天津大學

材料力學習題集

材 料 力 学 教 研 室 編

1 9 5 8 年 1 月

目　　録

第一篇　拉　压

第二篇　剪切和扭轉

第三篇　彎　曲

第四篇　复合抗力

第五篇 压桿的穩定問題

第六篇 动載荷

附錄一、圖算作業題目

附錄二、圖算作業答案

关于計算的一些問題

作为一个工程师，必須具有熟練迅速的計算能力，这是因为实际的工作任务所要求于工程师的。往往不只是某一方面的理論，而是利用这些理論，經过一定的計算所得到的数字結果。要培养熟練的計算能力，决不是一朝一夕的事情，所以从入大学起就在这方面經常不断的進行有效的訓練，乃是十分必要的事情，現在提出一些在計算中应当注意的問題，介紹在下面：

一、有效数字：

我們說一个数字有几位有效数字，就代表着該数字有几位基本可靠，譬如說我們說一个数字有三位有效数字，就等于說它的前兩位是絕对可靠的，而第三位是大致可靠的，当然三位以后的就不可靠了，所以一般也就以0來表示了，譬如說 34600 有三位有效数字，就是說 34 是絕对可靠的 ，6 是大致可靠的，实际上这个数字可能是 34500 到 34700 中間的任何数字，譬如說，可能是 34637。

当然一个数字有效位数愈多，愈是精密，但是在工程中无論由实驗或由測量所得到的数字精密度都有一定的限制，一般說都只有三位有效数字（也有时是四位有效数字）由这样的数字經过計算所得到的結果，一般也只有三位有效数字，所以算出过多位的数字結果是不必要的，讓我們來看下面的例子。

設有一長方形 ，其兩个边長分別量得是 2.34^{cm} 和 5.21^{cm}，这里最后一位数字是估計出來的。因而这兩个数字都是三位有效数字（第三位大致可靠） 我們算得長方形面積 $=2.34\times5.21=12.1914$ Cm^2，得出了一个六位的数字，这是否說明得到的面積有六位有效数字呢？不是的，因为原來的边長都是三位有效数字，第三位是大致可靠的，那么比如說 2.34^{cm} 的边長也可能是 2.35^{cm}，这样面積就該是 $2.35\times5.21=12.2435\,Cm^2$，可見得到的面積后几位是根本不可靠的 ，只有前兩位是絕对可靠的，第三位是大致可靠的，所以得到的面積也只能有三位有效数字，我們可以寫作面積 $=2.34\times5.21=12.2\,Cm^2$，算出过多位的数字是沒有意义的。

用計算尺計算一般可以得到三位有效数字（靠1的一端可得四位有效数字），所以用計算尺來計算工程中的問題是旣方便又足够精确的，現在來說明一下数字經加減乘除运算后所得結果的有效数字：

1． 加法：兩数相加所得和的有效位数可由估計数字中那一位是大致可靠的办法來得到，为簡便起見，在下面的講解中把大致可靠的那一位数字下面加上横線如 $34\underline{6}00$ 是三位有效数字。

$34\underline{6}00+46\underline{8}00=81\underline{4}00$（三位有效），

$25\underline{8}+31\underline{1}=56\underline{9}$（三位有效）。

由上面來看，一般來說兩个三位有效数字相加，仍得三位有效数字。

有时兩个数字大致可靠的数字不在同一位，那么和的大致可靠位数只能相当原來較靠前的大致可靠的位数，如

$38.\underline{6}+22\underline{1}=39+22\underline{1}=26\underline{0}$。

这里把 $38.\underline{6}$ 变作了 39 是因为 $22\underline{1}$ 的个位已經是大致可靠的，所以把 8.6 变作 9 对結果的有效数字是不会有影响的，因而

$32\underline{5}+10\underline{1}+11.\underline{2}+1.0\underline{8}+0.28\underline{6}=32\underline{5}+10\underline{1}+11+1+0=43\underline{8}$。

有时兩个三位有效数字相加有進位时，和可以是四位有效数字，如

$32\underline{5}+71\underline{2}=103\underline{7}$（四位有效）。

2. 减法：可和加法一样判断差的有效位数，如：

$$78\underline{6}-25\underline{9}=52\underline{7}$$（三位有效），

$$105\underline{0}-52\underline{1}=52\underline{9}$$（三位有效），

但須注意，兩数如非常相近时，所得的差的有效位数会大大減少，如

$$127\underline{8}-127\underline{4}=\underline{4}$$（只有一位有效数字），

所以在計算中应該尽量避免这样形式的演算。

3. 乘除法：一般說兩个三位有效数字相乘或相除所得的積或商仍是三位有效数字（由上面長方形面積的例子可以看出）。

二、速算法：我們在計算中要迅速的得到可靠的結果，就要想一些办法使复雜的計算簡化，節省計算的时間。

1. 心算：計算的方式，可以用心算、筆算、珠算，計算尺、計算机等。这里心算应該是最簡捷的，但是适用范圍有限，复雜一些的問題用心算就比較困难，筆算可以說是最苯拙的方法，不是非常必要时不应采用，珠算只宜加減，乘除时速度太慢，計算机又不是非常普遍，所以一般計算时，簡單的尽量用心算，复雜一些的可以用計算尺來算。

由于日常生活中的習慣，很多簡單計算都已經用了心算，譬如買練習本每本一毛五，如果買三本我們可以立刻想到是四毛五，不必再另外算。只要再稍加訓練，心算的能力是可以大大提高的。

下面提出一些心算解决的問題。

① 簡單的加減乘除因为工程中的数字一般是三位有效，兩个三位有效数字的加減如果稍加訓練就完全能用心算算出，被乘数或被除数是三位有效，而乘数或除数是一位数字的乘除法也可以用心算，这些只要勤加練習就会很快的掌握。如

$$32\underline{5}+46\underline{3}=78\underline{8},$$

$$36\underline{8}+53\underline{7}=90\underline{5},$$

$$86\underline{2}-23\underline{7}=62\underline{5},$$

$$37\underline{4}\times 3=11\underline{2}0,$$

$$45\underline{6}\times 7=31\underline{9}0,$$

$$187\underline{5}\div\underline{6}=31\underline{3}。$$

② 有些复雜的計算可以化为簡單的

因为 $125\times 8=1000$，$25\times 4=100$，$5\times 2=10$。

所以凡除数是 125，25，5 的除法都可改为乘以 8，4，2（位数另定），乘数是 125，25，5 的乘法可改为以 8，4，2 除（位数另定）。

凡是乘数是 1.5 的乘法可在被乘数上加上一半。

例如：$86\underline{4}\times 12\underline{5}=108000$（$=864\div 8\times 1000$）

$$48\underline{0}\div 25=19.\underline{2} \quad (=480\times 4\div 100)$$

$$64\underline{4}\times 1.5=96\underline{6} \quad (64\underline{4}+32\underline{2})$$

③ 記憶若干簡單結果，对計算会有很大帮助，如

1—20 各数的平方，1—10 各数的立方，$\sqrt{2}$，$\sqrt{3}$，$\sqrt{5}$，e，π，$\log_{10}2$ 及 30°、45°、60° 的三角函数等都是应当記住的。

例如：　記得　$11^2=121$，就可直接算出，$11\times33=363\ (=11^2\times3)$，

　　　　記得　$13^2=169$，就可算 $52\times13=676\ (=13^2\times4)$。

又如能背熟斤兩流法就可直接算出 625 的 1—16各个倍数，如 $625\times7=4375$，

$625\times11=6875$。

有时還可多記一些簡單結果，这些都是有用的，比如記得 $37\times3=111$，就可直接算出

$37\times24=888\ (=37\times3\times8)$。

④　在計算中要善于利用凑整数來計算，例如：

$56\underline{5}+23\underline{7}=80\underline{2}$　$(=56\underline{5}+23\underline{5}+\underline{2}=80\underline{0}+\underline{2}=80\underline{2}$

$35\underline{7}+24\underline{2}=59\underline{9}$　$(=35\underline{7}+24\underline{3}-\underline{1}=60\underline{0}-\underline{1}=59\underline{9})$

$17\underline{3}+9\underline{8}=27\underline{1}$　$(=17\underline{3}+10\underline{0}-\underline{2}=27\underline{1})$

$128\underline{5}-29\underline{6}=98\underline{9}$　$(=128\underline{5}-30\underline{0}+\underline{4}=98\underline{5}+\underline{4}=98\underline{9})$

$102\underline{5}-92\underline{8}=9\underline{7}$　$(=102\underline{5}-92\underline{5}-\underline{3}=10\underline{0}-\underline{3}=9\underline{7})$

$75\times16=1200$　$(=25\times3\times4\times4=100\times12=1200)$

$375\times64=24000$　$(=3\times125\times8\times8=24\times1000=24000)$

$23\underline{7}\times98=23200\ (=23\underline{7}\times(100-2)=23\underline{7}00-\underline{5}00=23200$

这里把 237×2 寫成了 500 是因为 23 7 00 的百位数已經只是大致可靠的了，所以后面的数就不必細算了。

（上面括号中都是思考过程，算时不必寫出）。

2． 利用量級的概念

在工程数量中假如一些数量比另一些数量大过很多倍，因而其大小不能直接相比时，我們說这兩組数量是不同級的，假如在一个算式中包括有所要求的数量和比所求数量小一級的数量相加減时，我們就可以把这小一級的数量略去，而不影响計算的結果。

例如：　求單元体的單位体積改变时

$$\theta=(1+\varepsilon_1)(1+\varepsilon_2)(1+\varepsilon_3)-1=\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3+\varepsilon_1\varepsilon_2+\varepsilon_2\varepsilon_3+\varepsilon_3\varepsilon_1+\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3,$$

因为 $\varepsilon_1\ll1$，$\varepsilon_2\ll1$，$\varepsilon_3\ll1$

所以 $\varepsilon_1\varepsilon_2$，$\varepsilon_2\varepsilon_3$，$\varepsilon_3\varepsilon_1$，比 ε_1，ε_2，ε_3 都是小一級的量，$\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3$ 是又小一級的量，这些項都可以略去不計。

利用这些概念常可使計算簡化，例如当 $x\ll1$，$y\ll1$ 时

$$(1+x)(1-y)=1+x-y-xy\approx1+x-y,$$

$$(1+x)^2=1+2x+x^2\approx1+2x,$$

$$(1+x)^3=1+3x+3x^2+x^3\approx1+3x,$$

$$\sqrt{1+x}=1+\frac{1}{2}x+\cdots\approx1+\frac{1}{2}x,$$

$$\sqrt[3]{1+x}=1+\frac{1}{3}x+\cdots\approx1+\frac{1}{3}x。$$

所以 $1.003\times0.97=(1+0.003)(1-0.03)=1+0.003-0.03=0.973$，

$(1.003)^2=1.006$，

$\sqrt[3]{1.024}=1.008$。

3. 相近数字求平均数的簡法

在实驗中常有若干接近的数值求平均数，例如 25.7，25.8，25.7，25.5，25.4 求平均数时就不必全加起來再被5除，因为这时已經可以大致估計出來平均数是 25 多一点了，我們可以取一个大致平均数作基数，例如取 25.5 作基数，每个数与这基数之差是 0.2，0.3，0.2，0，−0.1 求其平均值是 0.12，所以平均数是 25.5+0.12=25.62，这就比直接求來簡單。

三、計算中的其他問題

1. 校对：計算中要尽可能的想各种方法來校对，以便發現錯誤，校对一般有下列几种办法：

① 用同法重新复核一遍，这是最基本的也是最費事的校核方法。

② 用不同方法計算校对，例如同一問題可用計算法和圖解法同时求出結果互相核对。

③ 用結果所应滿足的条件校核，如求出的形心就应滿足对形心軸靜矩为零。

④ 由数字的合理性校对，例如求波桑比 μ 得到大于 1 的数，求变形得到几公尺等都顯然是錯了。

2. 定位：在計算中最好先算数，最后再定位。

①用 10 的方次定位，如

$$\frac{286\times173.2}{0.0084\times21000}=\frac{2.86\times10^2\times1.732\times10^2}{8.4\times10^{-3}\times2.1\times10^4}$$

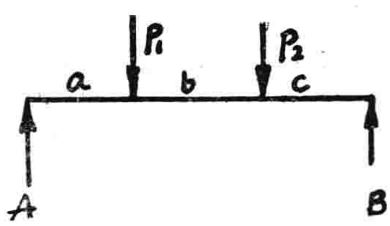
$$=\frac{2.86\times1.732}{8.4\times2.1}\times10^3=0.281\times10^3=281。$$

② 用观察定位，例如估計 286×173.2 約为4万多，而分母 0.0084×21000 等于 8.4×21 約为 160，故相除应得二百多，算尺拉出 281 后即知为二百八十一。

3. 計算中用数字运算和文字运算問題

这要看具体情形，有时宜用文字，有时宜用数字，如求梁变形中EJ 就最好先用文字，求出最后結果以后再代数字。而若如左圖之梁求出反力

$B=\dfrac{P_1a+P_2(a+b)}{a+b+c}$，若用文字寫弯矩剪力式子必然很麻煩，若把 P_1，P_2，a，b，c 等数代入求出B不过一个数字，再列弯矩剪力的式子时就可比較簡單。



$$B=\frac{P_1a+P_2(a+b)}{a+b+c}$$

4. 讀量度結果时应該注意區別一些容易混淆的讀数，如

10.5 易讀为 10.05，1.012 易讀为 1.12，1006 易誤为 1060 等。

計算尺的原理与用法簡單介紹

（一）　一般介紹

算尺是工程計算中不可缺少的工具，应用算尺可以節省很多人力和时間而獲得足够的精确度，所以作为一个工程师必須掌握运用計算尺的技朮，我們在学算尺中应注意几点：

（1）要相信算尺，在工程中需要的有效数字一般是三位，而普通10吋算尺可准确到三位。足够工程上应用。

（2）要多練習，多用，才能使技朮熟練，少出錯誤，达到又快又准的要求。

（3）要灵活，算尺的拉法很多，（尤其在联合运算时），所以我們应該适应不同种类的算尺，加以研究分析，灵活地找出每种算尺最簡便的方法來。

算尺一般是条形的，分为定尺，滑尺和滑标三部分，在滑标玻璃片上的細線称为法線，每行尺度开始的数字「1」称为指示線。

算尺的应用范圍很广，它主要計算項目有乘、除、开方、乘方、对数、指数，三角函数等等。随着算尺的形式不同可以得到另外各种数学运算，如向量加減，圓面積，解二次（三次）方程式等等。这些都需要我們对自己的算尺加以灵活应用后才能熟悉，下面我們講講几种主要运算的拉法。

（二）　位数

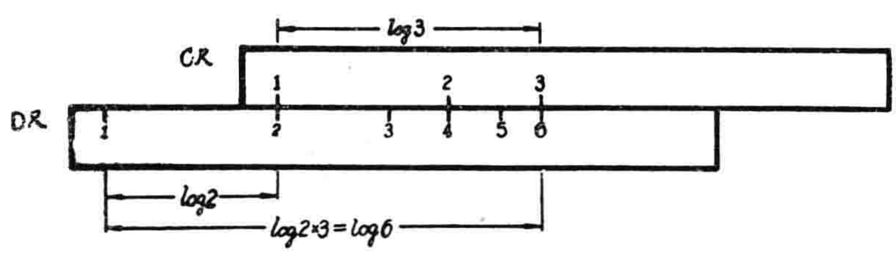
数字的位数与算数中的个位、十位、百位数，一一相同。

如 518.2 为三位数，1.79 为一位数，0.78 为零位数，0.000916 为負三位数， 0.086为負一位数等……

（三）　乘法

（1）应用尺度：〔C，D〕，C，D尺是按 log 刻度的，例如尺上寫2的地方 ，从1到2的長度却是 $log 2$ 。

（2）原理



$\log x = \log a + \log b = \log (ab)$,

$\therefore x = ab$。

（3）法則

参与运算的一切数都只論有效数字位数

C	1	b
D	a	ab

說明：　滑动C尺，使C尺上的1对准D尺上的a，則C尺上的b所对着的D尺上的数便是 $a \times b$。

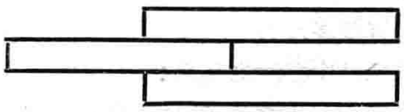
（４）定位法：

①比較法——与数目相近的簡單算式比較

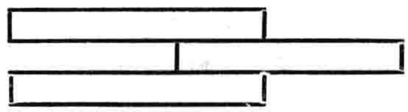
例如　58.7 ×0.00374＝？　（2195→0.2195）

比較　60×0.004＝0.24。

②邏輯法：



積的位数＝位数相加



積的位数＝位数相加－１

例１．156×48＝？　（7490）

滑尺伸出右端所以積之位数＝３＋２－１＝４；因而可知 156×48＝7490。

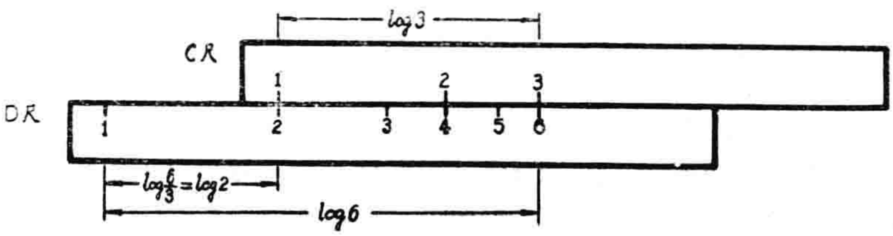
例２．　0.025×0.0053＝？　（0.0001325）

滑尺伸出左端可以積的位数＝１＋（－２）＝－３，

∴ 結果为 0.0001325。

（四）　除法

（１）应用尺度：〔C．D〕



（２）原理：

$$\log x = \log a - \log b = \log \frac{a}{b},$$

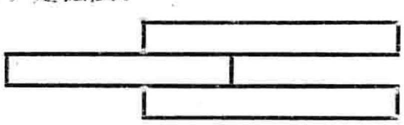
$$\therefore x = \frac{a}{b}。$$

（３）法則：

C	b	1
D	a	a/b

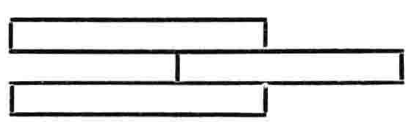
說明：　滑动Ｃ尺使Ｃ尺上的ｂ对着Ｄ尺上的ａ，則Ｃ尺上的１所对的Ｄ尺上的数便是 a/b。

（４）定位法：



商的位数＝位数相減

（分子位数－分母位数）



商的位数＝位数相減＋１

例　19.2÷3.52＝？（5.455）

0.00377÷5.21？（0.000723）。

（五）連續乘除

（１）应用尺度；〔C，D〕

（2）注意：

Ⅰ乘除相間進行；有效数字相近的相除，这样可使滑尺移动很少；

Ⅱ不必讀出居間的積或商；

Ⅲ記出滑尺伸出右端时应加或減的位数（即乘时減一位除时加一位）。

（3）定位：

答案位数＝（分子位数的总和）－（分母位数的总和）＋（应加減的位数），

有时用比較法或观察法定位，較为便利。

例：

$$\frac{0.025\times64\times746}{\pi\times5220}=?\quad(0.0729)$$

拉算尺时答案位数＝（－1＋2＋3）－（1＋4）＋0＝－1。

例：

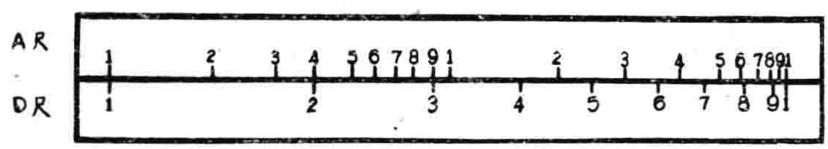
$$\frac{18\times45\times37}{23\times29}=?\quad(44.9)$$

（六）乘方与开方

Ⅰ平方：

（1）应用尺度：〔A，D〕或〔B，C〕。A，B尺也按 log 刻度，但它把全尺分为兩段，所以每一段只有C，D尺的一半長，因而它上面的数目恰为C，D尺的平方。

（2）法則：



說明：　尺不滑动，若求2的平方便在D尺上找2，对A尺，即得2的平方4，若求4开平方，便在A尺上找4对D尺即得4的平方根2。

（3）定位法：

①尺度A的左半（1～10）与右半（10～100）不可相混。

②乘方定位法　如 a^2 落在A尺之左段，則 a^2 之位数＝$2n-1$（n为a之位数），

如 a^2 落在A尺之右段則 a^2 之位数＝$2n$。

③开方定位法　如a为奇位数則$\sqrt{a}$之位数＝$\frac{1}{2}(m+1)$（m为a之位数），

如a为偶位数則$\sqrt{a}$之位数＝$\frac{1}{2}m$。

（4）例：

乘方　$3^2=9$，$6^2=36$；　　开方　$\sqrt{4}=2$，$\sqrt{16}=4$；

$161^2=\overline{2}\ \overline{59}\ \overline{40}$；

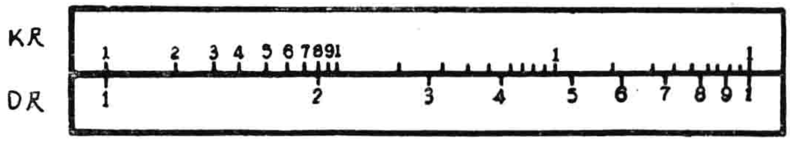
$\sqrt{\overline{9}\ \overline{00}}=30$；

$\sqrt{\overline{90}\ \overline{00}}=95.0$。

Ⅱ立方

（1）应用尺度：〔K，D〕 K尺也按 log 刻度，但它把全尺分为三段，所以每段只有D尺的長的$\frac{1}{3}$，因此它上面的数便是D尺上的数的立方。

（2）法則：



說明：尺不滑动，若求2的立方，则在D尺上找2，对K尺即得2的立方8，若求8的立方根，则在K尺上找8，对D尺，即得8的立方根2。

开方时K尺上的三段別用錯了！

（七）关于三角函数

（1）正弦： $\theta \geqq 34.3'$

Ⅰ应用尺度：〔S.ST.D〕

Ⅱ法則

S	θ，（5°44′→90°）
D	Sin θ，（0.1→1）

ST	θ'，（34.3′→5°44′）
D	Sin θ，（0.01→0.1）

說明： 当θ>5°44′ 时，在S尺上找θ值，然后对D尺，即得Sin θ之値，反之亦然；

当θ<5°44′ 时，在ST 尺上找θ值，然后对D尺，即得Sin θ之値，反之亦然。

例 Sin 71° 30′（0.948）；

Sin 2°23′（0.0416）。

（2）正切：

Ⅰ.θ<5°44′时， tan θ = Sin θ，求法同正弦，

Ⅱ.5°44′≦θ≦45° 时，

Ⅲ.应用尺度〔T，D〕，

Ⅳ.法則：

T	θ，（5°44′—45°）
D	tan θ，（0.1→1）

說明： 在T尺上找θ值，然后对D尺，即得 tan θ之値，反之亦然。

例： tan 7°20′＝ （0.1287），

tan 27.2°＝ （0.514）。

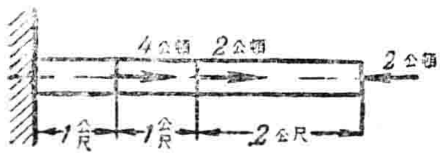
第一篇 拉 压

§1. 断面法、軸力圖、虎克定律

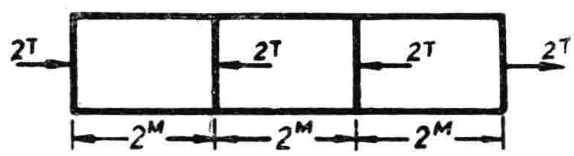
1. $F=10_{cm^2}$ 畫N，σ圖。求右端位移 $E=2\times10^{6kg}/_{cm^2}$

答： $\triangle L=0$

2. $E=2\times10^6\ {}^{kg}/_{cm^2}$，$F=2cm^2$，作N，σ圖，求 $\triangle l$。



題1圖



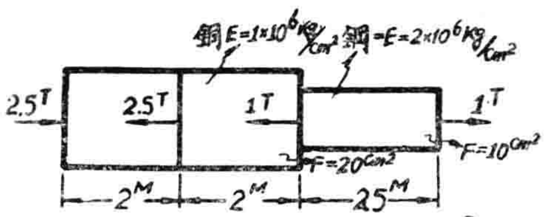
題2圖

3. 繪N，σ圖，求桿之总伸長。

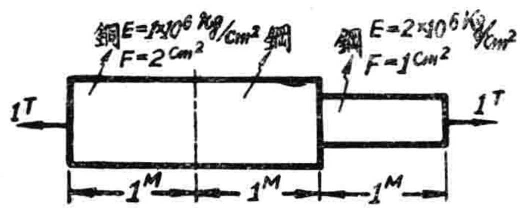
答： $\triangle l=0.125$ mm

4. 畫N，σ圖，求 $\triangle l$。

答： $\triangle l=1.25$ mm



題3圖



題4圖

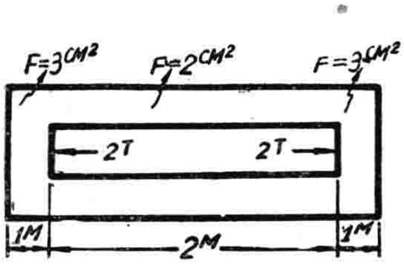
5. $E=2\times10^6\ {}^{kg}/_{cm^2}$，作N，σ圖，求 $\triangle l$。

6. 試繪出此桿由其本身重量所產生之N圖及其絕对伸長 $\triangle l$，設此桿之断面面積为F，比重为 γ。

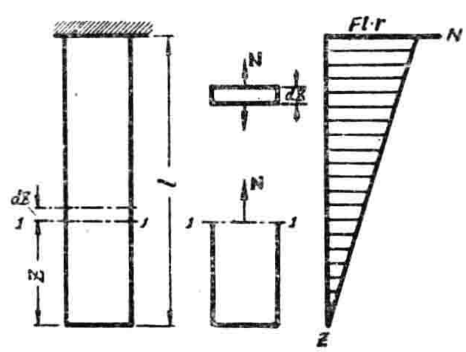
解： 在距下端为z处截开，考慮下半部

$$\Sigma Z=0 \qquad N=F\gamma Z$$

$$\text{总伸長}\triangle l=\int_0^l\triangle(dz)=\int_0^l\frac{Fz\gamma dz}{EF}=\frac{F\gamma l^2}{2EF}$$



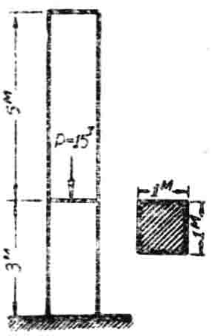
題5圖



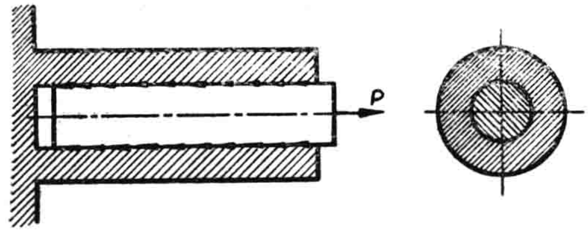
題6圖

7. 混凝土柱，$P=15^T$，混凝土每單位体積重量 $\gamma=2.4^{g}/_{cm^3}$，$E=2\times10^{5kg}/_{cm^2}$，柱断面 $100\times100_{cm}$，（考慮本身重量）。（a）試繪軸力圖及正应力圖。（b）求柱之总变形 $\triangle l$。

8. 一長度为 l 彈性系数为E横截面面積为F的桿，安裝在一密合的固定套管中，今以大小为P的力將桿自套管中拉出，設剛拉出时所受之摩擦力系均匀分布在桿長上，試繪此桿之軸力圖，並求其絕对伸長。



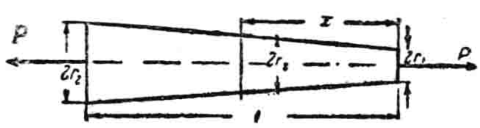
題7圖



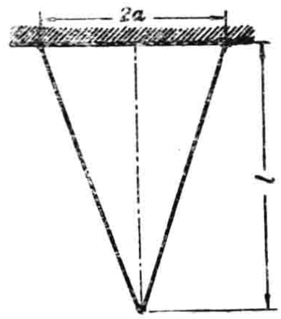
題8圖

9. 有長为 l，二底半徑各为 r_1 与 r_2，外形为截圓錐体的桿（見圖），在桿之軸向为P力所拉伸，試求桿之絕对伸長。

10. 圓錐桿（見圖）因本身重量而伸長，試求其尖端之位移。設其比重为 γ。



題9圖

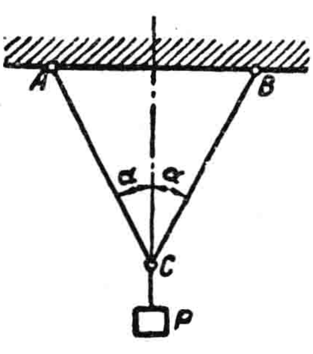


題10圖

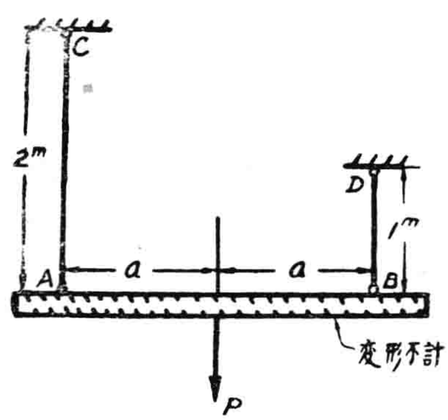
§2. 拉压强度計算、桿系位移

1. $P=3^T$ $\alpha=30^\circ$ $AC=BC=2^m$ 已知 $[\sigma]=1500^{kg}/_{cm^2}$，$E=2\times10^{6}\ {}^{kg}/_{cm^2}$（a）选二桿断面F。（b）求C点位移。

2. 鋼桿AC，BD吊一横梁AB(变形不計)，$P=2^T$，二鋼桿断面 $F=1_{cm^2}$，$E=2\times10^{6kg}/_{cm^2}$ 求鋼桿內之应力！及P作用点之位移。



題1圖

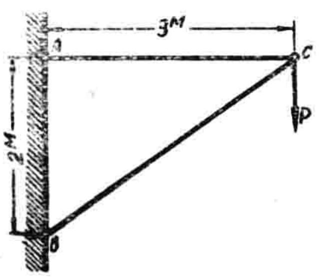


題2圖

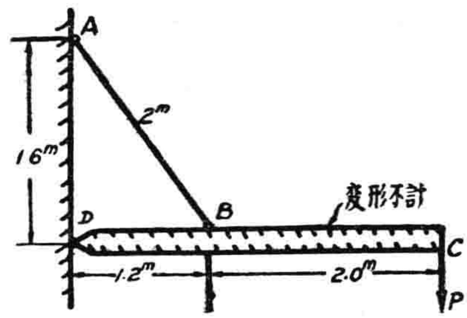
3. 三角架受力P＝6 公噸（見圖），AC桿是鋼的，材料的許用应力$[\sigma]_c = 1600$公斤/方公分。BC桿是木質，其許用应力$[\sigma] = 40$公斤/方公分。試选定鋼桿的圓断面以及木桿的方断面，並求節点C之垂直位移。

4. （a）若$P = 3^T$，鋼桿AB之面積$F = 8_{cm^2}$，$[\sigma] = 1600$，${}^{kg}/_{cm^2}$，校核是否安全。（b）若$P = 3^T$，$[\sigma] = 1600^{kg}/_{cm^2}$ 試选AB桿之合理断面。（c）若$F = 8_{cm^2}$ $[\sigma] = 1600^{kg}/_{cm^2}$，求能扭負的最大荷重P，並求此时荷重作用点C之位移？ $E = 2\times10^6\ {}^{kg}/_{cm^2}$

答： （a）$\sigma = 1250^{kg}/_{cm^2}$， （b）$F = 6.25\,cm^2$
（c）$P = 3.84\,T$ $\triangle = 0.533\,cm$



題3圖



題4圖

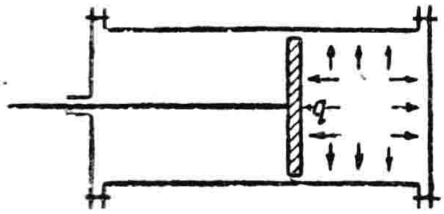
5. 蒸汽机汽缸內的工作压力$q = 10$大气压（一大气压$= 1^{kg}/_{cm^2}$），汽缸內徑$D = 35_{cm}$（見圖），如要用 $d = 1.8^{cm}$ 的螺栓把汽缸盖与汽缸連接起來問需要螺栓多少个？已知螺栓$[\sigma] = 400^{kg}/_{cm^2}$。

答： 10个

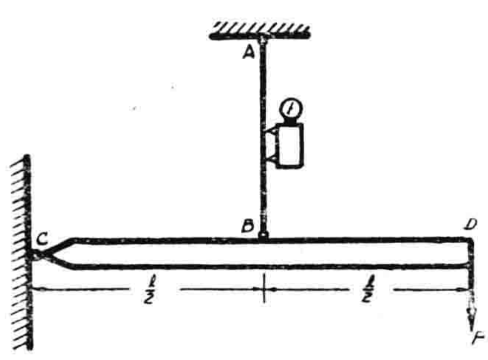
6. CD梁（变形很小，可認为剛体），用AB鋼桿及鉸鏈C吊起，已知AB桿：断面積$F = 3_{cm^2}$，材料$E = 2.1\times10^6\ {}^{kg}/_{cm^2}$ 今用变形仪测得AB桿的ε（單位伸長）$= 0.000712$，（a）試求P值？（b）如AB桿$[\sigma] = 1600\ {}^{kg}/_{cm^2}$。試求許可$[P]$＝？

答： $P = 2.25\,T$ $[P] = 2.4\,T$

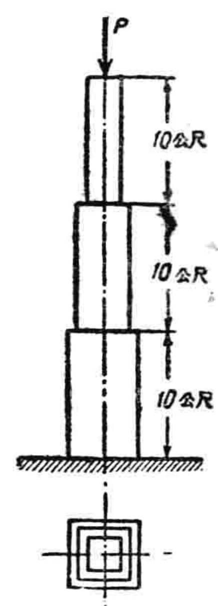
7. 正方形断面的階梯桿高30^m，三段等長，压力 $P = 60^T$ 1）試求桿各段断面尺寸。（考慮自重）。已知：許可压应力$[\sigma] = 10\ {}^{kg}/_{cm^2}$，材料的單位体積重 $2^g/_{cm^3}$。2）沿着桿的長度作出应力分布圖。



題5圖



題6圖

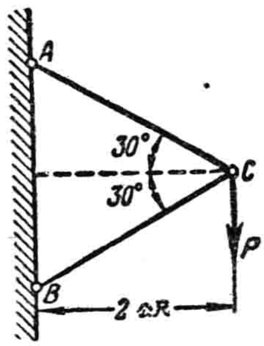


題7圖

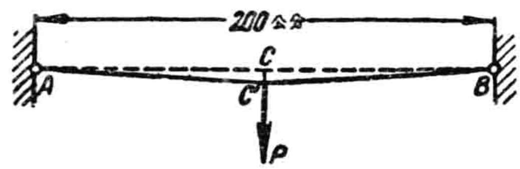
8. 二等断面桿AC，BC，断面$F = 3_{cm^3}$，已知許可拉应力$[\sigma]_+ = 1600\ {}^{kg}/_{cm^2}$，許可压应力$[\sigma]_- = 800\ {}^{kg}/_{cm^2}$，試求許可荷重P值。

答： $[P] = 2.4\,T$

9. 在兩定点AB間系着一直徑为 2^{mm} 的水平鋼絲，在中点C处，P作用后C下垂至C′，已知 $CC'=4.5^{cm}$ 鋼絲 $E=2\times10^{6}\ {}^{kg}/_{cm^2}$。（鋼絲本身重量可略去不計）；1）求P应多大？2）求鋼絲的应力是多少？



題8圖

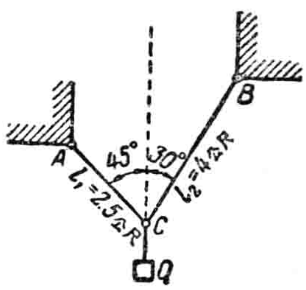


題9圖

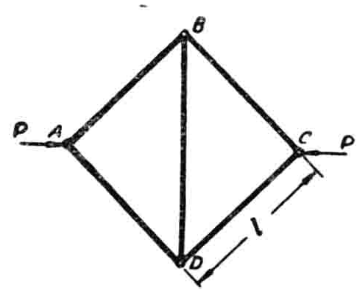
10. AC桿 $[\sigma]=1600\ {}^{kg}/_{cm^2}$，BC桿 $[\sigma]=1000\ {}^{kg}/_{cm^2}$，求許可P值。設 $F=2cm^2$

11. 已知鉸接正方形框架之边長为 l，所有桿之E，F均相同，設 $[\sigma_{拉}]=[\sigma_{压}]$，当許可应力已知时，試計算該框架沿对角線方向之許可P力。

在P力作用下A，B兩点接近若干？



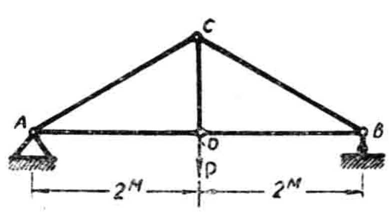
題 10 圖



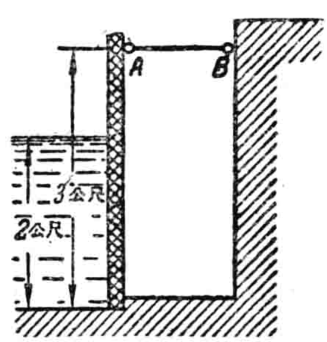
題 11 圖

12. 1噸載荷加于D点（見圖），設材料用东北紅松，$[\sigma_P]=75^{kg}/_{cm^2}$，$[\sigma_{cM}]=95^{kg}/_{cm^2}$ 試設計CB及AB桿的截面（正方形）。

13. 防水閘門AC（見圖）用橫木AB頂住，橫木每离3米有一根，其截面为圓形，如木料的許用应力 $[\sigma]=30\ {}^{kg}/_{cm^2}$，試选擇橫木的直徑。

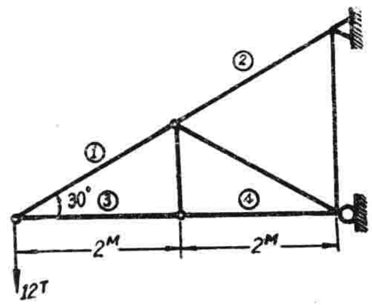


題 12 圖



題 13 圖

14. 如圖所示之桁架，若已知鋼桿之〔σ〕$_{+}$=1600 $^{kg}/_{cm^2}$，〔σ〕= 800$^{kg}/_{cm^2}$，試选①，②，③，④各桿为角鋼断面。

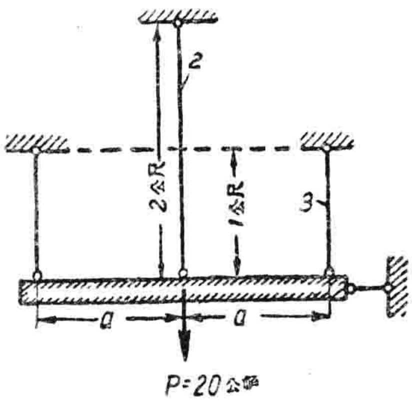


題 14 圖

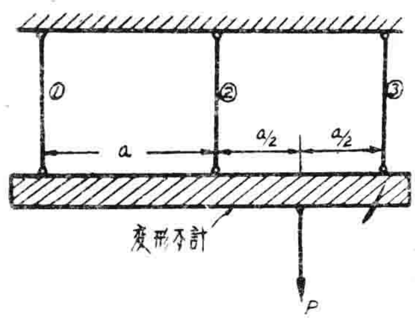
§3. 拉压靜不定問題

1. 已知鋼桿①②③断面相等，P =20^T 試求各桿之內力。

2. 已知桿①②③之 lEF 均相同，P =12000^{kg}，試求各桿之內力。



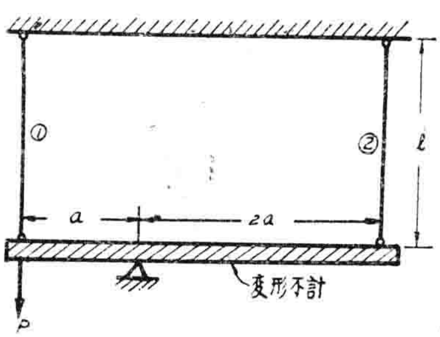
題 1 圖



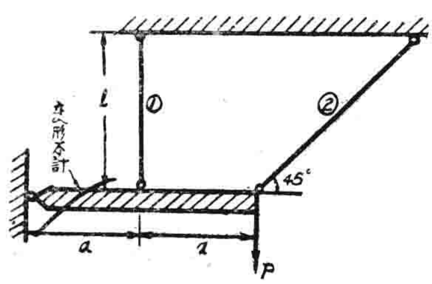
題 2 圖

3. ①②桿E F相同，試求桿內力。

4. 已知①②桿E，F相同，試求各桿內力。



題 3 圖



題 4 圖

5. 鋼絲及銅絲系住重球Q，但鋼絲稍長一微小長度△，問系住球后鋼絲及銅絲內的內力各若干？

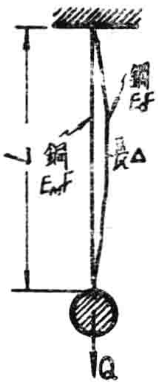
6. a，b，c 三根鋼絲，截面面積各为 25 m m² 共同支持載荷1100公斤，其原來長度 a =30 m

，b =29.885 m，c =29.87 m，求三根鋼絲的伸長和应力。

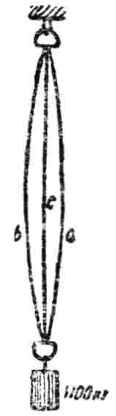
答： $\triangle l_a=0$，$\triangle l_b=2.55$ cm，$\triangle l_c=4.05$ cm

$\sigma_a=0$　$\sigma_b=1700^{kg}/_{cm^2}$　$\sigma_c=2700^{kg}/_{cm^2}$

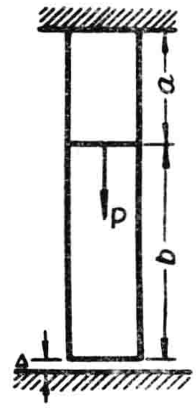
7. 設桿端与地面之空隙为△，力 P 作用后桿端与地面接觸，試求反力之大小。桿 E，F 已知。



題 5 圖



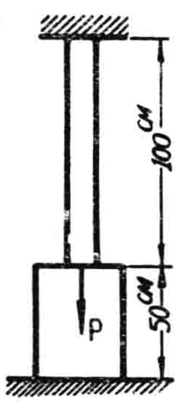
題 6 圖



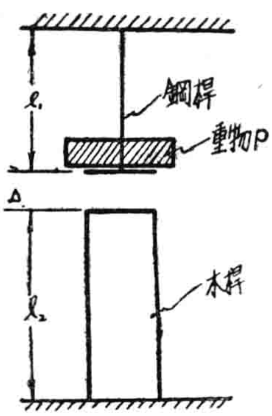
題 7 圖

8. 一兩端固定的鋼桿（見圖），在上面部分的横截面面積为10c m²，下面部分的为40c m²，試求桿內各部分的应力。　E $=2\times10^6$ $^{kg}/_{cm^2}$。

9. 鋼桿与木桿在未系重物P前相差△。掛上重物后，鋼桿伸長，木桿压短。試問此时二桿各受力若干？（只列出方程式即可）。$\left.\begin{matrix}\text{鋼}E_c,\ F_c\\ \text{木}E_д,\ F_д\end{matrix}\right\}$ 皆已知



題 8 圖



題 9 圖

10. 一剛梁，其变形可略去不計，放于三根横截面面積等于400c m²的支柱上（見圖），梁与当中支柱之間原有空隙 △=1.5 mm，而在加了載荷之后这空隙便消失掉，柱的材料为水泥，其彈性系数E =140000 $^{kg}/_{cm^2}$，試求各柱內之应力。

11. 一木塊及一鑄鉄塊尺寸均为 10×20×50cm，用螺柱联接如圖所示，如在頂上加了載荷P后木塊与鑄鉄之縮短相等，而且鑄鉄中的应力为 1000 $^{kg}/_{cm^2}$，試求总荷重P的数值及P的作用線离中心線应有的距离。