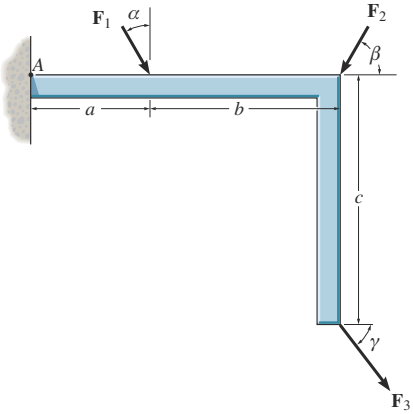


Abbildung A 4.22

4.23 In einem akrobatischen Kunststück trägt ein Mann ein Mädchen, das ein Gewicht G hat und auf einem Stuhl oben auf der Stange sitzt. Ihr Schwerpunkt liegt im Punkt S. Der Mann kann auf die Stange im Punkt A ein maximales Moment M_{max} (gegen den Uhrzeigersinn) aufbringen. Ermitteln Sie den maximalen Neigungswinkel θ, sodass das Mädchen nicht herunterfällt, d.h. ihr Moment (im Uhrzeigersinn) um A den Maximalwert M_{max} nicht überschreitet.
Gegeben: $M_{max} = 350$ Nm, $G = 500$ N, $l = 5$ m

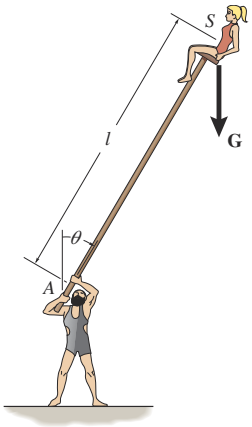


Abbildung A 4.23

***4.24** Die beiden Jungen drücken mit den Kräften $\mathbf{F}_A$ und $\mathbf{F}_B$ auf das Tor. Bestimmen Sie das Moment jeder Kraft um C. In welcher Richtung dreht sich das Tor, im oder gegen den Uhrzeigersinn? Vernachlässigen Sie die Dicke des Tores.
Gegeben: $F_A = 120$ N, $F_B = 200$ N, $a = 1$ m, $b = 2$ m, $\tan\alpha = \frac{3}{4}, \beta = 60°$

4.25 Zwei Jungen drücken auf das Tor. Der Junge in B bringt eine Kraft $\mathbf{F}_B$ auf. Bestimmen Sie den Betrag der Kraft $\mathbf{F}_A$, die der Junge in A aufbringen muss, um eine Drehung des Tores zu verhindern. Vernachlässigen Sie die Dicke des Tores.
Gegeben: $F_B = 120$ N, $a = 1$ m, $b = 2$ m, $\tan\alpha = \frac{3}{4}$, $\beta = 60°$

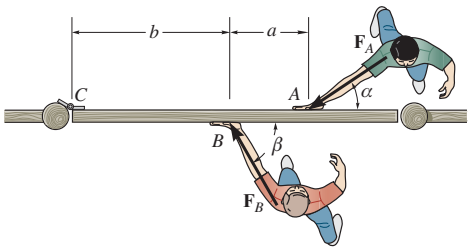


Abbildung A 4.24/4.25

4.26 Das Abspannseil übt eine Kraft $\mathbf{P}$ auf das Ende des Kranbaums (Länge l) aus. Bestimmen Sie für das gegebene θ die Lage x des Hakens in A, sodass diese Kraft das maximale Moment bezüglich Punkt O erzeugt. Wie groß ist dieses Moment?
Gegeben: $P = 4$ kN, $h = 1{,}5$ m, $l = 20$ m, $\theta = 30°$

4.27 Das Abspannseil übt eine Kraft $\mathbf{P}$ am Ende des Kranbaums (Länge l) aus. Bestimmen Sie für das gegebene x die Neigung θ des Kranbaums, sodass diese Kraft das maximale Moment bezüglich Punkt O erzeugt. Wie groß ist dieses Moment?
Gegeben: $P = 4$ kN, $h = 1{,}5$ m, $l = 20$ m, $x = 25$ m

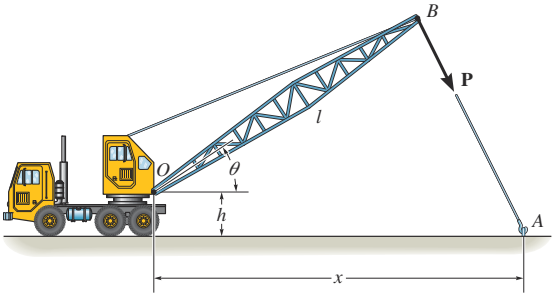


Abbildung A 4.26/4.27

***4.28** Bestimmen Sie die Richtung θ der Kraft $\mathbf{F}$ für $0° \leq \theta \leq 180°$, sodass $\mathbf{F}$ (a) das maximale Moment bezüglich des Befestigungspunktes A und (b) das minimale Moment bezüglich A erzeugt. Berechnen Sie das Moment für beide Fälle.
Gegeben: $F = 400$ N, $h = 2$ m, $l = 3$ m

4.29 Bestimmen Sie das Moment der Kraft $\mathbf{F}$ bezüglich A als Funktion von θ. Zeichnen Sie den Graphen in ein Koordinatensystem mit M auf der Ordinate und θ auf der Abszisse für $0° \leq \theta \leq 180°$.
Gegeben: $F = 400$ N, $h = 2$ m, $l = 3$ m

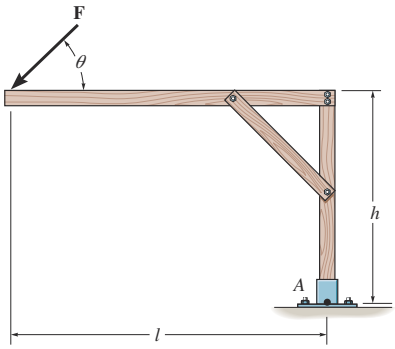


Abbildung A 4.27/4.29

4.30 An der Hüftprothese greift die Kraft $\mathbf{F}$ an. Bestimmen Sie das Moment dieser Kraft bezüglich des Gelenkkopfes in Punkt A und bezüglich des Punktes B am Schaft.
Gegeben: $F = 120$ N, $a = 40$ mm, $b = 15$ mm, $\alpha = 15°, \beta = 150°, \gamma = 10°$

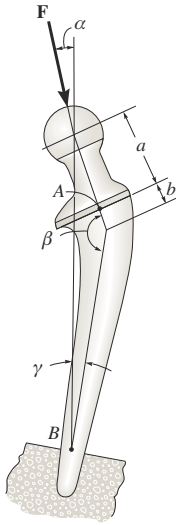


Abbildung A 4.30

4.31 Der Kran kann für beliebige Winkel θ ($0° \leq \theta \leq 90°$) und für beliebige Ausfahrlängen x ($0 \leq x \leq 5$ m) eingerichtet werden. Bestimmen Sie bei gegebener angehängter Masse m das Moment bezüglich A als Funktion von x und θ. Welche Werte von x und θ ergeben das maximal mögliche Moment um A? Berechnen Sie dieses Moment. Vernachlässigen Sie die Größe der Rolle in B.
Gegeben: $m = 120$ kg, $a = 1{,}5$ m, $b = 9$ m

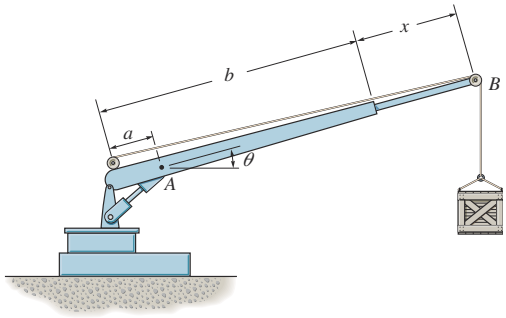


Abbildung A 4.31

***4.32** Bestimmen Sie den Winkel θ, unter dem die Kraft $\mathbf{F}$ in A angreifen muss, sodass das Moment dieser Kraft bezüglich Punkt B gleich null ist.
Gegeben: $F = 500$ N, $a = 2$ m, $b = 1$ m, $c = 0{,}3$ m

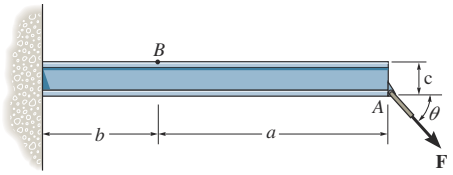


Abbildung A 4.32

4.33 Segmente des Bohrstranges D für eine Ölquelle werden mit einem vorgeschriebenen Moment mit Hilfe von Zangen T festgezogen, die das Rohr halten, und einem Hydraulikzylinder (nicht dargestellt), der die auf die Zangen aufgebrachte Kraft $\mathbf{F}$ reguliert. Die Wirkungslinie dieser Kraft verläuft entlang des Seils, das um die kleine Rolle P läuft. Das Seil steht ursprünglich senkrecht zu den Zangen. Ermitteln Sie für diesen Fall den Betrag der Kraft $\mathbf{F}$, die aufgebracht werden muss, sodass das Moment bezüglich des Stranges gerade $\mathbf{M}$ beträgt. Wie groß muss der Betrag von $\mathbf{F}$ sein, damit bei einer Verdrehung der Zange um den Winkel α in eine zweite Position dasselbe Moment aufrechterhalten wird? *Hinweis:* Der Winkel DAP ist in dieser Position nicht 90°.
Gegeben: $M = 2\,000$ Nm, $a = 1$ m, $b = 0{,}5$ m, $\alpha = 30°$

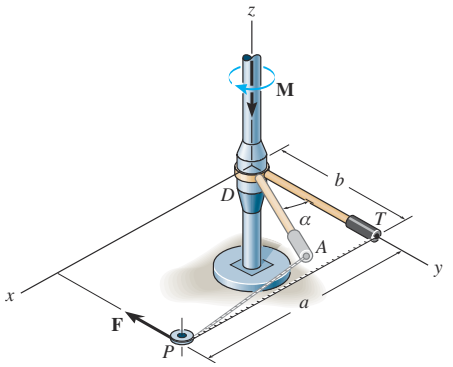


Abbildung A 4.33

4.34 Bestimmen Sie das Moment der in A angreifenden Kraft $\mathbf{F}$ bezüglich Punkt O. Schreiben Sie das Ergebnis als kartesischen Vektor.
Gegeben: $\mathbf{F} = \{60\mathbf{i} - 30\mathbf{j} - 20\mathbf{k}\}$N, $a_x = 3$ m, $a_y = 7$ m, $a_z = 4$ m

4.35 Bestimmen Sie das Moment der in A angreifenden Kraft $\mathbf{F}$ bezüglich Punkt P. Schreiben Sie das Ergebnis als kartesischen Vektor.
Gegeben: $\mathbf{F} = \{60\mathbf{i} - 30\mathbf{j} - 20\mathbf{k}\}$N, $a_x = 3$ m, $a_y = 7$ m, $a_z = 4$ m, $p_x = 4$ m, $p_y = 6$ m, $p_z = 2$ m

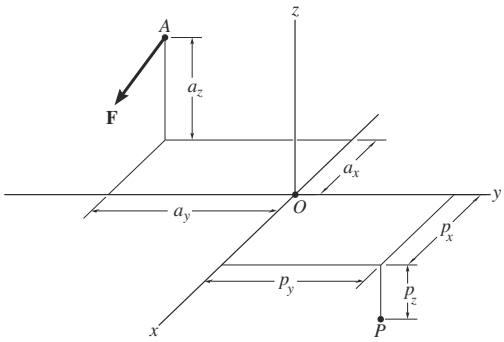


Abbildung A 4.34/4.35

***4.36** Bestimmen Sie das Moment der in A angreifenden Kraft $\mathbf{F}$ bezüglich Punkt O. Schreiben Sie das Ergebnis als kartesischen Vektor.
Gegeben: $F = 13$ kN, $a_x = 2{,}5$ m, $a_y = 3$ m, $a_z = 6$ m, $b_x = 4$ m, $b_y = 3$ m, $b_z = 8$ m

4.37 Bestimmen Sie das Moment der in A angreifenden Kraft $\mathbf{F}$ bezüglich Punkt P. Schreiben Sie das Ergebnis als kartesischen Vektor.
Gegeben: $F = 13$ kN, $a_x = 2{,}5$ m, $a_y = 3$ m, $a_z = 6$ m, $b_x = 4$ m, $b_y = 3$ m, $b_z = 8$ m, $p_x = 6$ m, $p_y = 8$ m

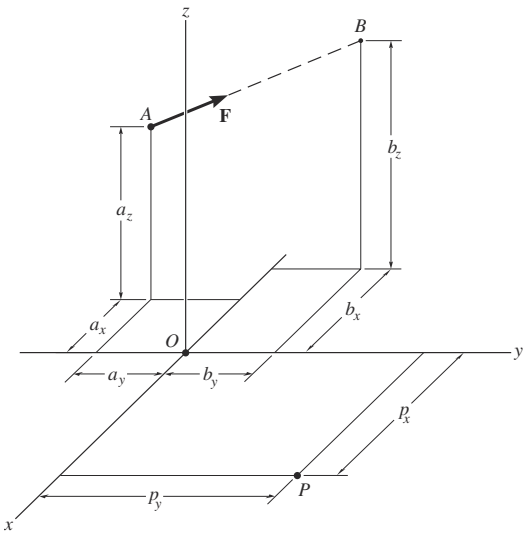


Abbildung A 4.36/4.37

4.38 Der gekrümmte Rundstab liegt in der x-y-Ebene und hat den Krümmungsradius r. Die Kraft $\mathbf{F}$ greift an seinem Ende an. Bestimmen Sie das Moment dieser Kraft $\mathbf{F}$ bezüglich der Einspannung O.
Gegeben: $F = 80$ N, $a = r = 3$ m, $c_x = 1$ m, $c_z = 2$ m

4.39 Der gekrümmte Rundstab liegt in der x-y-Ebene und hat den Krümmungsradius r. Die Kraft $\mathbf{F}$ greift an seinem Ende an. Bestimmen Sie das Moment dieser Kraft $\mathbf{F}$ bezüglich Punkt B.
Gegeben: $F = 80$ N, $a = r = 3$ m, $c_x = 1$ m, $c_z = 2$ m, $\alpha = 45°$

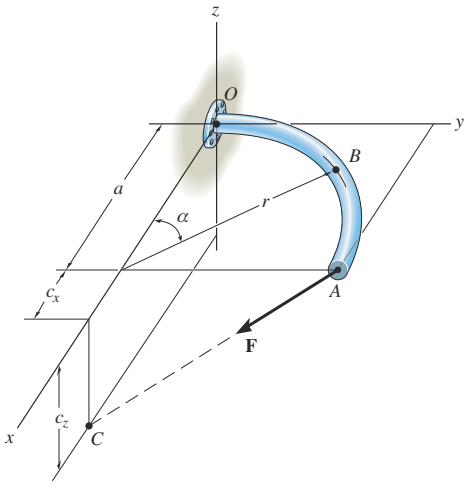


Abbildung A 4.38/4.39

***4.40** Die Kraft $\mathbf{F}$ greift am Ende des Balkens an. Bestimmen Sie das Moment der Kraft bezüglich der Einspannung A.
Gegeben: $\mathbf{F} = \{600\mathbf{i} + 300\mathbf{j} - 600\mathbf{k}\}$ N, $l = 1{,}2$ m, $h = 0{,}4$ m, $b = 0{,}2$ m

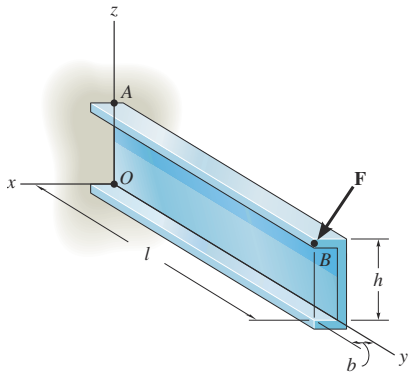


Abbildung A 4.40

4.41 Der gekrümmte Rohrstab hat den Radius r. Eine Kraft $\mathbf{F}$ greift an seinem Ende an. Ermitteln Sie das Moment dieser Kraft bezüglich der Einspannung C.
Gegeben: $F = 60$ N, $r = 0{,}5$ m, $b_x = 0{,}6$ m, $b_y = 0{,}7$ m, $c = 0{,}5$ m, $\alpha = 60°$

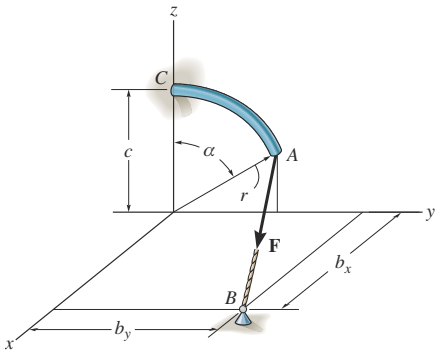


Abbildung A 4.41

4.42 Die Wirkungslinie einer Kraft $\mathbf{F}$ verläuft entlang der Diagonalen des Quaders. Bestimmen Sie das Moment von $\mathbf{F}$ bezüglich Punkt A mit Hilfe von $\mathbf{M}_A = \mathbf{r}_B \times \mathbf{F}$ und $\mathbf{M}_A = \mathbf{r}_C \times \mathbf{F}$.
Gegeben: $F = 100$ N, $a = 600$ mm, $b = 400$ mm, $c = 200$ mm

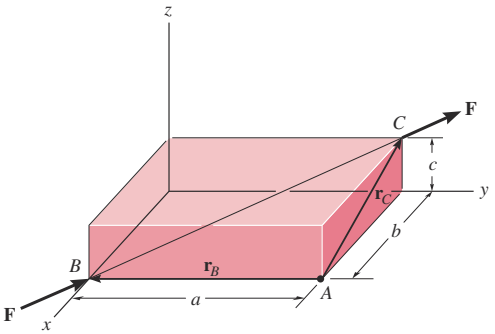


Abbildung A 4.42

4.43 Bestimmen Sie die kleinste Kraft $\mathbf{F}$, die am Seil aufgebracht werden muss, damit der gekrümmte Rundstab mit einem Radius r an der Stütze C versagt. Dazu muss bezüglich C ein Moment vom Betrag M wirken.
Gegeben: $M = 80\ \text{Nm}$, $r = 0{,}5\ \text{m}$, $b_x = 0{,}6\ \text{m}$, $b_y = 0{,}7\ \text{m}$, $c = 0{,}5\ \text{m}$, $\alpha = 60°$

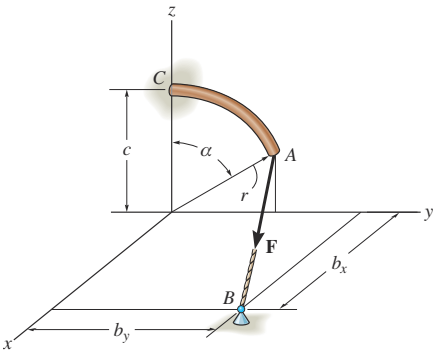


Abbildung A 4.43

***4.44** Am Rohrverbund greift eine Kraft $\mathbf{F}$ an. Bestimmen Sie das Moment dieser Kraft bezüglich des Einspannpunktes A.
Gegeben: $F = 80\ \text{N}$, $a = 400\ \text{mm}$, $b = 300\ \text{mm}$, $c = 200\ \text{mm}$, $d = 250\ \text{mm}$, $\alpha = 40°$, $\beta = 30°$

4.45 Am Rohrverbund greift eine Kraft $\mathbf{F}$ an. Bestimmen Sie das Moment dieser Kraft bezüglich B.
Gegeben: $F = 80\ \text{N}$, $a = 400\ \text{mm}$, $b = 300\ \text{mm}$, $c = 200\ \text{mm}$, $d = 250\ \text{mm}$, $\alpha = 40°$, $\beta = 30°$

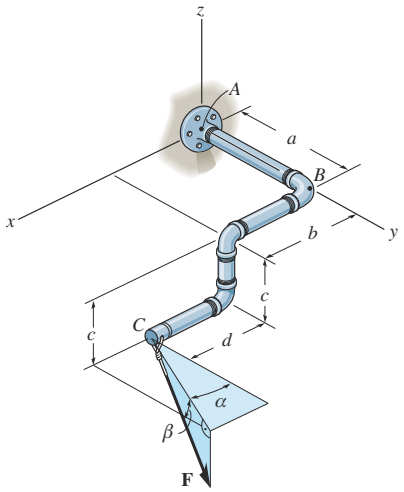


Abbildung A 4.44/4.45

4.46 An der Strebe AB der Luke mit dem Radius r greift eine Kraft $\mathbf{F}$ in Punkt B an. Bestimmen Sie das Moment dieser Kraft bezüglich des Gelenkpunktes O.
Gegeben: $F = 450\ \text{N}$, $r = 0{,}5\ \text{m}$, $\alpha = 30°$, $\beta = 30°$

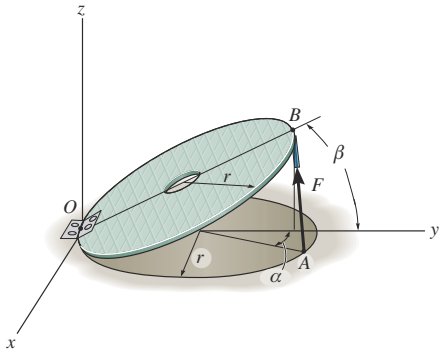


Abbildung A 4.46

4.47 Ermitteln Sie mit Hilfe kartesischer Vektoren das resultierende Moment der drei Kräfte $\mathbf{F}_1$, $\mathbf{F}_2$ und $\mathbf{F}_3$ auf den Fuß der Säule in A.
Gegeben: $\mathbf{F}_1 = \{400\mathbf{i} + 300\mathbf{j} + 120\mathbf{k}\}\ \text{N}$, $\mathbf{F}_2 = \{100\mathbf{i} - 100\mathbf{j} - 60\mathbf{k}\}\ \text{N}$, $\mathbf{F}_3 = \{-500\mathbf{k}\}\ \text{N}$, $a = 8\ \text{m}$, $b = 4\ \text{m}$, $c = 1\ \text{m}$

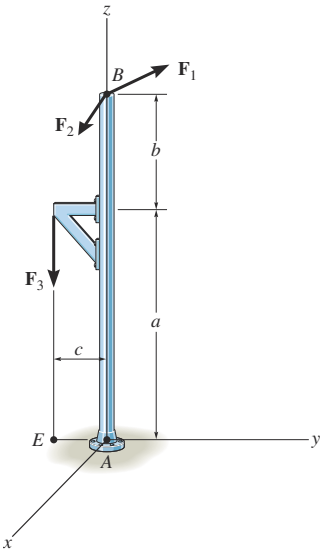


Abbildung A 4.47

Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwort- und DRM-Schutzes ausdrücklich untersagt!
Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: **info@pearson.de**

Zusatzdaten
Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten oder ein Zugangscode zu einer eLearning Plattform bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen**. Zugangscodes können Sie darüberhinaus auf unserer Website käuflich erwerben.

Hinweis
Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

https://www.pearson-studium.de

Pearson