ä½ å¥½ï¼Œæˆ‘æˆ‘æœ±ç›‚â˜šã€‚æ¯ç£¿Žä½ ç»§ç»è·Ÿæˆ‘å¦ä¹ ç°¿æ€§ä»£æ•°ï¼Œä»Šå¤©æˆ˜è|è®²çš,å†…å®¹æ¯â€œå¦,ä¹•ä»Žè®¡ç®—æœ°çš,è§'åº¦æ¥†è§£ç°¿æ€§ä»£æ•°â€ã€‚

åŸºç¡£â"Œâ"ç¯‡æ•'ä½²èµfä°†ä¸€å¤˜åŽ¹ï¼Œæœ£ç»'æ¯'ä»¯è¿¨æ¯¨è¦å¿žä¹²â˜ã¸å"è éç˜â€˜ã€"ä»Žè®¡ç®—æœ°çš,è§'åº¦æ¥ç†è§£ç°¿æ€§ä»£æ•°ã€,æ¯è€…æ'ç¡®å˜‡åœºè¯ï¼Œå¦,ä¹•è®©è®¡ç®—æœ°æœ˜ä¿è¯è®¡ç®—ç²³ï¼å"ï¼Œå†…å¯ã¯æŽ§çš,æf…å†µä¸ï¼Œå¿«é€Ÿå…¸ç†çŸ©é˜µè¿ç®—ã€,åœ˜æ•°æ®çš˜å¦ä¸ï¼Œå¤§éfˆã˜†å†…å®¹éfˆå'Œç'Ÿ©é˜µè¿ç®—æœ%ä…³ï¼Œåˆ¨ä¸°ä°ä¹žæ‰éœ‹æ%œçš,æ•°æ®ç±»åžéf½èf½è¢«è¡"è¾½æ'çŸ©é˜µï¼Œæ¯˜ã¦,ï¹áš¿»'æž,åŒ—æ•°æ®ã€æ—¶åº‰æ°æ®ã€æˆExcelé‡Œè¡"è¾½çš,æ•°æ®ã€SQLæ•°æ®åº"ã€å¾âfâ€ä¿¡â·â€œè¯è¿%œç%œã€,

ç°¿æ€§ä»£æ•°ä¸€æ—¦å˜Œè®¡ç®—æœ°ç»"å¯èµ·æ¥ï¼Œéœ€è¦è€fè†™'çš,ä°æf…å°±å¤˜ã€°†ã€,ä½ è¿˜è®°â½—â½€ç¯‡è¯ä¸æ˜è®°â°çš,å»ä ªå±,æ—¡çš,æœ€åŽã¸€å±,â€˜ã€"ã€œè f½â¤¯Ýè å…¥â¤§è§£,æ¯¡çŸ©é˜µè®¡ç®—çš,ä¸—ç•Œå£ä—ï¼Ÿ'ä½²'æ˜'ä»—éçå ˜å¤§è§,æ¯¡çŸ©é˜µçš,æ—¶â€™ï¼Œè®¡ç®—æœ°çš,ç¨ä»¶æŒ‡æ ‡å°±éœ€è¦è€fè†™âœ˜å†…ä°˜ï¼Œç™ä¡¯Ÿæ¯ç¡—æ€§çš,é†™ä°¶æ¡â»¶ã€,åœ˜ç¢°â°å¤˜§è§,æ¯¡çŸ©é˜µçš,æ—¶â€™ï¼Œè¿™ä°é†™ä°¶æ¡â»¶ã¸'ä'šè¢«æ'³â¤§ï¼Œæ£%â€â»¥ç²³ï¼å"ã€å†…å˜â€éŸã°¡å'Œæ‰©å±•è¿™ä»›ç,'æ˜éœ€è¦ä½šæ€€fçš,ã€‚

1. ç²³ï¼å"ï¼šè®¡ç®—æœ°çš,æ•°å—è®¡ç®—æ¯˜æœ%œæœ%œé†™ç²³ï¼å"çš,ï¼Œè¿™ä¸æ f³å¿…ä½ èf½ç†è§£ï¼Œâ½'é‡â°è¡â»£è®¡ç®—çš,æf…å†µä¸ï¼Œâ»è˜â'³ã…¥ä¼šæ'³â¤§â³â°çš,è˜â·®ï¼¹
2. å†…å¯ï¼šä€â°ç%œ'æ®Šç»''æž,çš,çŸ©é˜µï¼Œæ¯˜ã¦,åŒ…å<â³â¤š0å…fç'çš,çŸ©é˜µï¼Œå˜å¥€fè†™ä¹ã€—å†…å¯ã˜ã,'æ—ä¹ä¹¹
3. é€Ÿåº‡ï¼šä¸åŒçš,ç®—æ³•ã€ä'¶ç|Œæ%§è¡Œâ€â¥åŠå†…å¯æ•°æ®çÂ»åŠ˜çš,é€—æ—¶ï¼Œè¿™ä°éf½å'Œé€Ÿåº'æœ%á…³ï¼¹
4. æ%©å±•ï¼šã½'ä•æœ°å†…å¯ã˜â¯Ÿæ—¶ï¼Œä½ åœˆè€fè†™'æˆ³å'æ%©å±•çš,åŒæ—¶ï¼Œè¿˜è¦è€fè†™å¦,ä½•â˜†ç%‡ï¼Œä¹Ÿâ°±æ¯˜ã¦,ä½•â†å fçŸ©é˜µè¿ç®—çš,ç®—åŠ›ã€‚

æŽ¥ä¸æ¥ï¼Œæˆ˜åº'ä¸»Žè¿™å‡ ç,'æ‑â…¥è®²è§£ä¸€ã¸ã€‚

ç²³ï¼å°¡

é¦–å…ˆæ¯˜ç²³ï¼å°'ï¼Œæˆ˜ä»¯å…ˆä»Žè®¡ç®—æœ°å¦,ä¹•â˜ã,˜æ•°å—çš,è§'åº¦å…¥æ%œï¼Œæ¥åšä¸ã€ä¸»ç»'fä'ã€,ä½ å¯ä»¥æ%§è¡Œä¸ã¸è¿™ä°Pythonä»£ç ï¼Œæ f³æf³ä½šâ'ç˜Ÿä»€â¹˜æf…å†µâ'¢ï¼Ÿ

```
def f(x):
    if x <= 1/2:
        return 2 * x
    if x > 1/2:
        return 2*x - 1

x = 1/10

for i in range(80):
    print(x)
    x = f(x)
```

è¿™ä°'ç»'æžœâ˜'èf½ä¼šå'Œ½ æf³è±¡çš,æœ%â¾'â¤š§çš,ä¸åŒã€‚

å…¶å®žæ•°å¦'ä'Œè®¡ç®—æœ°ä¹é—â˜âœ˜â¾'â¤š§çš,ä¸åŒ'ï¼Œæ•°å¦æ˜'è¿žç»›çš,ã€æ—ç©·çš,ï¼ŒèŒŒè®¡ç®—æœ°æ˜˜ç¦»æ•£çš,ã€æœ%é†™çš,ã€,å°±å fè¿™ä°ç»'fä'ï¼Œè®¡ç®—æœ°ã˜ã,'çš,æ•°å—ç²³ï¼å"æ¯˜æœ%é†™çš,ï¼Œè€fè®Œâ³'â°çš,è¯â·®ë€šâ¹'â°çš,è˜â·®é€šï¿‡â¾'â¤šæ˜¡çš,è¿å›£ä¹åç¯âŠ'ï¼Œæ•°å—æ—ä¹æ˜'è¾f⤚çš,é†™ã€,ä¸ä°æf¯ç—»çš,ä¾åå°±æ˜'1996â¹'æ—§æ'²è™â¤Œâ±€çš,Ariane 5å·ç«çŒ§çš,å'å°,â¤±è¥ï¼Œæœ€åŽã'çŽ°é—®éf´ã˜å°æœ˜â°è˜â·®ä,Ši¼Œä¹'Ÿâ°±æ˜˜æ°¢â‡°é†™è¯˜ã€‚

é,£æ˜'ä»—è˜¥æ€Žä''æ¥ç†è§£æ•°å¦æ˜'è¿žç»çš,ï¼Œèè®Œè®¡ç®—æœ°æ˜˜ç¦»æ•£çš,å'çf¼Ÿä³¼ã°ç®â•çš,ä³«ä¹ï¼Œæ˜'ä»—æ¥çœ¤,æ•°å¦ä¸çš,åŒ°é—'è¡'è¾¼[1,2]ï¼Œè¿™ä°ã,ªâ¹¡¢â¹â°±æ˜'è¿ç»›çš,ï¼›ä¹²†å¦,æžœåœ˜è®¡ç®—æœ°ä¸ä»¥ä¼Œç²³ï¼å"æ¥è¡'è¾¼Œ€æ ·çš,ä¸œè¥¡ï¼Œâ˜™ä¼šæ˜'è¿™æ ·çš,ç¦»æ•£â¹¢â¹ä¹š

$$
1,1+2^{-52}, 1+2 \times 2^{-52}, 1+3 \times 2^{-52}, \ldots, 2
$$

äŽå¯ï¼Œæˆ'ä»—â°±å¹•å‡ª'â°†ä¸€ä¸è®¡ç®—æœ°é¢†âŸŸç²³ï¼å"¡è®¡ç®—çš,æ¦,å¿µâ€"ã€˜æœ°æ¢°æœ€å°â€¹ï¼'EPSILONï¼%œï¼Œâ¯¹'â°ŽåŒç²³ï¼å"æ¥è˜¯ï¼ŒIEEEæ ‡å††æŒ‡å®šæœ°æ¢°æœ€å°â€¼æ˜ï¼šÎ̧=2^{-53}$ã€‚

å†…å˜

å˜šæ%œæ˜'ä»—çœ¡çš,æ˜æ•°å—ç²³ï¼å"ï¼ŒçŽ°âœ˜æ˜'ä»—æŽ¥çœ¥çœ«çœ«çŸ©é˜µçš,â˜ã,'æ—¹å¹å€,æ˜'ä»—éf½çŸ¥é'ï¼Œå†…å˜æ˜æœ%é†™çš,ï¼Œæ%œâ»¥ï¼Œâ½'â½'ä½ éf㸧çŸ©é˜µæ—¶ï¼Œå˜fä¸‡ä¸è|æf³çéæŠŠçŸ©é˜µæ%œæœ%œçš,å…fç´ éf½â˜ã,'èµ·æ¥ã€,è§£å†³è¿™ä¸°â—®éf'çš,ä¸€ä¸æœ€â¥½æ—¹å¹å°±æ˜â°ã˜ã,'éžé¹á…fç´ ï¼Œè¿™ç§æ—¹å¹å°±å«âšç˜€ç–â¯ã¸'ã€‚ç˜€ç–â¯ã,'ã'Œç'€ç–çŸ©é˜µæ—â˜ŒÇç¼ŽåŒ'é…čš,ï¼Œâ»'ã°ç'€ç–çŸ©é˜µâ¤§éf´ã˜†çš,å…fç´ éf½æ—é•¶ã€‚

æ˜'ä»—æ¥çœ¤ä¸€ä¸æœ°â™ã¦ä¹ä¸æ˜'è¾ fç®â•çš,ç'€ç–çŸ©é˜µçš,ä¾«å¯ï¼šWord Embeddingä¸çš,One-Hotç¼–ç ã€,One-Hotç¼–ç å°±æ˜ç»™å¥åä¸çš,æ˜ä¸ªå—â˜†å'«ç˜'ä¸€ä¸ª0æ˜—1ç¼–ç ï¼Œä¸çä¸ª'å¥åä´æœ%œ⯚šâ°ä¸ªå—ï¼Œâ°±èfˆ½â°½'â°¡ä€,è¿™æ¯·æžçŸ©é˜µçš,ä¾«å¯ï¼ŒèŒŒä¸'æ˜—ç'€ç–çŸ©é˜µâ€,æ˜'ä¦,ï¹šâ€œéf½â¹ç°¿æ€§ä»£æ•°â€è¿™å…ä¸'çœ'ï¼Œè®¡ç®—â'®ä¹ï¹ä¹'Ý£â¯ä»¥ä¸€â fä Šâ€èŠ,è¯¾çš,è¿â»£æ•³â¹"ç»†èŠ,ã€,

$$
\left[\begin{array} {lllllll}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right]
$$

æ%€â»¥ï¼Œä¸çˆ—ç'€ç–çŸ©é˜µçš,â¤§è‡'å½¢æ€â¦,ä¸‹â¾'æ%€ç¤°ã€‚

$$
\left[\begin{array} {llllllll}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 2 & 0 & 0 & \frac{1} {2} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\
0 & 0 & \frac{1} {2} & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{array}\right]
$$

ä¹Ÿæœ%œ%œ'æ®Šç±»åžçš,ç»''æž,åŒ—çŸ©é˜µï¼Œæ¯˜ã¦,ï¹šâ¯è§'ç°¿çŸ©é˜µâ€ä¸‰å—¹è§'çŸ©é˜µâ€æ¡ˆæ£®å ¡çŸ©é˜µç%œç%œï¼Œå˜â®fä»¯éf½æœ%œè¡ªå¸±çš,ç%œ'æ®Šç˜€ç–è¡'è¾¾ï¼Œ'ä¡'Ÿéf½é€šå ¸è¢«ç˜'æ€§ä»£æ•°'å¥åˆ°â'‚âˆ…â˜â¯ã,˜â'Œè®¡ç®—é‡ã€,ä˜â»¥ï¼Œ'ä˜ŒÂæ•°â€¼ç°¿æ€§ä»£æ•°âœ˜è¿ç®—æ—¹éfæ˜â¦šâœ'èŠç,¦âœ'ç'€ç–æ€§ä»Šã€‚

é€Ÿå°¡

æŽ¥ä¸,æ¥æ˜'ä»—â†æ¥çœ«é€Ÿâ°¡ã€,é€Ÿâ°¡æ¶%œåŠâ°â³'â¤šæ—'éçï¼Œæ¯˜ã¦,è®¡ç®—â¤æ,âº¡ã€å•æŒ‡ä»›â¤šæ•°æ®çŸ¢éƒè¿ç®—ã€â˜ã,¨ç±»åžå'Œç½'²ç»œç%œã€‚

è®¡ç®—å¤æ,å°¡

ç®—æ³•é€šå¸¸ç''±è®¡ç®—â¤æ,âº¡è¡'è¾¼ï¼ŒèŒ,é¢—®éf´ã ç¨ä,åŒç®—æ³•è§£å†³ï¼Œè®Œâ ,ä¸ªç®—æ³•çš,è¨é‡ä¼šåŠå†å½±å¯ä˜°ç®—æ³•ä'fè‡³ç'å°çš,æ•°çŽ‡ã€,ç®—æ³•åˆ†æžçš,ç»®çš,åœˆä°Žé€%œæ©â€é€,çš,ç®—æ³•è°è…å¼â€â€C—ç®—æ³•ã€,

é,£æˆ'æ˜'ä»—è˜¥å¦,ä½¿é ,ä»·ä¸€ä¸ç®—æ³•â'çf¼Ÿä¸)è¡å°±æ˜'â»Žæ—¶é—'âº±æ,åº¡â'Œç©°é—'âº±æ,åº¡æ¥»)¼â'è€fè™™'çš,ã€,ä»ŽçŸ©é˜µè®¡ç®—çš,è§'åº¦çœ'ï¼Œè®¡ç®—â¤æ,åº¡å,è€fè†™'æ—â¾'æœ%œå¿…è¡çš,ã€,ç®â•çš,è®¡ç®—ï¼Œ'æ•'ä»—å™â¤š»'æ—ç'æŽ¥æ•'æ®è®¡ç®—ï¼ŒèŒŒæœ%œçš,æ˜'è¾'fâ'ºä¾¹çš,è¡'è¾¼â°±èfˆ½â°'â°ã,'à˜sšæ'™â¤š§çš,ã€,ä¹šç¯ã°çš,âˆ§âœ'ç'€ç–çŸ©é˜µ'ï¼Œè®¡ç®—â¤æ,âºéfˆ½â˜'ä¸åŒçš,â€æ˜'âœ—ç¨—4ç¯‡â€œè§£ç°¿æ€§æ—'ç¨ç»,âˆ'ä¸æå˜â°ã†è¡â»£æ•³ï¼Œâ½'â˜â»¥å½éf½ä¸ä¸,ã€,ï¼ŒâŒæ—¶ï¹ä¹'Ý⯂ä»¥ä¸€â fä Šâ€èŠ,è¯¾çš,è¿â»£æ•³âµ"ç»†èŠ,ã€,

å•æŒ‡ä»›â¤šæ•°æ®çŸ¢éƒè¿ç®—

çŽ°â»£CPUâ'ŒGPUéf½æ˜'æŒâœ˜ãŒ,ã,'æ—¶å•æŒâˆæ•°æ®â'å¾%œ§è¡Œã,Œæ¢æ´¶ã€,

ä¸¾ä¸ªä¼å›æ¥è¯'ï¼Œâ'ä¸ç¯ã'å°'ç§çš,4ä ªæµ®ç,'æ•°çš,æŒ‡æ•°å¹,è¿ç®—â¯ä»¥ï¼ŒŒâ»¥ã€%œ%§è¡Œï¼ŒŽè€Œæžâ'šâ°å¾%œ§è¡Œ0åŒâ'ç®—æ•'çŽ‡ï¼Œè¿™ç™çç»†å•æŒ‡ä»›â¤šæ•°æ®çŸ¢éƒè¿ç®—â,ç¡†â°±å«âšSIMDï¼'Single Instruction Multiple Dataï¼%œã€,è¿™âœ'ç'Ÿ©é˜µè¿ç®—ä,éžä,é‡è¡ï¼Œ'ä»'ä»¯â¤šä,ç®â°ã°å…,çš,â®žŽ'ï¼Œ'â½'å',çš,å®žŽçŸï¼Œ'â½'å'½'â°'å¿²ä½Œ¾'è¦ãƒ›çˆ€â˜ä¸é¦'ç 'ã€,æ¯˜'è¾'fâ'ºçš,å°±æ˜ pythoncš,"NumPyï¼Œ'â¥åŠBLASï¼'Basic Linear Algebra Subprogramsï¼%œâ'ŒLAPACKã€‚

LAPACKæ¯ç"Fortranå†™çš,ï¼Œè¿™é‡Œä¹Ÿç™å¿µä¸Œä¸Fortranâˆå§ä°ç|ç¿°Â·å·'å™æ—(John W. Backus)ï¼Œä¸ä¹…å‰åœ¨ç¾Žå½ä¿'å·'å†â·žçš'å®¶ä¸Œä¸å®¶ä ä¸Œäºå¹'82å²ã€,

å˜å¨ç±»åžå'Œç½'ç»œ

è®¡ç®—æœ°å˜å¨åžæ‰å½æŠ‰ï¼Œæ—'ä¦ï¼ç¼'å¯ã€â€¦å˜ã€æœ°æ¢°ç¾ã€SSDï¼Œè¿™ä¸åŒå˜'ä¸ä°ä»çš'å˜å¨å'¶è¿Ÿéƒ½æ—ä¸ä‚çš'ï¼å'Œç½½ç»œæ–'é¢ï¼Œä‚EIDCã€åœ°åŒ°ã€åœ°åŸŸçš'ä¼è¾'ç€Ÿ‡ä'Ÿæ—ä‚Œçš'ã€,

Latency Numbers Every Programmer Should Know

2020

■	1ns
■	L1 cache reference: 1ns
■■■■	Branch mispredict: 3ns
■■■■	L2 cache reference: 4ns
■■■■■■■■■	Mutex lock/unlock: 17ns
(grid)	100ns = ■

■	Main memory reference: 100ns
■■■■■■■■■	1,000ns ≈ 1µs
■■■■■■■■	Compress 1KB wth Zippy: 2,000ns ≈ 2µs
(grid)	10,000ns ≈ 10µs = ■

	Send 2,000 bytes over commodity network: 44ns
■■	SSD random read: 16,000ns ≈ 16µs
ı	Read 1,000,000 bytes sequentially from memory: 3,000ns ≈ 3µs
(green grid)	Round trip in same datacenter: 500,000ns ≈ 500µs
(green grid)	1,000,000ns = 1ms = ■

ä¸Šå¾¾ä¸çš,è¿™ä°æ•°æ®æ¯æ‰%€æœ%œç˜å°å ˆå¿¡éˆ›è|ç Ÿ¥é'çš,ï¼Œå äºæ •ç«Ÿå¿±»è®¡ç®—æœ°èµ¿æ°æ¯æœ‰é¢™çš,ï¼Œå åˆšè§£å£†ªæ—æ¡ˆæ—¶ï¼Œå¿¡é¢¥ç»¹/å˜è€fè™™â â¸å¨ç½‚ç½çˆ¼æ€æ§'ï¼Œæœœç›ˆ¾å˜°æœ€å¤§§å‡'æŠ•â€¦Â¥æ¯ã€è¿™ä°æ•°æ®¥è£ªGitHubï¼Œä»¥è°ƒæ•'å''é™™å€¼æè§,ä¯Ÿæ¯å''çš,åŠ¯æ€ãˆæ¢ã€,

æ‰©å±•

æœ€åŽæˆ'å†æ¥è®²²ä¸ä‹,æ‰%©å±•ï¼Œæ‰%©å±•â€ å†ä°å•æœ°å˜šæ ã€ä¤ˆšåˆ¡ç†å™'çš,åžå¿'æ—¹å'æ‰%©å±•ï¼Œ¥åŠšâˆˆèŠ',ç¹¹èˆ¡Œæ—¹å'æ‰%©å±•ã€,

å½½'æˆ'ˆä»æ‰fˆè|å'Ÿ'â¤šâ¡,ç†å™'è f½äŠ'æ¥¥â¤â¡ç†å™çŠ©é ¡è¿ç®—çš,æ—¶¶â€¶ï¼Œä»¾å»Ÿçš,æ—æ³'å°±æ—æŠŠå ¡¿çŸ©é'µâ†è£f£å°°ç Ÿ©é'µâ€” ã€,æ—'ä¦ï¼/å ¸âˆ€æ•¥å'Ÿæœ¥4ä¸á¸ç†å™'çš,æœœåŠ¡ä™ï¼ŒçŽ°åœæœæ°è¿™æ •ç¹,ä¸ä°å'6Ä—6çŸ©é'µAå''ŒBè|ä¸'è¿ç®—ã€,

<center>
A11   A12
</center>

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} & a_{46} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} & a_{56} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64} & a_{65} & a_{66} \end{bmatrix}$$

<center>
A21   A22
</center>

B11 B12

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} & b_{26} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} & b_{36} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} & b_{46} \\ b_{51} & b_{52} & b_{53} & b_{54} & b_{55} & b_{56} \\ b_{61} & b_{62} & b_{63} & b_{64} & b_{65} & b_{66} \end{bmatrix}$$

B21 B22

æˆˆä›¯å¯ä»¥æŠŠè¿™ä¤œ¸ªçŸ©é˜µå¯†å¯‹å¯†æˆå»å—ï¼Œæˆ¯å—éƒ½æˆ¯3Ã—3çŸ©é˜µï¼Œä¾¼å¦¦ï¼š$A11ã€A12ã€A21$å'Œ$A22ã€B11ã€B12ã€B21$å'Œ$B22$ï¼ŒAå'ŒBçš,ä¹˜è¿ç®—å°±æˆ¯æŠŠå‚è‡ªå¯†å¥½½çš,å—å¯†é…å°ªå,å¤,ç†å™ªä¸Šåšå¶è¡Œå¤,ç†ï¼Œå¤,ç†åŽçš,ç»"æžœå†åšå³å¶ã€,

æˆ¯ä¦ï¼šå¤,ç†å™ªP1å¤,ç†$A11$å'Œ$B11$ï¼Œå¤,ç†å™ªP2å¤,ç†$A12$å'Œ$B12$ï¼Œå¤,ç†å™ªP3å¤,ç†$A21$å'Œ$B21$ï¼Œå¤,ç†å™ªP4å¤,ç†$A22$å'Œ$B22$ã€,äºŽæˆ¯ï¼Œ$C4$ä¸ªå¤,ç†å™ªâ€†å¯‹å¤,ç†Aå'ŒBçš,ä¹—æ¥Ž·å¬ç»"æžœï¼š$C11ã€C12ã€C21$å'Œ$C22$ã€,æ¿;$C11$æ¥¥œ¢ï¼Œ$C11=A11Ã—B11+A12Ã—B21$ï¼Œè¨ä™½ç,¶$B21$ä¸åœ"P2ä¸ï¼Œä¸½†ä¸ä¸¥»ŽP3ä¼é€'è¿¡‡æ¥ä†è®¡ç®—ã€,

å½½'è®¡ç®—æœ°åž,ç,´æ‰© å±•å¯°æžé™™åŽ¼ï¼Œå°±éœ€è¦¦è€ƒfè™™'æ‰©å±•å¯° å¸¸ç,¹è®¡ç®— â°†ï¼Œå¼…

¶å®žåŽ¼Ÿç†ä¹Ÿæˆ¯ä¸€æ ·çš,ï¼Œä¸ä¸æ ·çš,æˆ¯éœ€è¦¦è»Žå»'ç'''å±,é¢æ¥è®¾¾è®¡ç®—è¢°é›ª¡è™™'fä¼ªä¸¿Œçš,è®¡ç®—â€”æˆ°è¿Š,ç,¹æ¥åšè®¡ç®—ã€,

æœ¬èŠ,å°ç»"

ç°¿æ€§ä»£æ•°ç,''âœ°è®¡ç®—â€”æœ°ç§'å¦ä¸å°±æ¯ æ•°å€½½ç¿æ€§ä»£æ•°ï¼Œ$å®$fæ¯ä,€é€—ç‰¦æ®Šçš,å¦ç§'ï¼Œæ¯ç‰¦â‹ä¸°è®¡ç®—âœ°æœ°ä‰Šè¿;è¦Œç°¿æ€§ä»£æ•°è®¡ç®—âœ°æœ°åŠçš,ï¼Œå¸ä¸è¦ä¸°â¯å¯fæ¯ç 'ç©¦çŸ©é˜µè¿ç®—â€”ç¬â€”æ³°çš,â¦ç§'â€,è¿™é‡Œï¼ä¸½éœ€€è¦¦èæŽÆæ¡â¾ç‡'è¡çš,ä¸€ä¸ªç,'å°±æ¯ï¼šæ•°ã¼å'ä¸åŒï¼Œ'Œæ•°å°¦æ¯ è¿;™çšçš,ã€æ—ç©çš,ï¼Œå°âŒ'ä½Œæ•°âœ°æ¡'â€,è¿™é‡Œç§'â€”æ³°çš,â¦ç§'è€Œ‰™çš,â€,

æ%€ä¸¥ï¼Œ$Ž'è®¡ç®—âœ°è§'â'æ¥æ‰‰§è¡ç†ŒçŸ©é›µç®—â"ï¼Œé'œé€œè|è€fè™™'â³'âˆšæ—'ç'í¼šç²³'å°'¦ã€â†...ã¯â€é€Ÿâ°'å'Œæ‰‰å±•ï¼Œè¿™Œæ ·ï¼'½ åœ'âšè§£â†³æ—'æ¡'æ—¶ï¼Œ$å'â—€Å…âœ¨ä†™ç''â°æ—¶ï¼Œæ‰‰èf½åœ'è®¡ç®—âœ°èµ,æ°æœœ%óé™™çš,æf...å†µä,âšâˆ'æ—'æ¡'æ—¯'â°çš,æœœ€ä¼âŒ'ï¼Œä¹Ÿå ä»¥é¡å...ç±»ä¼¼½1996å¹'æ—§æ¯²è™â¤©å±€çš,Ariane 5å·ç«œ°å'å°,â¤±è¯¥çš,è¿™ç±»é'™™è¯ã€,

ç°¿æ€§ä»£æ•°ç»ƒä¹ åœ°

æˆˆæƒ³è®©æœ€åŽå¤Žä¸€ç¶—‡çš,ç»ƒä¹ æˆ'ä¸ªä¸ªä¸ªçŸ¥è¯†ç,¹çš,è¡¥å……ã€,

é'ˆâˆ'ç'Ÿ©é›µ´¢æ€§è£ƒf½å¹¶è¡Œç®—âœ°â"ï¼Œæ'‰å°é¢¢âœ"â€œæ‰‰ä¸å±•â€ä,€æ¯'â¤—è®²çš,æ—¯'â€è¨'â¼ c»Ÿæ—'æ³•ï¼Œä'Ÿå°'±æ¯ æŠŠÅ¤ä§çŸ©é˜µå¯†è§££æ¯å°çŸ©é˜µâ€”ï¼Œè€œ¦â"ä½,ä',ä½'•ç'"Cannonç®—æ³•è§£å†³è¿™™ä¸é—®é¢"ï¼Ÿ

Cannonç®—æ³•æ¯ä¸€ç§å²å,¨æ•¨çŽ‡å½'é«¯çš,ç®—æ³•ï¼Œ$ä¸Ÿæ¯ä¸ä¹½ c»Ÿç®—æ³•çš,æ"ˆè¿;ï¼Œçˆ¤®æ‡å±æ¯â‡å°ƒ°å¯†â—çŸ©é˜µä'æ³•çš,ã¨å,¨é‡ã€,è€Œä¸,'ä½'ä¹Ÿä¸ä»¥ä»¥æŠŠå®fçœœæˆæ¯MPIç¼-ç'"çš,ä,€ä¸ªä¼âã€,

æ—¢è¿Žåœ¨ç•™è"€âŒˆå††âˆ'â†ä¹ çš,ç''ç©Î|æˆ'æžœï¼Œâˆ§å®¶ä¸è¡µ·æŽ¢è®ã€,åŒæ—¶ï¼Œä'Ÿæ—¢è¿Žä¹ æŠŠè¿™ç¬‡æ—‡ç«å'†âƒ'«ç»™Œä¹½çš,æœœå¤ï¼Œä¸€ç¡µ·è®ˆè®²è®ã¦ä¹ ã€,