

題目 H

古可魚語

執行時間限制: 30 秒

可魚國的考古學家們日前發現一處古代遺跡，裡面有以古可魚語書寫的眾多文物，經過語言學家老蚯的努力後，終於破譯出古可魚語的規則。但是文物實在太多了，不知何時才能將所有文物翻完，因此聰明的你想要寫個程式來幫幫他們！

古可魚語中每句話均由一對括號包起來，一句話包含若干個詞，詞跟詞之間會以至少一個空白或換行隔開。空白和換行可能會交錯出現，不過都同樣視為隔開以及排版用，沒有任何意義。

一句話形如 $(w_1 \ w_2 \ \cdots \ w_n)$ ，其中 w_1 決定了這句話的句型。每個詞可以是一句話、一個數字或一個識別字。例如 **display** 是一個識別字，514 是一個數字，**(display 514)** 則是一句話。

保證數字只由 0123456789 組成，範圍在 0 到 2^{30} 之間，且不會有前導 0；識別字的開頭必然不在 0123456789 之內，且只會由 ASCII 碼 33 至 39、42 至 126 組成（ASCII 40 跟 41 是括號）。

而一個數字翻譯之後……毫無反應，還是同一個數字；一個識別字翻譯後之結果視當下的情境而定（見如下 **define** 句型），而一句話翻譯之結果則視句型而定。

古可魚語中有下列幾種句型：

1. **(display w)**

印出 w 翻譯之後的結果，保證 w 經過翻譯後是個數字，整句話翻譯後為 0。例如

```
(display 514)
(display (display 514))
```

將會印出

```
514
514
0
```

2. **(begin** w_1 w_2 \cdots w_n)

依序翻譯 w_1 到 w_n ，整句話翻譯後為 w_n 翻譯後的結果。例如

```
(display (begin
  (display 1)
  (display 2)
  3))
```

將會印出

```
1
2
3
```

3. **(if** w_1 w_2 w_3)

如果 w_1 翻譯後的結果不為 0，則整句話翻譯後為 w_2 翻譯後的結果，且 w_3 不予翻譯；如果 w_1 翻譯後為 0，則整句話翻譯後為 w_3 翻譯後的結果，且 w_2 不予翻譯。保證 w_1 翻譯後的結果為數字。例如

```
(if (display 514)
  (display 514514)
  (display 514514514))
```

將會印出

```
514
514514514
```

4. **(define w_1 w_2)**

先將 w_2 翻譯為 v_2 ，之後在當前情境中將 w_1 定義為 v_2 ，保證 w_1 是個識別字且不在 **display**、**begin**、**define**、**lambda**、**+**、**-**、**<** 中，重複 **define** 將會覆蓋之前的定義。整句話翻譯後亦為 w_2 翻譯後的結果。

例如

```
(if (display (define x 514))
    (display 514514)
    (display x))
(display x)
(define x 50216)
(display x)
```

將會印出

```
514
514
514
50216
```

5. **(+ w_1 w_2)**

依序翻譯 w_1 、 w_2 為 v_1 、 v_2 ，則整句話翻譯後為 $v_1 + v_2$ ，保證 v_1 、 v_2 為數字。

(- w_1 w_2)

依序翻譯 w_1 、 w_2 為 v_1 、 v_2 ，則整句話翻譯後為 $v_1 - v_2$ ，保證 v_1 、 v_2 為數字。

(< w_1 w_2)

依序翻譯 w_1 、 w_2 為 v_1 、 v_2 ，如果 $v_1 < v_2$ 則整句話翻譯後為 1，否則為 0，保證 v_1 、 v_2 為數字。

例如

```
(if (< 514 50216)
    (display (+ 514 50216))
    (display (- 514 50216)))
```

將會印出

```
50730
```

6. (**lambda** ($w_1 w_2 \cdots w_n$) b)

保證其中 w_1 到 w_n 均為識別字且兩兩相異。

注意！這是困惑眾人最久的句型。整句話翻譯後為一個「句型」搭配當下的「情境」，與程式設計中的函數非常類似，若 f 為本句翻譯後的結果，則 $(f\ p_1\ p_2\ \cdots\ p_n)$ 將依下述規則翻譯：

- (a) 依序翻譯 p_1 到 p_n ，令結果為 v_1 到 v_n 。
- (b) 令 b 中的情境為 E_1 ，其中定義 w_1 到 w_n 為 v_1 到 v_n 。
- (c) 令翻譯 (**lambda** ($w_1 w_2 \cdots w_n$) b) 時的情境為 E_2 。
- (d) 令翻譯 $(f\ p_1\ p_2\ \cdots\ p_n)$ 時的情境為 E_3 。
- (e) 翻譯 b ，若在過程中遇到 **define**，則此 **define** 只作用在 E_1 中；若在過程中遇到識別字需要翻譯，則先嘗試由 E_1 中解讀，若失敗則再嘗試由 E_2 中解讀，若再失敗則嘗試由 E_3 中解讀。

例如

```
(define add1 (lambda (x) (+ x 1)))
(display (add1 2))
```

將會印出 3，而

```
(define y 1)
(define magic!! (lambda (x) (+ x (+ y z))))
(define x 100)
(define y 200)
(define z 400)
(display (magic!! 2))
```

將會印出 403。

■ 輸入說明

輸入檔中僅有一組測試資料，為以古可魚語寫成的若干句話。保證每句話均符合古可魚語之文法。

每句話可能涵蓋一行或多行，但同一行中只會有一句話。如果遇到以 “;” (不含雙引號) 開頭的行，那是考古學家的註記，請不要翻譯。註記不會夾雜在古可魚語中。

保證所有數字在運算過程中絕對值不超過 2^{30} 。過程中翻譯詞句的總次數不會超過 10^7 個。

■ 輸出說明

印出所有翻譯過程中會印出的東西，一個一行。遇到考古學家的註記的時候依原樣直接輸出即可。

■ 範例輸入

```
1 ; 3
2 (display (+ 1 2))
3
4 (define a 3)
5 ; 7
6 (display (+ a 4))
7
8 (define add1 (lambda (x) (+ x 1)))
9 ; 6
10 (display (add1 5))
11
12 (define pair (lambda (x y) (lambda (m) (m x y))))
13 (define first (lambda (x) (x (lambda (a b) a))))
14 (define second (lambda (x) (x (lambda (a b) b))))
15
16 (define a (pair 1 2))
17 ; 1
18 (display (first a))
19 ; 2
20 (display (second a))
21
22 (define [] (pair 1 1))
23 (define empty? first)
24 (define : (lambda (hd tl) (pair 0 (pair hd tl))))
25 (define head (lambda (xs) (first (second xs))))
26 (define tail (lambda (xs) (second (second xs))))
27
28 (define ++
29   (lambda (xs ys)
30     (if (empty? xs)
31         ys
32         (: (head xs) (++ (tail xs) ys)))))
```

```
33
34 (define map
35   (lambda (func xs)
36     (if (empty? xs)
37       []
38       (: (func (head xs)) (map func (tail xs))))))
39
40 (define display-list (lambda (xs) (map display xs)))
41
42 (define peter (: 5 (: 0 (: 2 (: 1 (: 6 [])))))
43 ; 5 0 2 1 6
44 (display-list peter)
45
46 (define filter
47   (lambda (pred xs)
48     (if (empty? xs)
49       []
50       (begin
51         (define xs' (filter pred (tail xs)))
52         (if (pred (head xs))
53             (: (head xs) xs')
54             xs')))))
55
56 (define ! (lambda (x) (if x 0 1)))
57 (define <= (lambda (x y) (! (< y x))))
58 (define > (lambda (x y) (< y x)))
59 (define sort
60   (lambda (xs)
61     (if (empty? xs)
62       []
63       (begin
64         (define x (head xs))
65         (define xs' (tail xs))
66         (define <=x (filter (lambda (y) (<= y x)) xs'))
67         (define >x (filter (lambda (y) (> y x)) xs'))
68         (++ (sort <=x) (: x (sort >x))))))
69
70 ; 0 1 2 5 6
71 (display-list (sort peter))
72
```

```
73 (define take
74   (lambda (xs)
75     (lambda (n)
76       (if n
77         (: (head xs) ((take (tail xs)) (- n 1)))
78         []))))
79
80 ; 5 0 2
81 (display-list ((take peter) 3))
82 (define take-peter (take peter))
83 ; 5 0 2
84 (display-list (take-peter 3))
85
86 (define yin-yang
87   (lambda ()
88     (lambda (m)
89       (m 0 (pair 0 (lambda (m)
90                     (m 0 (pair 1 (yin-yang))))))))))
91
92 ; 0 1 0 1 0
93 (display-list ((take (yin-yang)) 5))
```

■ 範例輸出

```
1 ; 3
2 3
3 ; 7
4 7
5 ; 6
6 6
7 ; 1
8 1
9 ; 2
10 2
11 ; 5 0 2 1 6
12 5
13 0
14 2
15 1
16 6
17 ; 0 1 2 5 6
18 0
19 1
20 2
21 5
22 6
23 ; 5 0 2
24 5
25 0
26 2
27 ; 5 0 2
28 5
29 0
30 2
31 ; 0 1 0 1 0
32 0
33 1
34 0
35 1
36 0
```