Uebungsaufgaben

aus der

Bergmaschinenlehre

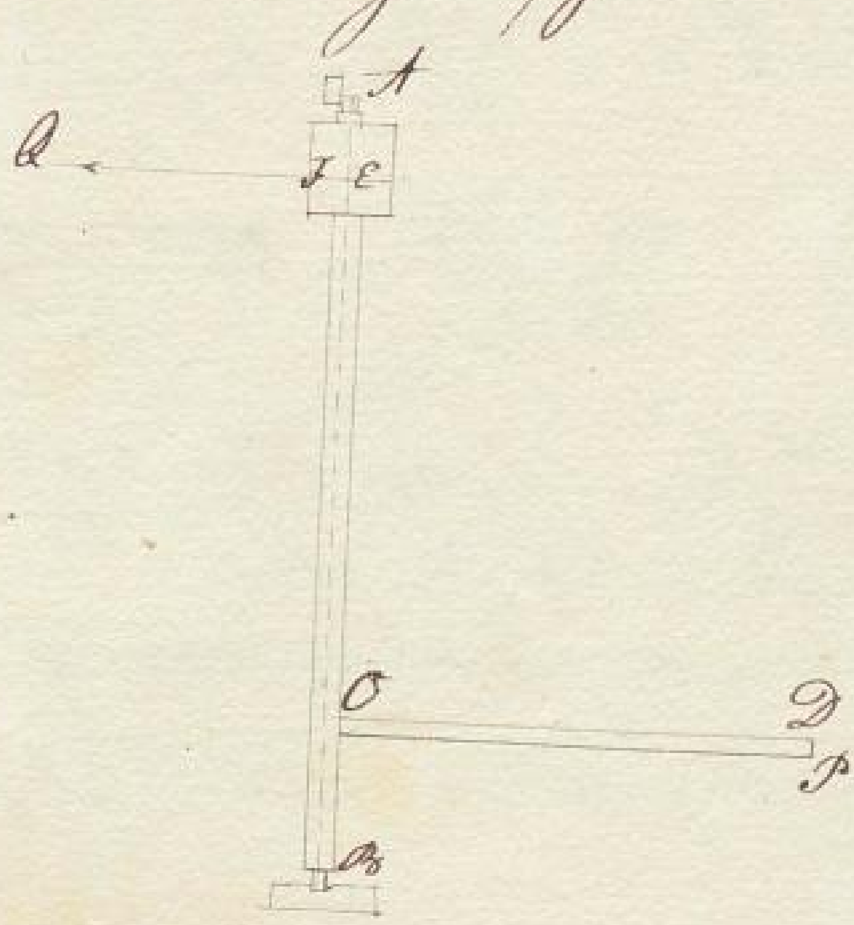
gelöst

von

1833 bis 34. H. M. Reichelt.

1.

Eine Last Q von 1000 ℔. soll mittelst einer stehenden Welle AB durch 2 Pferde in Bewegung gesetzt werden. Die Länge des Schwengels CD ist 30 Fuß, die Entfernungen des Korbmittels E von den beyden Zapfen A und B = 5, und 20 Fuß, die Stärke des Zapfens A = 5 Zoll, die des Zapfens B = 2" und das Gewicht der ganzen Maschine = 5000 ℔. Welchen Halbmesser EF muß man dem Korbe, auf dem das Seil aufgewickelt ist, geben, damit er die größte Leistung hervorgebracht werde; wie schnell können dann die Pferde umgehen, welches ist die Geschwindigkeit der Last und das mechanische Moment?



Zu Bestimmung des ersten Theils dieser Aufgabe dient die Formel: $aP = bQ + \varphi R b + \frac{2}{3}\varphi r G$, wo a = Hebelarm, oder Schwengel, an welchem die Kraft P = 2 Pferde wirkt (= 2 . 120 ℔); ferner b = der Halbmesser des Korbes, Q die zu hebende Last, R der obere Zapfen = 5 Zoll, r = der untere Zapfen = 2 Zoll, G das Gewicht der Maschine = 5000 ℔, und φ = der Reibungscoefficient = $\frac{3}{10}$ ist.

Setzt man für diese Buchstaben ihre Zahlenwerthe ein, so erhält man folgenden Ausdruck:

$$2.120.30 = 1000 + \frac{3}{10}\cdot\frac{\frac{5}{12}(20-5)+\frac{2}{12}\cdot 5}{20.12}$$

$$\times 1000 + \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{10}\cdot\frac{2}{12}\cdot\frac{1}{2}\cdot 5000;$$ oder

$$72 = 10x + \frac{75+5}{1600} + \frac{50}{60} = 10x + \frac{80}{160} + \frac{5}{6} = 10x + \frac{1}{2} + \frac{5}{6};$$ daraus

$$10x = 72 - \frac{1}{2} - \frac{5}{6} = 70\tfrac{2}{3},$$ folglich

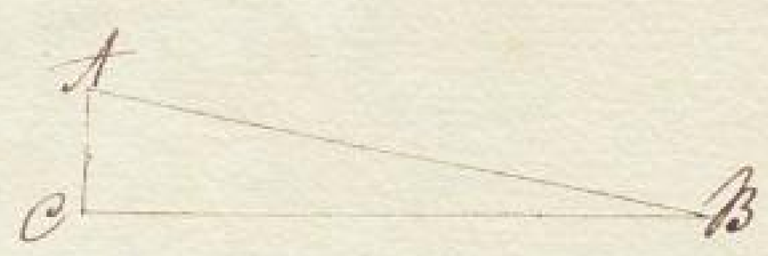
$x = 7,066$ Fuß, der Halbmesser des Korbes.

1

Nun ist die Geschwindigkeit eines Hebels = 5 Fuß, die der Last folglich $= \frac{7,066}{a} \cdot 5$, wo a, wie oben = die Länge des Schwengels = 30 Fuß ist; also wird die Last mit der Geschwindigkeit von $\frac{7,066}{30} \cdot 5 = \frac{7,066}{6} = 1,177$ Fuß steigen.

2.

Man soll die Dimensionen des zweckmäßigsten Querprofils von einem Graben angeben, der auf die Länge AB = 1200 Fuß 3 Fuß (AC) Gefälle hat, und in der Mtr. 600 c Fuß liefert.



Aus der Formel:

$$a^3 - \frac{ma^2}{\sqrt{gh}} - \frac{0,0118\,alm^2}{4gh} = 0,$$

wo $g = 17,4$; $h = 3$, ∂ $l = 1200$ ist, finden wir $m = \frac{600}{60} = 10$ c Fuß.

Nun ist für das halbe, reguläre Dreieck $a = \frac{u^2\sqrt{3}}{12}$; daher:

$$\frac{u^6\sqrt{27}}{1728} - \frac{10 \cdot u^4 \cdot 3}{144\sqrt{17,4 \cdot 3}} - \frac{\cancel{0,58}\;0,00926 \cdot u}{4 \cdot 17,4} \times \frac{1200 \cdot 10^2}{4 \cdot 3} = 0;\quad a = \frac{u^2\sqrt{3}}{12} = \frac{4,14^2\sqrt{3}}{12}.$$

$$u^5 - 9,589\,u^3 = 1770.$$

für $u = 4$, ist $u^5 = 1024$; für $u = 5$, $u^5 = 3125$; also

$u^5 - 9,589\, u^3 = 3125 - 1198 \,.\, 9,589$
$= 1927$; gegen 1770 eine Differenz
von 157.

Ist $u = 4,9$, so ist

$$L.\,4.9 = \frac{0,6901961}{3,4509805}\,(5 \quad = 2825.$$

$$\begin{aligned} L.\,9,589 &= 0,9817854 \\ L.\,4.9.3 &= \underline{2,0705883} \\ & \ 3,0523737 \\ 10 & \qquad\qquad = 1128. \end{aligned}$$

$1128 - 2825 = 1697$; dieß von
1770, gibt 73.

Nun ist $u = 4.9 + x$,

$$x = \frac{73}{230} = 0,32,$$

folglich $u = 4,932$ Fuß, und
daher eine Seite $= \frac{4,932}{3} = 1,644$ Fß.

Es war aber $a = \frac{u^2\sqrt{3}}{12}$, folglich

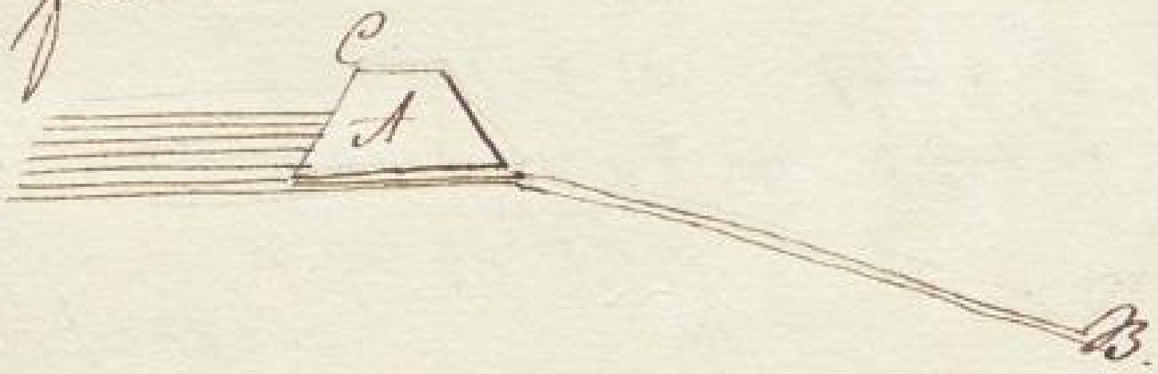
$$a = 3,51 \text{ Quadratfß.}$$

3.

Wir [illegible] uns [illegible]; eine Röhrenleitung machen, welche bey 80 Fuß Gefälle und 4500 Fß.

Die Geschwindigkeit $c = 2\sqrt{g.38}$,
$c' = 2\sqrt{g.8}$; folglich $c = 48,31$ Fß,
$c' = 22,16$ Fß.

Länge in der Minute 80 Cfß. gibt; vorausgesetzt, daß sich die Ausflußöffnung 8 Fß. unter dem Wasserspiegel C des Teiches befindet?



das Wasserquantum pro ~~Minute~~ Secd.

$m = \frac{80}{60} = \frac{4}{3} = 0{,}75$ Cfß.

der Durchschnitt der Röhre ist $= \frac{d^2\pi}{4}$.

$\frac{\pi d^2 \sqrt{gh}}{2m} = \frac{22}{7} \cdot \frac{24{,}15 \cdot 3}{4} \cdot d^2 = 28{,}46\, d^2$;

$\frac{\pi d^2 \sqrt{gh}}{2m} = \frac{22}{7} \cdot \frac{11{,}08 \cdot 3}{8} \cdot d^2 = 13{,}05\, d^2$.

Nun ist $1 = (28{,}46\, d^2 - 1)^2 - (13{,}05\, d^2 - 1)^2$

$+ 20{,}629\, d^4 - \frac{52{,}2}{d} = 660{,}3\, d^5 -$

$30{,}82\, d^3 - d = 52{,}2$.

Ist $d = \frac{1}{2}$, so erhält man hierfür den Werth 32; um aber 52,2 zu erhalten, muß man also $d > \frac{1}{2}$ nehmen. Setzt man zu dem Ende $d = 0{,}6$, so ergibt sich der Werth 51,345, was der gesuchten Zahl nur um ein Geringes zu wenig.

Nimmt man demnach $d = 0{,}62$, so erhält man die Zahl 52,53; gegen 52,2 genau genug, um für $d = 0{,}62$ beizubehalten.

Es ist also $d = 0{,}62$ Fß $= 7{,}44$ oder $= 7\,1/2$ Zoll, als die gesuchte Weite der Röhre.

Ein 30 Fß. hohes, oberschlägiges Wasserrad soll in der Minute 3 mal umgehen, und in eben dieser Zeit 200 Cfß. Aufschlagewasser erhalten; die Kranzbreite soll 10 Zoll betragen, das Gerinne soll 6 Zoll enger gemacht werden, als das Rad; der Gerinneboden mag sich 5 Zoll über dem Scheitel des Rades befinden, und das Wasser in die 3te 4. Zelle des Rades fallen. Man soll die übrige Einrichtung des Rades und der Spannschütze (nach der Freyberger Methode) angeben, das mechanische Moment des Rades berechnen, und die Last ausmitteln, welche am Hebelarme von 4 Fß wirkt und durch das Rad in Bewegung gesetzt werden kann.

Man findet die Weite des Rades nach der Formel:

$$w = \frac{4M}{b(D-b)\pi u}$$

wo M = das Aufschlagewasser pro Minute = 200 Cfß, b = 5/6 und D als der Durchmesser oder die Höhe des Rades = 30 Fß ist. Die genannte Formel erhält, wenn diese Werthe substituirt werden, folgende Gestalt:

$$w = \frac{4.200}{\frac{5}{6}\left(30-\frac{5}{6}\right)\frac{22}{7}.3} = \frac{14.160}{22.29} = \frac{7.160}{11.29}$$

$$= \frac{1120}{320} = 3\tfrac{1}{2}$$ Fß als die gesuchte Radweite; die Weite des Gerinnes ist demnach, da sie um 6 Zoll enger seyn soll, = 3 Fuß.

Ferner erhält man die Umfangsgeschwindigkeit des Rades nach der Formel:

$$v = \frac{D\pi u}{60} = \frac{30.\frac{22}{7}.3}{60}$$

$$= \frac{11}{7}.3 = \frac{33}{7} = 4,714$$ Fß.

die Schaufelzahl ist $= \frac{13}{3} \cdot 15 = 65$.

der Centri- oder Theilwinkel ergiebt sich wenn man 360 Grad durch die Schaufelzahl dividirt, also $\frac{360}{65}$

$= \frac{72}{13} = 5°,32'$.

Für den Deckungswinkel ist:

$$tg\,\beta = \frac{30 \cdot \sin 5°,32'}{30 \cdot \cos 5°,32' - \left(30 - \frac{4}{3} \cdot \frac{5}{6}\right)} = 10,4739121;$$

folglich $\beta = 71°,26'$.

Um den Wasserhaltenden Bogen zu bestimmen ist:

$AB = Ct \cos(\cancel{5}^{3.5°}°,32') = Ct \cdot \cos 16°,36'$

$= 15 \cos 16°36' = 14,375$ Fuß.

$Fg = 15 - 14,375 = 0,625$ Fuß.

$GH = \frac{5}{12} + 0,625 = 1,041$ Fuß.

$BE = \frac{D}{2} \sin \frac{7}{9}\delta = 15 \cdot \sin \frac{7}{9} \cdot 71°,26' =$

$15 \cdot \sin \frac{500}{9} = 15 \sin 55°,33' = 12,37$ Fuß,

das Gefälle ist also $1,041 + 14,375$

$+ 12,37$ Fuß $= 27,786$ Fuß.

Nun ist $v' = \alpha\sqrt{2} = 7,13\sqrt{2} = 10,083$.

die Druckhöhe für $v' = \frac{10,083^2}{4 \cdot 17,4} =$

$\frac{10,087}{69,4} = 1,464$ Fuß.

Die totale Druckhöhe ist demnach $27,786 + 1,464 = 29,25$ Fuß, und die Endgeschwindigkeit dieser Druckhöhe $c = 2\sqrt{g \cdot 29,25} = 45,05$ Fuß, woraus $c - v = 40,34$ Fuß. Für das mechanische Moment des Stoßes ist:

$$\frac{(c-v)^2}{4g} m\gamma,$$

$$= \frac{40,34^2}{69,4} \cdot \frac{10}{3} \cdot 50 = 3819 \text{ Fußpfd},$$

die Kraft also $= \frac{3819}{4,714} = 810,16$; und am Hebelarm von 2 Füßen

$$= \frac{15}{2} \cdot 810,16 = 607,620 \text{ Pfd}.$$

5.

Wie groß ist das mechanische Moment folgender zweyzylinderigen, einfach wirkenden Wassersäulenmaschine: Wasserstand im Einfallkasten = 3 Fuß, mittlere Druckhöhe = 500 Fuß, Länge der Einfallröhre, Kniestücke u. s. w. = 700 Fuß, Länge der Ausgußröhre = 15 Fuß, Durchmesser der Einfallröhre = 10 Zoll, der Treibzylinder = 2 Fuß

Hier ist h = Wasserstand im Einfallkasten = 3 Fuß, h' = mittlere Druckhöhe, = 500 Fuß, die Endgeschwindigkeit $c = 2\sqrt{3g} = 2\sqrt{3 \cdot 17,4} = 2\sqrt{52,2}$

$$= 14,45 \text{ Fuß}.$$

Die Endgeschwindigkeit $c' = 2\sqrt{500g}$

$$= 186,3 \text{ Fuß}.$$

Die Endgeschwindigkeit für die

Durchschnitt der Einfallröhre, Aufsteige- und Ausgußröhre = Durchschnitt der Einfallröhre, Hub = 5 Fß, Tiefe der Ausgußöffnung unter dem mittleren Kolbenstande = 7 Fß, und das Wasserquantum pro. Min. = 20 c Fß.

Druckhöhe von 500 + 2,5 = 502,5 ist

$$c'' = 2\sqrt{g \, . \, 502{,}5} = 186{,}7 \text{ Fß.}$$

Die Anzahl der Spiele pro Minute = n

$$= \frac{20}{15{,}7} = \frac{2000}{1571} = 1{,}276 \text{ Spiele.}$$

Bey jedem Spiele ist der Weg = 2 . 5 = 10 Fß.

Die Zeit eines Spieles = $\frac{60}{1{,}276}$ Sec., daher gesuchte Geschwindigkeit des Kolbens

$$v' = \frac{10 \, . \, 1{,}276}{60} = 0{,}2126 \text{ Fß.}$$

Die Geschwindigkeit der Einfallwasser

$$= v = \left(\frac{24}{10}\right)^2 v' = \left(\frac{12}{5}\right)^2 v' = \frac{144}{25} . 0{,}2126$$

$$= 1{,}224 \text{ Fß.}$$

Die dynamische Druckhöhe ist nun

$$H = \frac{6{,}77^2 h}{4g} + \frac{(c'-v)^2}{4g} - \frac{(c-v)^2}{4g} + \frac{(c''+v')^2}{4g}$$

$$- \frac{(c'+v)^2}{4g}, \text{ wo } \frac{6{,}77^2 h}{4g} = \frac{6{,}77^2 . 3}{174.4}$$

$$= \frac{6{,}77^2 . 3}{69{,}6} = 1{,}973 \text{ Fß.}$$

$$H = 1{,}973 + 495{,}2 - 2{,}518 + 501{,}1$$

$$- 503{,}8 = 492 \text{ Fß.}$$

Die hydraulische Druckhöhe ist:

$$H' = \left[\lambda\left(\frac{h}{2D} + \left(\frac{A}{A'}\right)^2 \frac{L'}{D'}\right) + 2 . 0{,}275 \sin 45^{\circ 2}\right]$$

$$. \frac{v'^2}{4g} = \left[0{,}0116\left(\frac{5}{4} + \left(\frac{12}{5}\right)^4\left(\frac{700}{5} . 6 + 0{,}55 \sin 45^{\circ 2}\right)\right]\right.$$

$$. \frac{0{,}2126^2}{69{,}4} = 332{,}4 . \frac{0{,}2126^2}{69{,}4} = 2{,}163 \text{ Fß.}$$

Diesen Werth von der dynamischen Druckhöhe abgezogen, giebt 492 − 2,16 = 489,84 ff.

Die Reibungswiderstandshöhe:

$H'' = 0,03 \cdot \frac{500}{2} = 0,03 \cdot 250 = 7,5$ ff.

Also die gesammte Druckhöhe

$= 489,84 - 7,5 = 482$ ff.

Die Kraft ~~zum~~ ist $= 482 \cdot Ar =$

$482 \cdot 3,14159 \cdot 48,883 = 74016$ ℔.

Das mechanische Moment beym Aufgange also ist:

$Pv = 74016 \cdot 0,2126 = 15772$ ff℔.

Beym Niedergange dagegen ist das Moment $= 0,2126 \cdot 3,1415 \cdot 49,05$

$= 5,2 \cdot \frac{22}{7} = -16$ ff℔.

6.

Welches ist die beste Construction und Leistung eines Windrads für:

die Geschwindigkeit des Windes = 25 ff.

Anzahl der Umdrehungen p. M. = 30.

" " Flügel = 5,

größte Breite derselben = 10 ff.

kleinste " " = 5 "

Länge " = 25 "

" der Windruthen = 30 ff.

Die Geschwindigkeit der äußersten Spitze ist $v = \frac{2 \cdot 30 \cdot \pi \cdot 30}{60}$

$= 3,1416 \cdot 30 = 94,248$ ff.

Der Neigungswinkel dieser Spitze ist $tg\,\alpha = \frac{3v}{2c} + \sqrt{2 + \left(\frac{3v}{2c}\right)^2}$

$= 5,61 + \sqrt{2 + 5,61^2} = 11,4515,$

$\alpha = 85^0.$

das Gewicht des armirten Windrades = 10000 ℔, der Halbmesser des Halses = 5" und der des Zapfens = 2.

2te Sprosse: $v' = 15,7 . 5 = 78,5$ Fuß.

$$tg\,\alpha = \frac{3 . 78,5}{50} + \sqrt{2 + \left(\frac{3 . 78,5}{50}\right)^2}$$

$$= 4,71 + \sqrt{2 + 4,71^2} = 9,627,$$

$$\alpha = 84^\circ, 10'.$$

3te Sprosse: $v'' = 15,7 . 4 = 62,8$ Fuß

$$tg\,\alpha = \frac{3v''}{2c} + \sqrt{2 + \left(\frac{3v''}{2c}\right)^2} = \frac{3,62.8}{50}$$

$$+ \sqrt{2 + \left(\frac{3.62,8}{50}\right)^2} = 3,768 + \sqrt{2 + 3,768^2}$$

$$= 7,792, \quad \alpha = 82^\circ, 41'.$$

4te Sprosse $v''' = 15,7 . 3 = 47,1$ Fuß.

$$tg\,\alpha = \frac{3v'''}{2c} + \sqrt{2 + \left(\frac{3v'''}{2c}\right)^2} = \frac{3.47,1}{50} + \sqrt{2 + \left(\frac{3.47,1}{50}\right)^2}$$

$$= 3,055; \quad \alpha = 71^\circ, 53'.$$

5te Sprosse: $v^{IV} = 15,7 . 2 = 31,4$ Fuß.

$$tg\,\alpha = \frac{3v^{IV}}{2c} + \sqrt{2 + \left(\frac{3v^{IV}}{50}\right)^2} = \frac{3,31,4}{50}$$

$$+ \sqrt{2 + \left(\frac{3.31,4}{50}\right)^2} = 1,884 + \sqrt{2 + 1,884^2}$$

$$= 4,240, \quad \alpha = 76^\circ, 44'.$$

6te Sprosse. $v^V = \frac{v}{6} = 15,7$ Fuß.

$$tg\,\alpha = \frac{3v^V}{2c} + \sqrt{2 + \left(\frac{3v^V}{2c}\right)^2} = \frac{47,1}{50} + \sqrt{2 + \frac{3v^V}{2c}}$$

$$= 0,942 + \sqrt{2 + 0,942^2} = 2,6412.$$

$$\alpha = 69^\circ, 15'.$$

das mechanische Moment des Wind-
rades ist näherungsweise:

$$U_0 = A\left[C\left(\frac{1}{\cos\alpha} - \frac{1}{\cos\alpha'}\right) + \frac{D}{2} \cdot \left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha^2} - \frac{\sin\alpha'}{\cos\alpha'^2}\right)\right],$$ wo

$$A = \frac{\mu c^4 l\gamma}{81 g w}, \quad C = b - \frac{(B-b)e}{l-e},$$

$$D = \frac{cl}{3w} - \frac{B-b}{l-e}$$ ist.

$$A = \frac{\frac{4}{1} \cdot 25^4 \cdot 10 \cdot 0{,}0669}{81 \cdot 17{,}353 \cdot 94} = \frac{25^4 \cdot 2{,}676}{81 \cdot 17{,}353 \cdot 94}$$

$$= 7{,}674.$$

$$C = 5 - \frac{(10{,}5)5}{30-5} = 5 - \frac{5 \cdot 5}{25} = 4.$$

$$D = \frac{25 \cdot 30}{3 \cdot 94} \cdot \# \frac{5}{20} = \frac{50}{94}.$$

$$\frac{1}{\cos\alpha} = \frac{1}{\cos 85^0} = 11{,}4737.$$

$$\frac{1}{\cos\alpha'} = \frac{1}{\cos 69^0{,}15'} = 2{,}8225;$$ also:

$$C\left(\frac{1}{\cos\alpha} - \frac{1}{\cos\alpha'}\right) = 4(11{,}4737 - 2{,}8223)$$

$$= 34{,}6028;$$ demnach

$$\frac{D}{2}\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha^2} - \frac{\sin\alpha'}{\cos\alpha'^2}\right) = 32{,}97;$$ und daher

$$U_0 = 7{,}674(34{,}61 + 32{,}97) = 2593$$ Fußpfund.

Hiervon geht die Zapfenreibung
ab, welche folgendermaßen ge-
funden wird: der Totaldruck ist:

$$P' = H\left[C\left(\frac{1}{\sin\alpha^2 \cdot \cos\alpha} - \frac{1}{\sin\alpha'^2 \cdot \cos\alpha'}\right)\right.$$

$$\left. + D\left(\frac{\sin\alpha}{2 \cdot \cos\alpha^2} - \frac{\sin\alpha'}{2 \cdot \cos\alpha'^2}\right)\right.$$

$= H(33,32 + 32,97) = H \cdot 66,29,$ wo

$H = \frac{n \mu e^3 l \gamma}{27 g w} = \frac{5 \cdot \frac{4}{3} \cdot 25^3 \cdot 10 \cdot 0,0649}{27 \cdot 17,353 \cdot 94}$

$= \frac{12,98 \cdot 25^3}{27 \cdot 17,353 \cdot 94} = 4,604.$

$P' = 4,70(33,32 + 32,29) = 66,29 \cdot 4,70$

$= 311,5630$ ℔.

das Moment der Reibung an der Hinterfläche $= \frac{2}{3} \cdot \varphi \frac{e' P' w}{l}$

$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{10} \frac{\frac{1}{6} \cdot P' \cdot 94}{30} = 10,81$ Fß℔.

das Moment der Reibung am Halse

$= \varphi \cdot \frac{e Q}{l} \cdot w = \frac{1}{10} \cdot \frac{\frac{5}{12}}{30} \cdot 10000 \cdot 94$

$= \frac{5}{10 \cdot 30 \cdot 12} \cdot 10000 \cdot 94 = \frac{250}{9} \cdot 47.$

$= \frac{11750}{9} = 1305$ Fß℔.

Also das gesammte mechanische Moment:

$Pw = 2593 - 10 - 1305 = 2593 - 1305$

$= 1278$ Fß℔.

Eine einfachwirkende Watt'sche Dampfmaschine wird durch Dämpfe von 100° R. Erhitzung in Bewegung gesetzt. der Hub ist = 6 Fß, der Kolbendurchmesser 2 Fß, die Anzahl der Spiele per mini = 10. Man

7. die Elasticität des Dampfes wird gefunden:

$\log e = 2,8921 + L(213 + t) - \frac{847,3}{140 + t}$

$= 71,97$ Zoll

der Druck auf den Kolben $= 0,384 \cdot e \frac{D^2 \pi}{4}$

$= 0,38467 \cdot 71,97 \cdot 144\pi = 12525$ ℔.

die Maschine mit Expansion, so wirkt, daß der Dampfrohr bey 2/5 des Kolbenhubes abgeschlossen wird; wie hat man die übrige Einrichtung der Maschine zu treffen, und welches ist ihre Leistung?

Zeit eines Spieles $= \frac{60}{20} = 3$ Sec.

Geschwindigkeit des Kolbens $= \frac{5}{3}$
$= 1,666$ Fß.

durch unvollkommene Condensation entsteht der Gegendruck $= \frac{1}{10} \cdot 0,38467 \times 27 \cdot 144\pi = 0,038467 \cdot 3888\pi$
$= 469,8$ ℔.

Demnach die mittlere Kraft:

$P = \frac{pb}{B}\left(1 + L\frac{B}{b}\right) - p'$

$= \frac{3}{5} \cdot 12525\left(1 + 2,302\, L\frac{5}{3}\right) - 469,8$

$= 2505,3(1 + 0,4186) - 469,8$

$= 7515 \cdot 1,4186 - 469,8 = 10190$ ℔.

Wegen der Steuerung, Entweichung des Dampfes, Abkühlung pp. kann man hievon über die Hälfte abrechnen und also

$= 5000$ ℔.

ansetzen.

Das mechanische Moment ist nun demnach $Pv = 5000 \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{25000}{3} = 8333$ Fß℔.

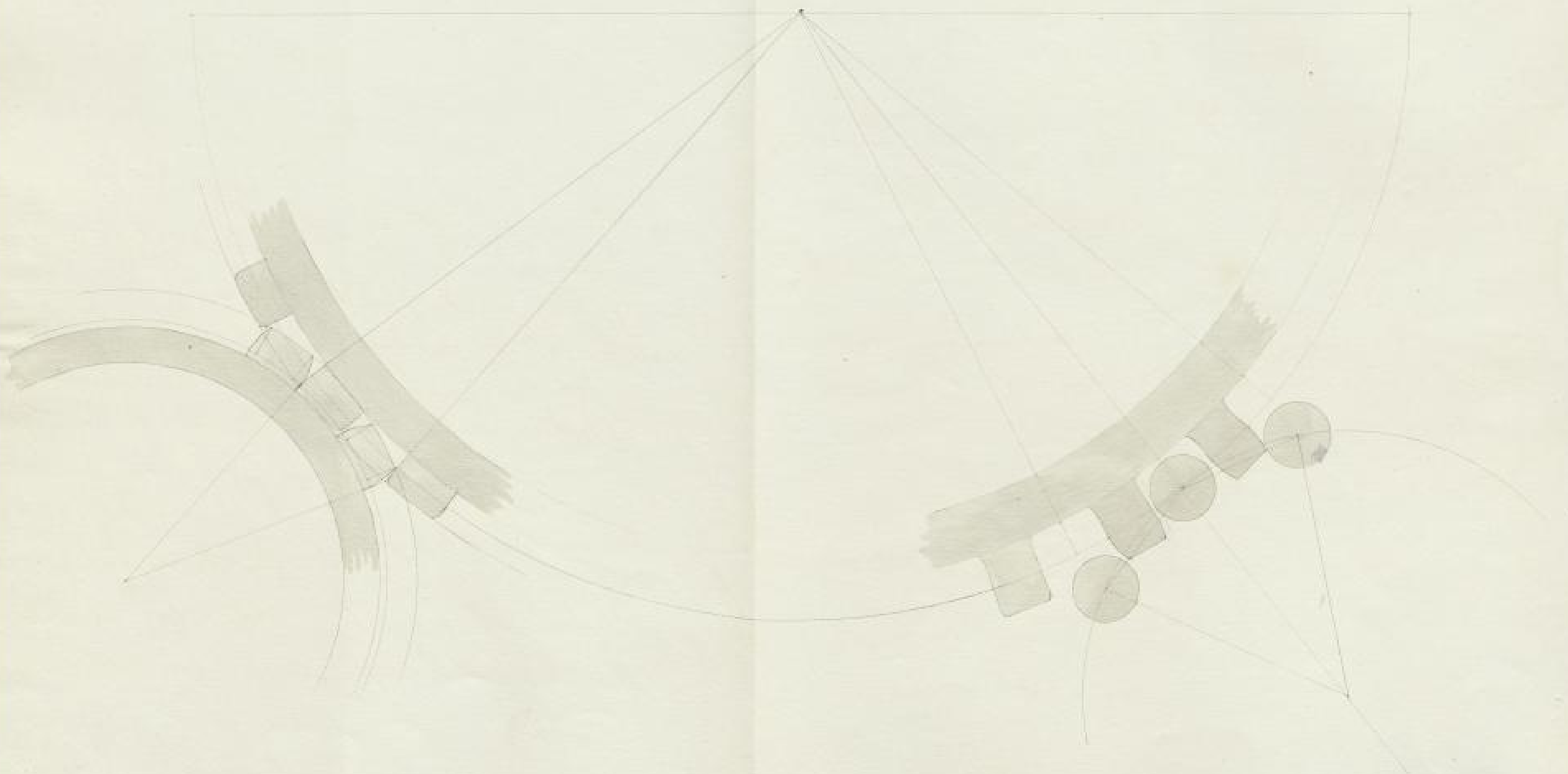
$= \frac{8333}{600} = 13$ bis 14 Pferdekräfte.

In jedem Spiele wird verbraucht das Wasserquantum:

$v = R^2\pi \cdot 3 = 3\pi = 3,31415 = 9,424$ Fß.

daher per min.

$M = \frac{9,4246 \cdot 10}{60} = 94,246$ Fß.



das Speisewasserquantum ist:

$$M' = \frac{0,000028606\,E}{1+0,00208\,T}\,M$$

$$= \frac{0,000028606 \,.\, 71,97 \,.\, 94,246}{1,468}$$

$$= 0,1322 \text{ Cbfß.}$$

Injectionswasser:

$M'' = \left(\frac{520-T}{T-t}\right) M'$, wo $T = 40^{\circ}$, $t = 10$ angenommen wird, also $= \frac{480}{30} M' = 16 M'$

$= 2,1152$ Cbfß pro minute.

8.

Ein Räderwerk soll aus einem 4fß. hohen Stirnrade mit 30 Zähnen und aus einem Getriebe mit 13 Triebstecken oder Zähnen bestehen. Wie ist die Anordnung zu machen:

1.) bey Triebstecken u. epicycloidischen Zähnen des Stirnrades,

2.) bey Zähnen nach der Kreisevolvente,

und wie groß ist die Reibung im ersten und im zweyten Falle?

der Halbmesser des Stirnrades = 2fß.

Anzahl der Zähne des Stirnrades $N = 30$.

Anzahl der Zähne des Getriebes $n = 13$.

Halbmesser r des Getriebes

$$r = \frac{n}{N} R = \frac{13}{30} . 2 = \frac{13}{15} = 0,8666 \text{ fß.}$$

No. 1.) Stärke eines Triebsteckens =

Stärke eines Zahnes =

Höhe eines Zahnes =

Friction zwischen Zahn u. Triebstecken:

$$F = \pi \varphi \frac{(2N+3n)P}{4Nn} = 3,141\,\varphi \left(\frac{60+39}{4 . 30 . 13}\right) P$$

$$= \frac{99}{1560} . 3,141\,\varphi P = 0,1993\,\varphi P.$$

wo φ = der Reibungscoefficient

und P = die Kraft bedeutet.

No 2) Stärke der Zähne am Getriebe =
Stärke der Zähne am Stirnrade =
Höhe eines Zahnes am Getr. =
Höhe eines Zahnes am Stirnr. =

Friction zwischen den Zähnen:

$$= F = \frac{\varphi\pi(N-n)}{Nn} P = \frac{3{,}141\,(30-13)}{30.13}\varphi P$$

$$= \frac{3{,}141.\,17}{390}\varphi P = 0{,}1369\,\varphi P.$$

wo φ und P obige Bedeutung haben.

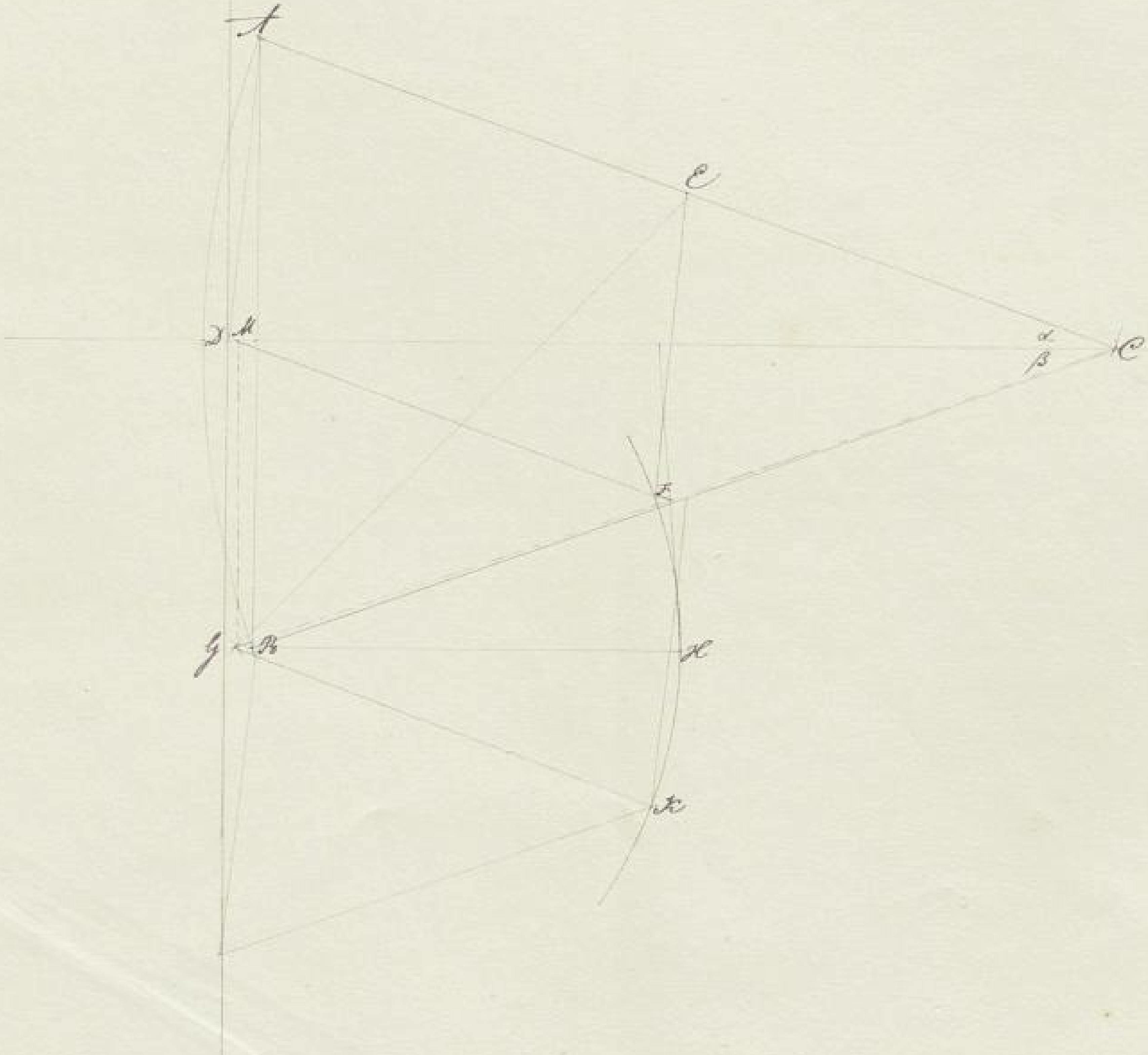
9.

Ein Schachtgestänge soll aus zehn 30 Fuß langen Stangen von Fichtenholz zusammengesetzt werden; die Schlösser sollen 5 Fß. Länge und eben so viel Breite und Höhe, als das Gestänge erhalten, und das Eisenwerk eines Schlosses soll im Mittel 40 ℔ wiegen. Die angehängte Last soll am Ende des Gestänges 4000 ℔ ausmachen und bey jeder Stange um 1000 ℔ zunehmen. Wenn nun das Fallen des Gestänges 70° und die absolute Festigkeit des Fichtenholzes $= \frac{14400}{50}$ ℔ beträgt,

Der Durchschnitt der nten Stange ist

$$= \frac{Q}{k}\left(1+\frac{Lq\sin\alpha}{144k}\right)^n + \frac{144\,q}{Lq\sin\alpha}\left(\left(1+\frac{Lq\sin\alpha}{144k}\right)^n - 1\right)$$

wo nun Q = die angehängte Last = 4000 ℔, q = das Gewicht einer Stange nebst Eisenwerk = 1000 + 40 = 1040 ℔, L = die Länge der Stange + der Länge des Schlosses = 30 + 5 Fß, k = die absolute Festigkeit des Fichtenholzes $= \frac{1440}{5}$ = 288 ℔, α der Fallwinkel des Gestänges = 70°, und q = 24 ℔


A
E
D
M
α
β
C
F
G
B
H
K

wie stark müssen die Stämme seyn, aus denen man die einzelnen Stangen zu zimmern hat, und welchen Querschnitt müssen diese erhalten?

ist, so folgt der Querschnitt der $x$ten Stange:

$$= 13,9\left(1+\frac{30.24.0,9397}{144.288}\right)^x + \frac{144000}{30.24.0,939}\left(1,0163^x-1\right)$$

$$= 13,9.1,0163^x + 212,8\left(1,0163^x-1\right)$$

Für die erste Stange ist $x = 1$, daher der Querschnitt derselben

$= 14,12+3,47 = 17,59$ Quadratzoll.

Für die 10te Stange aber ist $x = 10$, folglich der Querschnitt =

$15,96+31,62 = 47,6$ □Zoll.

der Durchmesser der schwächsten Stange ist $= \sqrt{\frac{17,59.3}{\sqrt{2}}} = 6,1$ Zoll

der Durchmesser der stärksten = 10 Zoll.

10.

Ein Balancier hat 12 Fuß Länge und 4 Fuß Hub und soll ein bewegliches Parallelogramm von 3 Fuß Länge und 2 Fuß Höhe erhalten. Man soll die Lage und die Länge des Gegenlenkers durch Rechnung und Construction finden, und die größte Abweichung zur Seite berechnen.

Länge des halben Balanciers $CA = A = 6$ Fuß.

Hub $= AB = h = 4$ Fuß.

$\sin ACD = \sin\alpha = \frac{h}{2A} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$.

$\alpha = 19^\circ\, 28'$; $\sin\frac{\alpha}{2} = \sin 9^\circ\, 44' = 0,169$.

Länge des Parallelogr. $AE = b = 3$ Fuß

daher die Länge des Gegenlenkers:

$$r = \frac{(A-b)^2 \sin\alpha^2 + 4\,b^2 \sin\tfrac{1}{2}\alpha^4}{4\,b.\sin\tfrac{1}{2}\alpha^2}$$

$$= \frac{3^2\left(\frac{1}{3}\right)^2 + 4.3^2\,(0,169)^4}{4.3(0,169)^2}$$

$$= \frac{1+36.(0,169)^2}{12(0,169)^2} = 3,0013 \text{ Fß} = FG = HG.$$

$$LD = R.\left(\frac{\sin\alpha}{2}\right)^2$$

$$= 6.0,02858 = 0,17148 \text{ Fß}.$$

daher die Coordinaten des Drehpunktes

G: $\quad CM = R+r-(b+e)$

$$= 6+3,0013-(3+0,1715)$$

$$= 9,0013 - 3,1715 = 5,8298 \text{ Fß}, \text{ und}$$

$$MG = \sqrt{a^2-e^2} = \sqrt{2^2-0,1715^2}$$

$$= 1,9251 \text{ Fß}.$$

$$\operatorname{cotg}\beta = \operatorname{cotg} GCD = \frac{CM}{MG}$$

$$= \frac{5,8298}{1,9931} = 0,466126.$$

$$\beta = 18^\circ, 52', 29''.$$

$$CG = \frac{CM}{\cos\beta} = \frac{5,8298}{\cos 18^\circ, 52', 29''} = 6,16076 \text{ Fß}.$$

$$GE = \sqrt{CE^2+CG^2-2\,CE.\,CG\cos\left(\frac{\alpha}{2}+\beta\right)}$$

$$CE = 3, \quad CE^2 = 9,$$

$$CG = 6,16076, \quad CG^2 = 37,9551.$$

also $GE = 3,80833.$

$$CGE = \gamma, \quad \frac{\sin\gamma}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{CE}{GE}, \quad \sin\gamma = \frac{CE\sin(\alpha+\beta)}{GE}.$$

$$\gamma = 22^\circ, 9', 34''.$$

$$EGF = \delta; \quad \cos\delta = \frac{FG^2+EG^2-EF^2}{2\,FG\cdot EG}.$$

$$\delta = 31^\circ, 25'.$$

$$FGH = \varepsilon = EGH + CGE - FGE = \beta + \gamma - \delta.$$
$$= 18^\circ 52' 29'' + 22^\circ 9' 34'' - 31^\circ 25'$$
$$= 9^\circ 37'.$$

Die größte Abweichung zur Seite ist demnach:

$$x = r(1 - \cos\gamma) - b\left(1 - \frac{\cos\alpha}{2}\right)$$
$$= 3{,}0013(1 - \cos 31^\circ 25') - 3\left(1 - \frac{\cos\alpha}{2}\right)$$

~~wo~~ $\frac{\cos\alpha}{2} = 0{,}0432.$

$x = 0{,}001$ Fuß $= 0{,}012$ Zoll
$= 0{,}144$ Linien.

No. 11.

Welches ist die zweckmäßigste Breite und Dicke eines 12 Fuß hohen Schwungrades von Gußeisen, wenn der Querschnitt des Ringes ein Quadrat und der von jedem der 8 Arme die Hälfte davon ist, wenn ferner der Zapfenhalbmesser = 2 Zoll, der Reibungscoefficient $= \frac{1}{10}$, die immerwährend in Bewegung befindliche und auf den Halbmesser reducirte Masse = 5000 ℔, und die alle 3 Secunden aus der Ruhe in Bewegung zu setzende und ebendahin reducirte Masse 3000 ℔ und ihr Weg in dieser Zeit

Nach der gegebenen Formel ist der zweckmäßigste Querschnitt

$$a = \sqrt{\frac{\frac{6R^2 \cdot H \cdot N^2}{b g t^2} - (N + 2M)}{2 H R^3}}$$ wo

N = die alle 3 Sec. aus der Ruhe in Bewegung zu setzende Masse = 3000 ℔

M = die immerwährend in Bewegung befindliche Masse = 5000 ℔

b = der Weg der Masse N = 70 Fuß

t = die Zwischenzeit = 3 Secund.

$H = \left(2\pi + \frac{nn}{3}\right)\frac{g}{r^2}$ und

70 Fuß beträgt? Wie groß ist der Zusatz an Kraft, den die abwechselnd aus der Ruhe in Bewegung zu setzende Masse nöthig hat bey Bau und Ebenmaß des Schwungrades?

$F = \varphi \frac{\varrho}{r}(2\pi + mn)\, g$ bezeichnet. Ferner das Gewicht eines Cubikfußes Eisen $= 352$ ℔, $\varrho =$ der Zapfenhalbmesser $= 2$ Zoll, $r =$ Hebelarm der Masse $M = 2$ Fuß. $m =$ Verhältniß zwischen Querschnitt der Arme und des Ringes $= \frac{1}{2}$. $n =$ die Anzahl der Arme $= 8$. Hieraus folgt

$$H = \left(2\pi + \frac{\frac{1}{2}\cdot 8}{3}\right)\frac{352}{4} = 670{,}2.$$

$$F = \frac{1}{10}\cdot\frac{1}{12}\left(2\pi + \frac{1}{4}\right) 352 = 30{,}152.$$

und daraus der gesuchte Querschnitt

$$a = \frac{\sqrt{\frac{70\cdot 6^2\cdot 670{,}2\cdot 3000^2}{30{,}15\cdot 17{,}353\cdot 3^2}} - (3000 + 2\cdot 5000)}{2\cdot 670{,}2\cdot 6^3}$$

$$= \sqrt{\cancel{4056}} = -0{,}1504'' \text{ Fuß}.$$

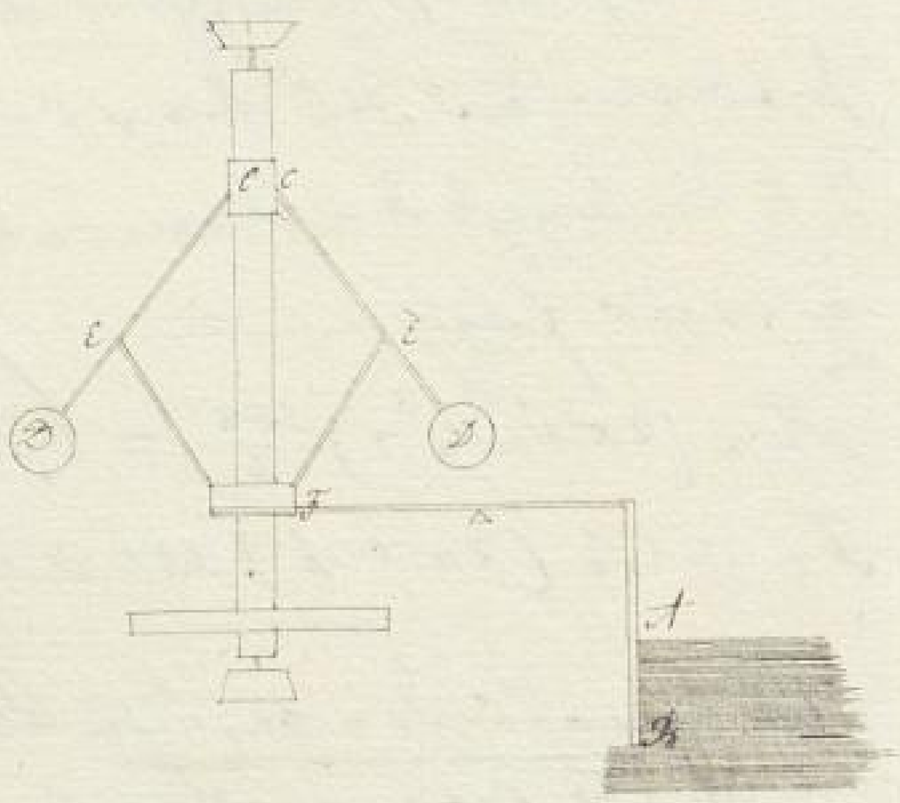
12.

Ein Regulator mit Schwungkugeln soll durch das Stellen eines Schützbrettes AB einer Maschine immer mäßig und in gleichförmigem Gange erhalten, wenn auch die Last veränderlich ist. Eine Schwungkugel soll 8 ℔ wiegen, $CD = 2$ Fuß, $CE = EF = 1$ Fuß. $\alpha = 45°$ betragen: Wie oft muß eine Schwungkugel in der Secunde um-

Ist das Gewicht einer Kugel $K = 8$ ℔, die Geschwindigkeit $c = 2r\pi n$, und $r =$ der Halbmesser des Schwungkreises, so folgt die Centrifugalkraft

$$P = \frac{c^2}{2gr} K, \text{ und}$$

die Kraft zum Auseinandergehen der Kugeln $= P.\cos\alpha - K\sin\alpha$. Diese ziehen wenn der Regulator seinen Zweck erfüllen soll, und die auf F reducirte Kraft zum Ziehen des Schutzbrettes 500 tt. beträgt?



Kraft auf die Hülse des Regulators reducirt:

$$= 2\frac{a}{b}(P\cos\alpha - K\sin\alpha)\cos\alpha = 500 \text{ tt.}$$

d. i. $2\frac{r}{b}\left(\frac{c^2}{2gr}K\cos\alpha - K\sin\alpha\right)\cos\alpha = 500$ tt

$$= 4\left(\frac{c^2 K\cos\alpha^2}{2gr} - K\sin\alpha\cos\alpha\right) = 500 \text{ tt.}$$

$\frac{c^2 K}{2gr} - K = \frac{500}{2}$, daraus

$$\frac{c^2}{2gr} - 1 = \frac{500}{2K} = \frac{500}{16}$$

$$\frac{c^2}{2gr} = 32,25.$$

$$c^2 = 32,25 \cdot gr.$$

$$2\pi^2 r^2 n^2 = 32,25\ gr.$$

$$n^2 = \frac{16,125\, gr}{r^2\pi^2} = \frac{16,125\, g}{\pi r}$$

$$n = \sqrt{\frac{16,125.}{\pi r}\, g}\,,$$

$$= \sqrt{\frac{16,125 \cdot 17,313}{\pi \cdot 2 \cdot \cos 45^0}}$$

$$= \sqrt{\frac{17,353}{\pi \cdot \cos 45^0}} = 8,237 \text{ Um-}$$

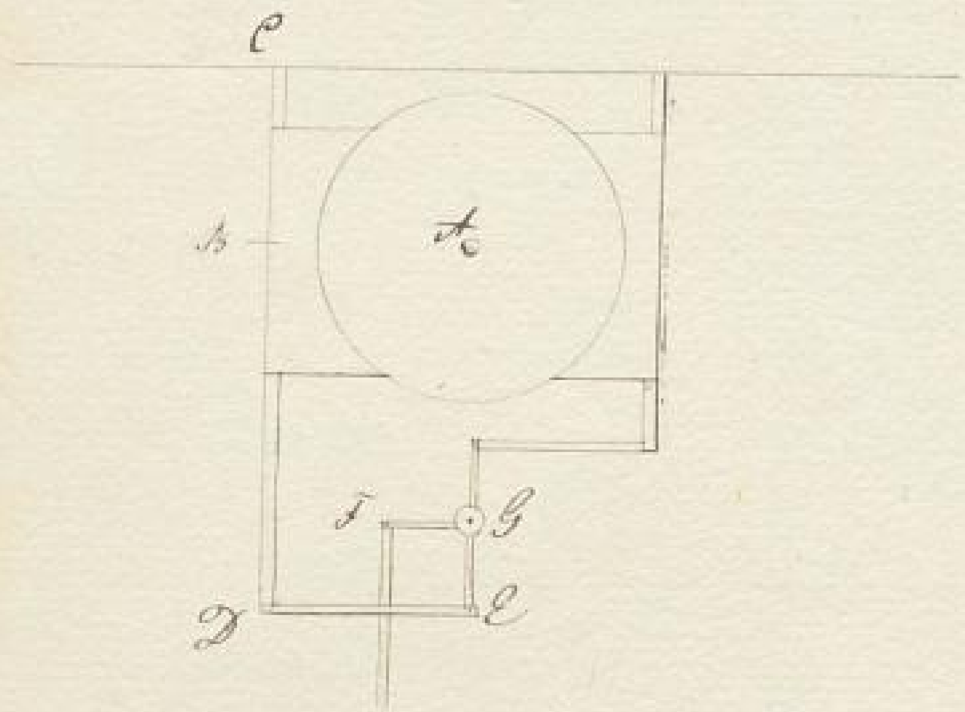
drehungen pro Minute.

13.7

Die, auf den Umfang eines Bremskranzes reducirte Kraft beträgt 50 tt, und die Masse 6000 tt, der Halbmesser des Kranzes beträgt 4 Fß, der Coefficient für die Reibung zwischen dem Bremskranz und

Ist die aufgewandte Kraft = P, und sind die Hebelsarme = a, b, A, B, so ist die Reibung am Kranze $F = \mu\frac{Aa}{Bb}P$, daher die Beschleunigung:

der Cirkelstücken $= \frac{1}{3}$, und die Maschine soll durch einen Menschen mit 20 ℔ Kraft in 4 Secunden auf dem Bremsen zum Stillstand gebracht werden müssen, und die Welle in der Minute 6 Umgänge machte: Welche Verhältnisse müssen in diesem Absicht den Hebelarmen CB, CD, EF und EG geben?



$$G = \frac{\mu \frac{Aa}{Bb} P - K}{M} g$$ und die Geschwindigkeit:

$$c = 2Gt = 2gt \frac{\mu \frac{Aa}{Bb} P - K}{M}$$ Diese ist aber auch $\frac{\pi r n}{30}$, wenn n die Umdrehungszahl der Umdrehungen und r den Halbmesser des Bremskranzes bedeutet. Es folgt daher:

$$2gt \frac{\mu \frac{Aa}{Bb} P - K}{M} = \frac{\pi r n}{30}, \text{ wo}$$

$$\frac{\mu \frac{Aa}{Bb} P - K}{Bb} = \frac{\pi r n M}{30 \cdot 2gt},$$

$$\frac{\mu Aa P}{Bb} = K + \frac{\pi r n M}{60 gt},$$

$$\frac{Aa}{Bb} = \left(K + \frac{\pi r n M}{60 gt}\right) : \mu P$$

$$= \left(30 + \frac{3.141 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6000}{60 \cdot 17{,}353 \cdot 2}\right) : \frac{1}{3} \cdot 20.$$

$$= \frac{267{,}253}{20} = 13362 \cdot 3 = 40{,}086$$

Macht man nun $\frac{A}{B} = \frac{3}{1}$, so ist $\frac{a}{b} = 40 : \frac{1}{3} = 13{,}3$; daher das gesuchte Verhältniß $= \frac{40}{1}$.