Арифметика указателей

Пусть есть одномерный статический массив и указатель на 4-й элемент этого массива:

```
int numbers[6] = {4, 8, 15, 16, 23, 42};
int* p = &numbers[3];
```

Чему равны следующие выражения:

1. `numbers[5]`
2. `*p`
3. `*(p+1)`
4. `*(p-2)`
5. `p[0]`
6. `p[-1]`
7. `*numbers`
8. `*(numbers+4)`
9. `p - numbers`
10. `(short*)p - (short*)numbers`
11. `(int)numbers`
12. `(int)p - (int)numbers`

Подсказка: имя массива во многих случаях ведёт себя как указатель на первый элемент массива.

Malloc и free:

Основные функции для динамического выделения памяти:

- `void* malloc(size_t n)` – выделяет n байт и возвращает указатель **void*** на начало этой памяти
- `void free(void* p)` – освобождает выделенную память
- `void* realloc (void* p, size_t new_n)` – перевыделяет выделенную память

Нужно подключить библиотеку stdlib.h. Если забудете освободить выделенную память, то произойдёт утечка памяти. Пример работы:

```
void* p = malloc(50); // Выделяем 50 байт памяти, адрес первого байта будет храниться в указателе p
free(p);              // Освободим только-что выделенные 50 байт

int* p1 = malloc(36); // Выделяем 36 байт памяти, с указателем p1 теперь можно обращаться как с
                      // массивом размера 9 (на системах, где размер int равен 4 байта)
int* p2 = malloc(15 * sizeof(int)); // Выделяем объём памяти достаточный для хранения 15-ти int-ов

// С p1 и p2 можно работать также как и с массивами типа int:
// Говорят, что p1 и p2 -- динамические массивы (хоть это и просто указатели)
for (int i = 0; i < 15; ++i)
    scanf("%d", &p2[i]);
printf("%d", p2[0] + p2[14]);

p2 = realloc(p2, 25 * sizeof(int)); // Увеличим размер нашего массива с 15 до 25-ти
free(p1);
free(p2);
```

Задачи:

1. **Основы malloc/free**
   (a) Выделить 123 байта памяти и записать адрес на эту память в указатель типа void*. Попробуйте разыменовать этот указатель, что при этом произойдёт?
   (b) Выделить 100 байт памяти и записать адрес на эту память в новый указатель типа int*.
   (c) Создать динамический массив для хранения 1 элемента типа int.
   (d) Создать динамический массив для хранения 10 элементов типа unsigned long long.
   (e) Создать динамический массив для хранения 100 элементов типа float*.
   (f) Создать динамический массив для хранения 10 элементов типа double. Изменить размер этого динамического массива с 10 до 50.
   (g) Освободить всю память, которую вы выделили.

Стек

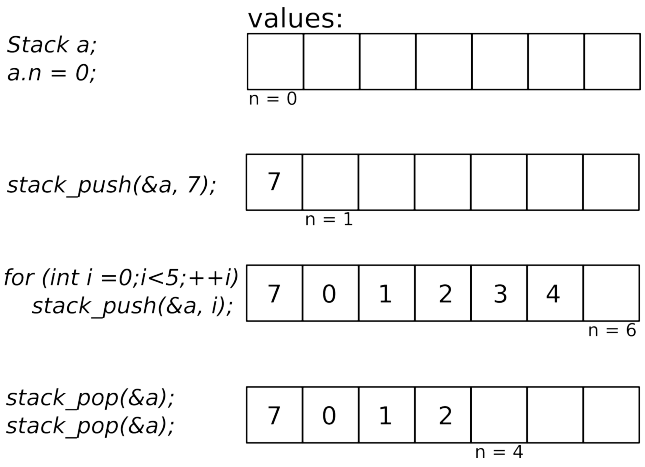
```
struct stack
{
    int n;
    int values[100];
};
typedef struct stack Stack;

void stack_push(Stack* s, int x)
{
    s->values[s->n] = x;
    s->n += 1;
}

int main()
{
    Stack a;
    a.n = 0;
    stack_push(&a, 4);
    stack_push(&a, 10);
    stack_pop(&a);
    printf("%d\n", stack_pop(&a));
}
```

Стек — абстрактный тип данных, представляющий собой список элементов, организованных по принципу «последним пришёл — первым вышел».

Реализация с помощью массива:



Задачи:

1. Написать функцию **int** stack_pop(Stack* s, **int** x). Протестируёте стек: проверьте, что выведет программа, написанная выше.
2. Написать функцию **int** stack_is_empty(Stack* s), которая возвращает 1 если стек пуст и 0 иначе.
3. Написать функцию **int** stack_get(Stack* s), которая возвращает элемент, находящийся в вершине стека, но не изменяет стек.
4. Написать функцию **void** stack_print(Stack* s), которая распечатывает все элементы стека.
5. Одна из проблем текущей реализации: размер массива 100 захардкожен. Чтобы решить эту проблему введите #define-константу CAPACITY:

   ```
   #define CAPACITY 100
   ```

6. Что произойдёт, если вызвать stack_push() при полном стеке? Обработайте эту ситуацию. Программа должна печатать сообщение об ошибке и завершаться с аварийным кодом завершения. Чтобы завершить программу таким образом можно использовать функцию exit() из библиотеки stdlib.h. Пример вызова: exit(1);
7. Аналогично при вызове stack_pop() и stack_get() при пустом стеке.
8. Введите функцию stack_init(), которая будет ответственна за настройку стека сразу после его создания. В данном случае, единственное, что нужно сделать после создания стека это занулить n.
9. Предположим, что вы однажды захотите использовать стек не для целочисленных чисел типа int, а для какого-нибудь другого типа (например char). Введите синоним для типа элементов стека:

   ```
   typedef int Data;
   ```

   Измените тип элемента стека во всех функциях с int на Data (тип поля n менять не нужно). Теперь вы в любой момент сможете изменить тип элементов стека, изменив лишь одну строчку.
10. Сложные скобки. Решить задачу определения правильной скобочной последовательности, используя стек символов. Виды скобок: () {} [] <>. Пример неправильной последовательности: ({<}>)

11. Стек с динамическим выделением памяти. Описание такого стека выглядит следующим образом:

```
struct stack
{
    int capacity;
    int n;
    Data* values;
};
typedef struct stack Stack;
```

Введено новое поле capacity. В нём будет хранится количество элементов стека, под которые уже выделена память. В отличии от предыдущего варианта стека, это значение будет меняться.
values теперь не статический массив, а указатель. Вы должны выделить необходимое место для стека в функции stack_init(). Начальное значение capacity можно выбрать самостоятельно либо передавать на вход функции stack_init(). При заполнении стека должно происходить перевыделение памяти с помощью функции realloc().

Структуры и malloc (дополнительное задание)

1. Объявить структуру, которая будет описывать замеры температуры. Она должна содержать следующие поля:
   - char scale – символ, обозначающий шкалу измерений: 'C' – градусы Целься, 'K' – Кельвина, 'F' – Фаренгейта.
   - double temperature – вещественное число – температура в этой шкале
   - int data – целое число – день замера температуры
2. Чему равен размер этой структуры в байтах? Найти её размер с помощью sizeof() и напечатать его на экран.
3. Создать динамический массив для хранения 50-ти таких структур.
4. Увеличить размер этого массива с 50 до 1000.
5. Освободить всю память, которую вы выделили.