

重量之計算

都 宗 岳 編

龍門聯合書局出版

重量之計算

都宗岳編

江苏工业学院图书馆
藏书章

龍門聯合書局出版

編者序

工廠內重量之計算甚關重要。工程用料之預算、價格之估計、材料之收發登記報告，莫不以重量為主要根據；機械之修造，常以配合重量之精度為對象。本書關於算重及算重必具之面積、體積各公式，一一引證其由來，舉例說明其應用，使學者由簡入繁，瞭解無遺，雖機件之式樣不同，材料規格不一，而計算重量之途徑已備，是最合材料人員、技術人員及工程師參攷之用。

一九五一年三月五日

目次

1. 物體之重量.....	1
2. 重.....	1
3. 水重.....	1
4. 定固體之比重.....	2
5. 定流體之比重.....	2
6. 體重.....	2
7. 已知長重,算其它長重.....	3
8. 已知面積重,算其它面積重.....	4
9. 已知體重,算其它體重.....	4
10. 鋼板、銅板等重.....	5
11. 鋼絲、銅絲、圓柱等重.....	5
12. 橢圓柱重.....	7
13. 管及空心圓柱重.....	7
14. 外方內圓空柱重.....	9
15. 四耳圓柱重.....	9
16. 四耳空圓柱重.....	10
17. 三角鋼重.....	11
18. 方鋼重.....	13
19. 六角鋼重.....	14
20. 八角鋼重.....	15
21. 波形鐵皮重.....	16
22. 彎管重.....	17
23. 伸縮彎管重.....	18
24. 彎軸重.....	19
25. 直彈簧重.....	20
26. 塔氏彈簧重.....	21
27. 扇形體重.....	21

23. 眉月體重.....	22
29. 環段體重.....	24
30. 圓環體重.....	25
31. 英寸表.....	26
32. 球體重.....	27
33. 空心球重.....	28
34. 麻繩重.....	29
35. 鋼絲繩重.....	29
36. 平切體重.....	30
37. 平切圓錐體重.....	30
38. 平切錐式橢圓柱重.....	31
39. 鼓體重.....	33
40. 平切錐體重.....	34
41. 平切方錐體重.....	35
42. 平切六角錐重.....	35
43. 尖劈體重.....	36
44. 方錐重.....	36
45. 六角錐重.....	37
46. 圓錐體重.....	38
47. 拋物線體重.....	38
48. 橢圓體重1.....	39
49. 橢圓體重2.....	40
50. 簡算公式.....	41
51. 建築鉚釘.....	41
52. 鍋爐鉚釘.....	42
53. 短節鏈重.....	43
54. 長節鏈重.....	44
55. 備考.....	45
56. 附表.....	45
57-60. 1.長度表 2.面積表 3.體積表 4.重量表	

重量之計算

物體之重量

物體之體積容量，雖各不同，而受地心吸力產生壓力則一也，此壓力即物體之重也。

比重

比重 ρ 是某物體比同體積之水重若干倍之意也。設銀比同體積之水重 10,5 倍，則銀之比重 $\rho = 10,5$ ，餘類推。

水重

1 cm^3 之水重 1 g，故水重以 1 g/cm^3 表之。1 dm^3 之水重 1 kg，故水重亦以 1 kg/dm^3 表之。此重在水溫攝氏 4 度時最準確。重量隨溫度之不同而增減。水之重量以公式表之：

$$\begin{aligned} 1 \text{ g/cm}^3 &= 0,001 \text{ kg/cm}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3 \\ &= 0,001 \text{ t/dm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1 \text{ t/m}^3 \dots\dots\dots \text{公式 1} \end{aligned}$$

例 1 桶之容積 0,85 m^3 ，可盛水幾何？

按上公式 1 m^3 能盛水 1 t，所以 0,85 m^3 能盛水 $0,85 \cdot 1000 = 850 \text{ kg}$ 。

定固體之比重

設鉛一塊重 521 g, 入水內稱之, 減輕 46,1 g, 此減輕之重等於被該鉛塊所排擠之水重, 故按公式 1 得該鉛塊之體積是 46,1 cm³. 鉛重 521 g, 水重 46,1 g, 則鉛比水重 $\frac{521}{46,1} = 11,3$ 倍. 此即鉛之比重 $z = 11,3$.

定比重入水過秤之物體, 不宜過小, 忌有沙眼中空, 繫繩貴輕.

定流體之比重

圖 1 腹大頸細玻璃瓶之頸最細處劃一線為記, 注水入內至線處過



圖 1

秤, 假定除瓶淨重 70 g, 再將水出淨, 注硝酸入內, 亦至線處過秤, 假定淨重 106,4 g, 則水與硝酸之體積相同, 硝酸比水所重之倍數, 即是硝酸之比重

$$z = \frac{106,4}{70} = 1,52$$

體重

物體之體積同而重不等, 是因比重有異也. 故體重 G 等於比重 z 乘體積 V , 以公式表之:

$$G = V \cdot z \dots \dots \dots \text{公式 2}$$

例 2 木模型重 2 kg, 比重 0,7, 體積 2,86 dm³, 算該模鑄成生鐵品重幾何.

生鐵比重 $z = 7,25$, 故該模鑄成生鐵品重 $G = V \cdot z = 2,86 \cdot 7,25 = 20,7$ kg, 或生鐵比木模重 $\frac{7,25}{0,7} = 10,35$ 倍, 故鑄成生鐵品重

$$10,35 \cdot 2 = 20,7 \text{ kg}.$$

例 3 圖 2 生鐵方空柱之外邊 $S=1$, 內邊 $s=0,6$, 長 $l=10$ dm, 比重 7,25, 算重幾何。

$$\text{面積 } F = S^2 - s^2 = 1^2 - 0,6^2 = 0,64 \text{ dm}^2$$

按公式 2 得:

$$G = F \cdot l \cdot z \dots \dots \dots \text{公式 3}$$

本例代入上公式得:

$$G = 0,64 \cdot 10 \cdot 7,25 = 46,4 \text{ kg}$$

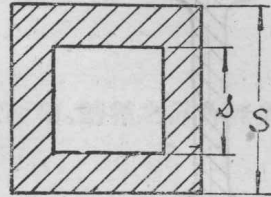


圖 2

驗算

$$l = \frac{G}{F \cdot z} = \frac{46,4}{0,64 \cdot 7,25} = \frac{46,4}{4,64} = 10 \text{ dm}$$

例 4 銅絲面積 $F=1,54 \text{ mm}^2$, 長 $l=2650$ m, 比重 $z=8,9$, 算重幾何。

計算面積小而長度大之物體體積時,面積 F 用 mm^2 ,長 l 用 m 爲便。但符合體積單位將 mm^2 核 dm^2 用 10000 除之, m 核 dm 用 10 乘之,乘除相消,留 1000 除之,得體重公式:

$$G = F \cdot \frac{l}{1000} \cdot z \dots \dots \dots \text{公式 4}$$

本例按上公式得:

$$G = 1,54 \cdot \frac{2650}{1000} \cdot 8,9 = 36,32 \text{ kg}$$

已知長重,算其它長重

知某物體若干長,若干重,算其它長重,則它們的長相比等於它們的重相比,以公式表之:

$$L_1 : L_2 = G_1 : G_2 \dots \dots \dots \text{公式 5}$$

例 5 圖 3 工字鐵 $L_1=0,625$ m,重 $G_1=31$ kg,若 $L_2=12,5$ m,重 G_2 幾何。

按上公式得：

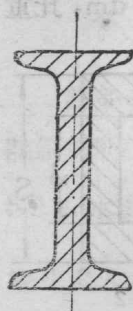


圖 3

$$0,625:12,5=31:G_2$$

$$G_2 = \frac{31 \cdot 12,5}{0,625} = 620 \text{ kg}$$

已知面積重，算其它面積重

知某物體若干面積，若干重，算其它面積重，則它們的面積相比，等於它們的重相比：

$$F_1:F_2 = G_1:G_2 \dots \dots \dots \text{公式 6}$$

例 6 鐵板面積 $F_1=0,16\text{m}^2$ ，重 $G_1=9,3\text{kg}$ ，若面積 $F_2=5,7\text{m}^2$ ，重 G_2 幾何？

按上公式得：

$$0,16:5,7=9,3:G_2$$

$$G_2 = \frac{9,3 \cdot 5,7}{0,16} = 331,3 \text{ kg}$$

已知體重，算其它體重

知某物體若干體積，若干重，算其它體重，則它們體積相比等於它們的重相比：

$$V_1:V_2 = G_1:G_2 \dots \dots \dots \text{公式 7}$$

例 7 木料 $1,5\text{dm}^3$ ，重 1kg ，算 $4,5\text{m}^3$ 重幾何。

$$4,5\text{m}^3 = 4500\text{dm}^3$$

按上公式得：

$$1,5:4500=1:G_2$$

$$G_2 = \frac{4500}{1,5} = 3000 \text{ kg}$$

鋼板、銅板等重

計算鐵板、鋼板等重，注意比重之大小，而於面積、體積之計算無異也。

例 8 紫銅板長 3，闊 2,5 m，厚 $l=2$ mm，比重 8,5，算重幾何。

核 dm 計算之，得體積

$$V = F \cdot l = 30 \cdot 25 \cdot 0,02 = 15 \text{ dm}^3$$

按公式 2 得：

$$G = V \cdot z = 15 \cdot 8,5 = 127,5 \text{ kg}$$

驗算 用公式 4 計算鐵板時，鐵板雖薄， l 仍核 m；面積雖大， F 仍核 mm^2 代入：

$$\begin{aligned} G &= F \cdot \frac{l}{1000} \cdot z \\ &= 3000 \cdot 2500 \cdot \frac{0,002}{1000} \cdot 8,5 = 127,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

鋼絲、銅絲、圓柱等重

圖 4 之 r 線重心 S 距圓心 M 之距離是 $\frac{r}{2}$ ，以此距離為半徑，將 r 線繞中心點 M 旋轉一週，則重心 S 所經之圓周長是 $2\frac{r}{2}\pi = \frac{d\pi}{2}$ ，該線旋轉所包括之面積，等於重心所經之圓周長乘 r 線之長，以

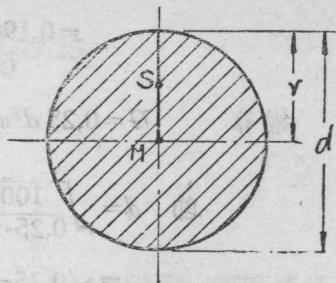


圖 4

算式表之：

$$2\frac{r}{2}\pi \cdot r = r^2\pi \text{ 或 } \frac{d\pi}{2} \cdot r = \frac{d\pi}{2} \cdot \frac{d}{2} = \frac{d^2\pi}{4} = \frac{1}{4}d^2\pi,$$

式中 $d\pi$ 等於圓周長 u ，故圓面積亦等於 $\frac{1}{4}ud$ ，按 $u = d\pi$ ，故 $d = \frac{u}{\pi}$ ，代入上式，得 $\frac{1}{4}u \cdot \frac{u}{\pi} = \frac{u^2}{4\pi} = 0,0796 u^2$ ，又 $\frac{1}{4} = 0,25$ 及 $\pi = 3,14$ 得 $\frac{1}{4}d^2\pi = 0,785 d^2$ ，共計圓面積

$$\left. \begin{aligned} F &= r^2\pi = \frac{d^2\pi}{4} \\ &= \frac{1}{4}d^2\pi = 0,25 d^2\pi \\ &= 0,785 d^2 = \frac{1}{4}ud \\ &= 0,0796 u^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{公式 8}$$

例 9 鋼絲直徑 0,5 mm，長 2800 m，比重 7,9，算重幾何。

查面積表，直徑 0,5 mm，得圓面積 0,1964 mm²

按公式 4 得：

$$\begin{aligned} G &= F \cdot \frac{l}{1000} \cdot z \\ &= 0,1964 \cdot \frac{2800}{1000} \cdot 7,9 = 4,344 \text{ kg} \end{aligned}$$

驗算

$$\begin{aligned} G &= 0,25 d^2\pi \frac{l}{1000} \cdot z \\ \text{即 } d &= \sqrt{\frac{1000 \cdot G}{0,25 \cdot \pi \cdot l \cdot z}} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 4,344}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 2800 \cdot 7,9}} \\ &= \sqrt{0,25} = 0,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

例 10 鐵桿周徑 $u = 150,8$ mm，長 5,75 m，比重 7,85，算重幾何。

$$F = 0,0796 u^2 = 0,0796 \cdot 150,8^2 = 1810 \text{ mm}^2$$

$$G = F \cdot \frac{l}{1000} \cdot z = 1810 \cdot \frac{5,75}{1000} \cdot 7,85 = 81,7 \text{ kg}$$

驗算
$$d = \frac{u}{\pi} = \frac{150,8}{3,14} = 48 \text{ mm}$$

按公式 8, 圓面積 $F = \frac{1}{4} u d = 0,25 \cdot 150,8 \cdot 48 = 1810 \text{ mm}^2$

按公式 3 得:

$$G = 0,1810 \cdot 57,5 \cdot 7,85 = 81,7 \text{ kg}$$

橢圓柱重

圖 5 橢圓面積 F 與外切圓面積 $a^2\pi$ 相比, 等於橢圓短半徑 b 與長半徑 a 相比, 即

$$F : a^2\pi = b : a$$

$$F = a \cdot b \cdot \pi \dots\dots\dots \text{公式 9}$$

例 11 橢圓柱長半徑 $a = 65$, 短半徑 $b = 40$ mm, 長 $l = 0,9$ m, 比重 7,25, 算重幾何。

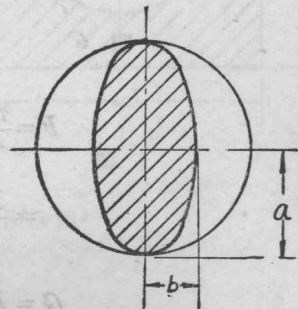


圖 5

$$F = a \cdot b \cdot \pi = 65 \cdot 40 \cdot 3,14 = 8164 \text{ mm}^2$$

$$G = F \cdot \frac{l}{1000} \cdot z = 8164 \cdot \frac{0,9}{1000} \cdot 7,25 = 53,3 \text{ kg}$$

管及空心圓柱重

圖 6 內徑 d 加管厚 s , 或外徑 D 減管厚 s , 乘 π , 是管之中徑圓周長, 此長乘管厚 s , 得空圓面積 $\pi s(d+s)$ 或 $\pi s(D-s)$, 圓周 $u = D\pi$, 代入

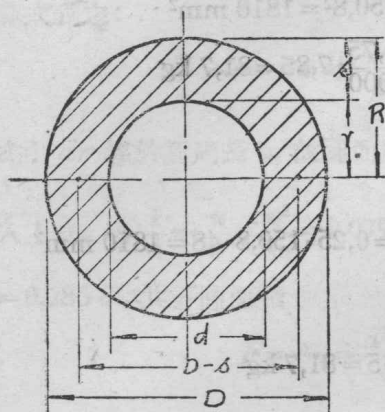


圖 6

上式得 $s(u - s\pi)$ ，按公式 8，外圓面積減內圓面積，亦是空心圓面積：

$$\left. \begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \\ &= \pi(R^2 - r^2) \\ &= \pi s(D - s) \\ &= s(u - s\pi) \\ &= \pi s(d + s) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{公式 10}$$

例 12 銅管外徑 $D=28$ ，內徑 $d=26$ mm，長 5 m，比重 8,9，算重幾何。

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \\ &= \frac{3,14}{4}(28^2 - 26^2) = 84,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$G = F \cdot \frac{l}{1000} \cdot \gamma = 84,8 \cdot \frac{5}{1000} \cdot 8,9 = 3,77 \text{ kg}$$

$$\text{驗算 } D = \sqrt{\frac{4F}{\pi} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 84,8}{3,14} + 26^2} = \sqrt{108 + 676} = 28 \text{ mm}$$

例 13 空柱外周徑 $u=900$ ，柱厚 $s=75$ mm，長 $l=2$ m，比重 7,25，算重幾何。

核 dm 計算：

$$F = s(u - s\pi) = 0,75(9 - 0,75 \cdot 3,14) = 4,984 \text{ dm}^2$$

$$G = F \cdot l \cdot \gamma = 4,984 \cdot 20 \cdot 7,25 = 722,7 \text{ kg}$$

$$\text{驗算 } D = \frac{u}{\pi} = \frac{900}{3,14} = 286,6 \text{ mm}$$

$$G = \pi s(D-s) \cdot l \cdot z = 3,14 \cdot 0,75(2,866 - 0,75) \cdot 20 \cdot 7,25 \\ = 722,6 \text{ kg}$$

外方內圓空柱重

圖 7 外方面積 $s \cdot s = s^2$ 減內圓面

積 $\frac{d^2\pi}{4}$ 得外方內圓空柱面積

$$F = s^2 - \frac{d^2\pi}{4} \dots\dots\dots \text{公式 11}$$

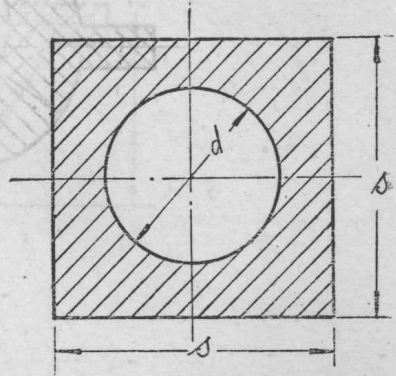


圖 7

例 14 生鐵空心柱邊長 $s = 420$, 內圓直徑 $d = 160 \text{ mm}$, 長 $l = 3,8 \text{ m}$, 比重 7,25, 算重幾何。

核 m 代入上公式得:

$$F = 0,42^2 - \frac{0,16^2 \cdot 3,14}{4} = 0,1563 \text{ m}^2$$

$$G = F \cdot l \cdot z \\ = 0,1563 \cdot 3,8 \cdot 7,25 = 4,306 \text{ t}$$

$$\text{驗算 } s = \sqrt{\frac{G}{l \cdot z} + \frac{d^2\pi}{4}} = \sqrt{0,1563 + 0,0201} \\ = 0,42 \text{ m} = 420 \text{ mm}$$

四耳圓柱重

圖 8 二耳伸出長度 $h - d$, 此長乘闊 b 得二耳面積 $b(h - d)$, 四耳面積為 $2b(h - d)$, 加圓心面積得四耳圓柱面積

$$F = 2b(h - d) + \frac{d^2\pi}{4} \dots\dots\dots \text{公式 12}$$

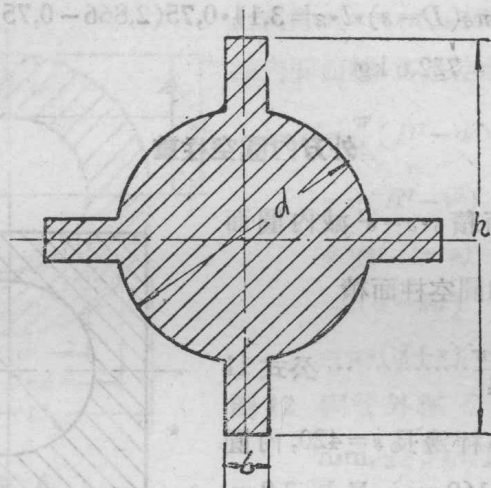


圖 8

例 15 四耳圓柱 $d=120$, $h=200$, $b=30$ mm, 長 $l=2,4$ m, 比重 7,85, 算重幾何。

核 dm 代入公式 12 得:

$$F = 2 \cdot 0,3 (2 - 1,2) + \frac{1,2^2 \cdot 3,14}{4} = 0,48 + 1,131 = 1,611 \text{ dm}^2$$

$$G = F \cdot l \cdot z = 1,611 \cdot 24 \cdot 7,85 = 303,5 \text{ kg}$$

四耳空圓柱重

圖 9 大圓面積減空圓面積得 $\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$, 加四耳面積 $2b(h - D)$

得四耳空圓柱面積

$$F = 2b(h - D) + \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \dots \dots \dots \text{公式 13}$$

例 16 四耳空圓柱 $D=110$, $d=60$, $h=160$, $b=25$ mm, 長 $l=1,5$ m, 比

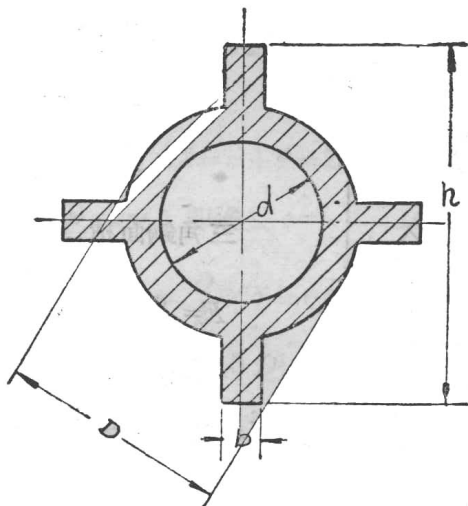


圖 9

重 7,85, 算重幾何。

核 dm 代入公式 13 得

$$\begin{aligned} F &= 2 \cdot 0,25(1,6 - 1,1) + \frac{3,14}{4}(1,1^2 - 0,6^2) \\ &= 0,25 + 0,668 = 0,918 \text{ dm}^2 \\ G &= F \cdot l \cdot \varepsilon = 0,918 \cdot 15 \cdot 7,85 = 108,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

三角鋼重

圖 10 勾方加股方等於弦方：

$$s^2 = h^2 + \left(\frac{s}{2}\right)^2$$

即

$$h^2 = s^2 - \frac{s^2}{4} = \frac{4s^2 - s^2}{4} = \frac{3s^2}{4} \dots\dots\dots a \text{ 式}$$

a 式開方得等邊三角鋼高 h ：

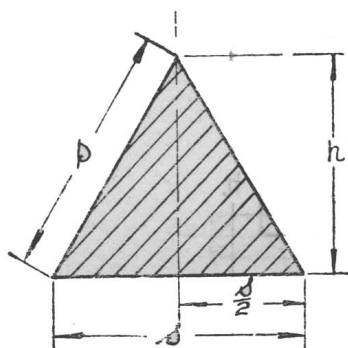


圖 10

$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{s}{2} \sqrt{3} \\ &= \frac{s}{2} 1,7321 \\ &= s \cdot 0,8660 \end{aligned} \right\} \dots\dots \text{公式 14}$$

三角鋼面積 $\frac{s}{2} h$, 按上公式得:

$$\begin{aligned} F &= \frac{s}{2} \cdot \frac{s}{2} \sqrt{3} = \frac{s^2}{4} \sqrt{3} \\ &= 0,433 s^2 \dots\dots\dots b \text{ 式} \end{aligned}$$

a 式 $h^2 = \frac{3s^2}{4}$, 即 $\frac{h^2}{3} = \frac{s^2}{4}$, 以 $\frac{h^2}{3}$ 代替 b 式之 $\frac{s^2}{4}$ 得 $\frac{h^2}{3} \sqrt{3} = 0,5774 h^2$,

共計等邊三角鋼面積

$$\left. \begin{aligned} F &= \frac{s}{2} h \\ &= \frac{s^2}{4} \sqrt{3} \\ &= 0,433 s^2 \\ &= \frac{h^2}{3} \sqrt{3} \\ &= 0,5774 h^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{公式 15}$$

例 13 三角鋼邊長 $s = 35 \text{ mm}$, 長 $l = 45 \text{ m}$, 比重 7,85, 算重幾何。

$$h = s \cdot 0,8660 = 35 \cdot 0,8660 = 30,3 \text{ mm}$$

$$F = 0,433 s^2 = 0,433 \cdot 35^2 = 530 \text{ mm}^2$$

面積核 dm^2 , l 及 h 核 dm , 代入公式 3 得:

$$G = F \cdot l \cdot z = 0,053 \cdot 450 \cdot 7,85 = 187,2 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{驗算 } l &= \frac{G}{0,5774 h^2 \cdot z} = \frac{187,2}{0,5774 \cdot 0,303^2 \cdot 7,85} \\ &= 449,8 \sim 450 \text{ dm} = 45 \text{ m} \end{aligned}$$