



April 2024

## Fundamental IT Engineer Examination (Subject B)

ให้ทำข้อสอบตามรายละเอียดต่อไปนี้

|               |                          |
|---------------|--------------------------|
| หมายเลขคำถาม  | Q1 – Q20                 |
| การเลือกคำถาม | ให้ตอบคำถามทุกข้อ        |
| เวลาสอบ       | 12:30 - 14:10 (100 นาที) |

### ข้อปฏิบัติ:

1. ให้ใช้ดินสอตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ลบคำตอบเก่าให้สะอาดก่อนโดยไม่ให้มีคราบยางลบหลงเหลือ
2. ให้ทำเครื่องหมายบอกข้อมูลผู้สอบและคำตอบของแบบทดสอบ ตามคำสั่งด้านล่างอย่างเคร่งครัด หากทำเครื่องหมายไม่เหมาะสม คำตอบของท่านอาจไม่ได้รับการตรวจ ห้ามทำเครื่องหมาย หรือเขียนตอบนอกพื้นที่ที่กำหนดไว้

#### (1) หมายเลขผู้สอบ (Examinee Number)

ให้เขียนหมายเลขผู้สอบลงในช่องที่เตรียมไว้ให้ และทำเครื่องหมายในช่องว่างที่เหมาะสมที่อยู่ใต้ตัวเลขแต่ละตัว

#### (2) วันเกิด (Date of Birth)

ให้เขียนวันเกิดของผู้สอบ (เป็นตัวเลข) ลงในช่องที่เตรียมไว้ ให้ตรงกับที่พิมพ์อยู่ในบัตรเข้าห้องสอบ และทำเครื่องหมายในช่องว่างที่เหมาะสมที่อยู่ใต้ตัวเลขแต่ละตัว

#### (3) คำตอบ (Answers)

ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (a ถึง d) สำหรับคำถามแต่ละข้อ  
ให้ทำเครื่องหมายตรงคำตอบที่เลือก ตามตัวอย่างคำถามที่อยู่ข้างล่าง

[คำถามตัวอย่าง]

ข้อใดต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ควรใช้ทำเครื่องหมายเพื่อเลือกข้อที่ต้องการในกระดาษคำตอบนี้

กลุ่มคำตอบ

- a) ปากกาลูกลื่น      b) สีเทียน      c) ปากกาหมึกซึม      d) ดินสอ

เนื่องจากคำตอบที่ถูกคือ "d)" (ดินสอ), ดังนั้นให้ทำเครื่องหมายดังแสดงด้านล่างนี้:

[ตัวอย่างคำตอบ]

|        |                         |                         |                         |                                    |                         |                         |                         |                         |                         |                         |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Sample | <input type="radio"/> a | <input type="radio"/> b | <input type="radio"/> c | <input checked="" type="radio"/> d | <input type="radio"/> e | <input type="radio"/> f | <input type="radio"/> g | <input type="radio"/> h | <input type="radio"/> i | <input type="radio"/> j |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|

ห้ามเปิดดูข้อสอบก่อนได้รับอนุญาต  
ข้อสงสัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามในข้อสอบอาจจะไม่ถูกตอบ

## Pseudo programming language notations

In algorithm and programming questions that use pseudo programming language, the following notations are used unless otherwise stated:

[Pseudo programming language notations]

| Notation                                                                                                                                                                          | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ○ <i>procedure</i> ( <i>type</i> : <i>arg1</i> , ...)                                                                                                                             | Declares a <i>procedure</i> and its argument(s) <i>arg1</i> , ... .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ○ <i>ret-type</i> : <i>function</i> ( <i>type</i> : <i>arg1</i> , ...)                                                                                                            | Declares a <i>function</i> , its argument(s) <i>arg1</i> , ... , and type of return value <i>ret-type</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>type</i> : <i>var1</i> , ...<br><i>type</i> []: <i>array1</i> , ...                                                                                                            | Declares variables <i>var1</i> , ... and arrays <i>array1</i> , ... by data <i>type</i> such as integer, real, and string.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>/* comment */</i>                                                                                                                                                              | Describes a comment between <i>/*</i> and <i>*/</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <i>// comment</i>                                                                                                                                                                 | Describes a comment after <i>//</i> till end of line.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <i>variable</i> ← <i>expression</i>                                                                                                                                               | Assigns the value of the <i>expression</i> to the <i>variable</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>procedure</i> ( <i>arg1</i> , ...)                                                                                                                                             | Calls a <i>procedure</i> by passing arguments <i>arg1</i> , ... .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>function</i> ( <i>arg1</i> , ...)                                                                                                                                              | Calls a <i>function</i> by passing arguments <i>arg1</i> , ... , and receiving the return value.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| output <i>arg1</i> , ...                                                                                                                                                          | Outputs values of <i>arg1</i> , ... to a printing device.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| return <i>ret-val</i>                                                                                                                                                             | Finishes a function by passing back a return value <i>ret-val</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <pre> if (<i>condition-i</i>)      } *1     <i>process-i</i> elseif (<i>condition-ei</i>) } *2     <i>process-ei</i> else                  } *3     <i>process-e</i> endif </pre> | <p>Indicates the selection process.</p> <p>*1 If <i>condition-i</i> is true, then execute <i>process-i</i>.<br/>Otherwise, proceed to the next elseif or else.</p> <p>*2 If <i>condition-ei</i> is true, then execute <i>process-ei</i>.<br/>Otherwise, proceed to the next elseif or else.</p> <p>*3 If all conditions are false, execute <i>process-e</i>.<br/>Note: *2 and *3 can be omitted.<br/>*2 may exist twice or more.</p> |
| <pre> for (<i>sequence</i>)     <i>process</i> endfor </pre>                                                                                                                      | <p>Indicates the “for” iteration process.</p> <p>In the order specified in the <i>sequence</i>, execute the <i>process</i> repeatedly.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <pre> while (<i>condition</i>)     <i>process</i> endwhile </pre>                                                                                                                 | <p>Indicates the “while” iteration process.</p> <p>While the <i>condition</i> is true, execute the <i>process</i> repeatedly.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <pre> do     <i>process</i> while (<i>condition</i>) </pre>                                                                                                                       | <p>Indicates the “do - while” iteration process.</p> <p>Execute the <i>process</i> once, and then while the <i>condition</i> is true, execute the <i>process</i> repeatedly.</p>                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Pseudo programming language notations (continued)

### [Operators and their precedence]

| Type of operator | Operators                | Precedence                                                           | Note                                      |
|------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Expression       | ( ), . <sup>(1)</sup>    | <div style="text-align: center;"> High<br/> ↑<br/> ↓<br/> Low </div> | <sup>(1)</sup> accessing member or method |
| Unary operator   | +, -, not <sup>(2)</sup> |                                                                      | <sup>(2)</sup> logical negation           |
| Binary operator  | ×, ÷, mod <sup>(3)</sup> |                                                                      | <sup>(3)</sup> remainder                  |
|                  | +, -                     |                                                                      |                                           |
|                  | >, <, ≥, ≤, =, ≠         |                                                                      |                                           |
|                  | and <sup>(4)</sup>       |                                                                      | <sup>(4)</sup> logical product            |
|                  | or <sup>(5)</sup>        |                                                                      | <sup>(5)</sup> logical sum                |

### [Boolean-type constants]

true, false

### [Array reference]

|                            | 1-dimensional array                                                                                                                                                                 | 2-dimensional array                                                                                                                                                                                                                                                              | Array of arrays                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Array declaration          | <i>type</i> []: <i>name</i> ...                                                                                                                                                     | <i>type</i> [, ]: <i>name</i> ...                                                                                                                                                                                                                                                | <i>type</i> [][]: <i>name</i> ...                                                                                                                                                                                                                                          |
| Example                    | <div>integer []: a1</div> <div><div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div><div><div>1</div><div>3</div><div>5</div><div>7</div><div>9</div></div></div> | <div>integer [, ]: a2</div> <div><div><div>1</div><div>2</div><div>3</div></div><div><div>1</div><div>11</div><div>12</div><div>13</div></div><div><div>2</div><div>14</div><div>15</div><div>16</div></div><div><div>3</div><div>17</div><div>18</div><div>19</div></div></div> | <div>integer [][]: aa</div> <div><div><div>1</div><div>2</div><div>3</div></div><div><div>1</div><div>21</div><div>22</div><div></div></div><div><div>2</div><div>23</div><div>24</div><div>25</div></div><div><div>3</div><div>26</div><div></div><div></div></div></div> |
| Data reference             | Data 7 is referred to by a1[4]                                                                                                                                                      | Data 16 is referred to by a2[2,3]                                                                                                                                                                                                                                                | Data 25 is referred to by aa[2][3]                                                                                                                                                                                                                                         |
| Notation of array contents | {1, 3, 5, 7, 9}                                                                                                                                                                     | {{11, 12, 13},<br>{14, 15, 16},<br>{17, 18, 19}}                                                                                                                                                                                                                                 | {{21, 22},<br>{23, 24, 25},<br>{26}}                                                                                                                                                                                                                                       |

Note: The indexes of example arrays start at 1.

### [undefined state]

`undefined` is a state in which no value is set to a variable (or an element of an array).  
By setting `undefined` to a variable, the variable is transformed into `undefined` state.

**Q1.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่างตั้งแต่  ถึง  ในโปรแกรม

โรงเรียนแห่งหนึ่งตัดเกรดให้นักเรียนจากคะแนนซึ่งเป็นเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 100 ตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้:

| คะแนน    | เกรด | คำอธิบาย      |
|----------|------|---------------|
| 80 – 100 | D    | ผ่านยอดเยี่ยม |
| 50 – 79  | P    | ผ่าน          |
| 0 – 49   | F    | ตก            |

ฟังก์ชัน grade รับค่าคะแนน (ค่าตัวเลขจำนวนเต็มบวกระหว่าง 0 ถึง 100) แล้วคืนค่าเกรดเป็นตัวอักษร

[โปรแกรม]

```

O character: grade(integer: score)
  character: ret
  if (score  80)
    ret ← "D"
  elseif (score  50)
    ret ← 
  else
    ret ← 
  endif
  return ret

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A | B   | C   |
|----|---|-----|-----|
| a) | = | "P" | "F" |
| b) | = | "F" | "P" |
| c) | > | "P" | "F" |
| d) | > | "F" | "P" |
| e) | ≥ | "P" | "F" |
| f) | ≥ | "F" | "P" |

**Q2.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง  ในโปรแกรม

บริษัทเดินรถโดยสารแห่งหนึ่งให้บริการเดินรถระหว่างสองเมือง ราคาตั๋วโดยสารปกติคือ 20 ดอลลาร์สหรัฐ และตั๋วโดยสารราคาพิเศษสำหรับผู้โดยสารที่มีอายุไม่เกิน 10 ปี กับผู้โดยสารที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป คือ 10 ดอลลาร์สหรัฐ นอกจากนี้ ผู้โดยสารทั้งหมดที่เป็นสมาชิกสามารถซื้อตั๋วโดยสารราคาพิเศษได้เสมอโดยไม่ต้องคำนึงถึงอายุ

ฟังก์ชัน `ticketPrice` รับอาร์กิวเมนต์ `age` (ค่าตัวเลขจำนวนเต็มบวก) กับ `isMember` (ค่าบูลีนที่จะเป็น `true` หากผู้โดยสารรายนั้นเป็นสมาชิก) และฟังก์ชันนี้จะคืนค่า `ret` เป็นราคาตั๋วโดยสาร (ในหน่วยดอลลาร์สหรัฐ)

[โปรแกรม]

```
O integer: ticketPrice(integer: age, boolean: isMember)
  integer: ret
  if ()
    ret ← 10
  else
    ret ← 20
  endif
  return ret
```

กลุ่มคำตอบ

- a)  $((age \leq 10) \text{ and } (age \geq 60)) \text{ and } isMember$
- b)  $((age \leq 10) \text{ and } (age \geq 60)) \text{ or } isMember$
- c)  $((age \leq 10) \text{ or } (age \geq 60)) \text{ and } isMember$
- d)  $((age \leq 10) \text{ or } (age \geq 60)) \text{ or } isMember$

**Q3.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงใน  ในโปรแกรม

โปรแกรมนี้นแสดงผลเลขคู่ (even numbers) ระหว่าง 1 ถึง 100 จากนั้นจึงพิมพ์ผลรวมของเลขคู่เหล่านั้น โปรดทราบว่าในที่นี้การหารจะถูกดำเนินการเฉพาะสำหรับข้อมูลประเภทจำนวนเต็มเท่านั้น นั่นคือ  $a \div b$  คือผลของการหาร  $a$  ด้วย  $b$

[โปรแกรม]

```
integer: i
integer: sum ← 0

for(increase i from 1 to 100 by 1)
  if()
    output i
    sum ← sum + i
  endif
endfor
output sum
```

กลุ่มคำตอบ

- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| a) $i \div 2 = 0$  | b) $i \div 2 \neq 0$  |
| c) $i \bmod 2 = 0$ | d) $i \bmod 2 \neq 0$ |
| e) $i = 2$         | f) $i \neq 2$         |

**Q4.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงใน A และ B ในโปรแกรม

ฟังก์ชัน sumDigits รับค่า num ซึ่งเป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (non-negative integer) เป็นอาร์กิวเมนต์ และส่งคืนค่าเป็นผลรวมของตัวเลขแต่ละหลัก ใน num

[โปรแกรม]

```

O integer: sumDigits(integer: num)
  integer: sum ← 0
  while (num > 0)
    sum ← A
    num ← B
  endwhile
  return sum

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A                                                               | B                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| a) | $sum + num \bmod 10$                                            | $num \bmod 10$                          |
| b) | $sum + num \bmod 10$                                            | ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ $(num \div 10)$ |
| c) | $sum \times 10 + num \bmod 10$                                  | $num \bmod 10$                          |
| d) | $sum \times 10 + num \bmod 10$                                  | ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ $(num \div 10)$ |
| e) | $sum + \text{ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ } (num \div 10)$           | $num \bmod 10$                          |
| f) | $sum + \text{ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ } (num \div 10)$           | ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ $(num \div 10)$ |
| g) | $sum \times 10 + \text{ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ } (num \div 10)$ | $num \bmod 10$                          |
| h) | $sum \times 10 + \text{ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ } (num \div 10)$ | ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ $(num \div 10)$ |

**Q5.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงใน A และ B ในโปรแกรม

ฟังก์ชัน division รับค่านำเข้าเป็นเลขจำนวนเต็ม 2 ค่า คือค่า a และ b และจะคืนค่าเป็นผลหาร (quotient) จากการนำค่าของ a หารด้วยค่าของ b ฟังก์ชัน modulus รับค่านำเข้าเป็นเลขจำนวนเต็ม 2 ค่า คือค่า a และ b และจะคืนค่าเป็นเศษที่ได้ (remainder) จากการนำค่าของ a หารด้วยค่าของ b โพรซีเยอร์ convert รับค่าของวินาทีเป็นอาร์กิวเมนต์ในชื่อ input แล้วจึงแสดงผลลัพธ์อยู่ในรูปของ ชั่วโมง, นาที, และ วินาที ตัวอย่างเช่น เมื่อเรียกใช้โพรซีเยอร์ด้วย convert(5450) ก็จะแสดงผลเป็น "1, 30, 50" ในที่นี้กำหนดให้ช่วงของค่าที่จะนำเข้าจะอยู่ในช่วง  $0 \leq \text{input} < 86400$

[โปรแกรม]

```

○ convert(integer: input)
  integer: hour, minute, second
  second ← modulus(input, 60)
  minute ← A
  hour ← B
  output hour, minute, second

○ integer: division(integer: a, integer: b)
  integer: u
  u ← integer part of (a ÷ b)
  return u

○ integer: modulus(integer: a, integer: b)
  integer: u
  u ← a mod b
  return u

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A                                | B                                |
|----|----------------------------------|----------------------------------|
| a) | division(modulus(input, 60), 60) | division(input, 3600)            |
| b) | division(modulus(input, 60), 60) | division(modulus(input, 60), 60) |
| c) | division(modulus(input, 60), 60) | modulus(division(input, 60), 60) |
| d) | modulus(division(input, 60), 60) | division(input, 3600)            |
| e) | modulus(division(input, 60), 60) | division(modulus(input, 60), 60) |
| f) | modulus(division(input, 60), 60) | modulus(division(input, 60), 60) |



**Q6.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง  ในโปรแกรม

ฟังก์ชัน count1 รับอาร์กิวเมนต์ byte ชนิด bit8 (ชนิด 8 บิต) และคืนค่าเป็นจำนวนของบิตที่เป็น 1 ในอาร์กิวเมนต์นั้น ตัวอย่างเช่นเมื่อฟังก์ชัน count1 ถูกเรียกใช้กับ count1(11001011) จะคืนค่าเป็น 5 ในที่นี้ ตัวดำเนินการ & ใช้แทนผลคูณระดับบิตทางตรรกะ, ตัวดำเนินการ | ใช้แทนผลบวกระดับบิตทางตรรกะ, ตัวดำเนินการ >> ใช้แทนการเลื่อนบิตทางตรรกะไปทางขวา และตัวดำเนินการ << ใช้แทนการเลื่อนบิตทางตรรกะไปทางซ้าย ตัวอย่างเช่น v << n จะทำการเลื่อนค่าของ v ไปทางซ้ายจำนวน n บิต

[โปรแกรม]

```
integer: count1(bit8: byte)
  bit8: rbyte ← byte
  integer: r ← 0
  integer: i
  for (increase i from 1 to 8 by 1)
    if (() ≠ 00000000)
      r ← r + 1
    endif
  endfor
  return r
```

กลุ่มคำตอบ

- a) rbyte & (00000001 << (i - 1))
- b) rbyte & (00000001 << i)
- c) rbyte & (00000001 << (i + 1))
- d) rbyte | (00000001 << (i - 1))
- e) rbyte | (00000001 << i)
- f) rbyte | (00000001 << (i + 1))

**Q7.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

ลำดับฟีโบนัชชี (Fibonacci) คือ ลำดับของตัวเลขซึ่งแต่ละตัวจะเกิดจากผลรวมของตัวเลขสองตัวก่อนหน้านั้น โดยที่ลำดับจะเริ่มต้นด้วยตัวเลข 0 และตัวเลข 1 ในที่นี้ลำดับตัวเลขจำนวน 10 ลำดับแรก คือ 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 กรณีตัวอย่างตัวเลขลำดับที่ 8 คือ 13 ซึ่งเป็นผลรวมของตัวเลขสองตัวก่อนหน้าคือตัวเลข 5 กับตัวเลข 8

ฟังก์ชัน fibo รับอาร์กิวเมนต์ n ที่เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม และคืนค่าตัวเลขตำแหน่งที่ n กลับไป ในที่นี้ n ก็คือตำแหน่งของตัวเลขในลำดับฟีโบนัชชี โดยเริ่มจากลำดับที่หนึ่ง ในที่นี้สมมติว่าค่า n มีค่าเป็น 9 ฟังก์ชันก็จะส่งตัวเลข 21 ออกมา

[โปรแกรม]

```

O integer: fibo(integer: n)
  if ( A )
    return n - 1
  else
    return B
  endif

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A                             | B                                     |
|----|-------------------------------|---------------------------------------|
| a) | $n = 1$                       | $\text{fibo}(n-1) + 1$                |
| b) | $n = 1$                       | $\text{fibo}(n-1) + n$                |
| c) | $n = 1$                       | $\text{fibo}(n-1) + \text{fibo}(n-2)$ |
| d) | $n > 1$                       | $\text{fibo}(n-1) + 1$                |
| e) | $n > 1$                       | $\text{fibo}(n-1) + n$                |
| f) | $n > 1$                       | $\text{fibo}(n-1) + \text{fibo}(n-2)$ |
| g) | $(n = 1) \text{ or } (n = 2)$ | $\text{fibo}(n-1) + 1$                |
| h) | $(n = 1) \text{ or } (n = 2)$ | $\text{fibo}(n-1) + n$                |
| i) | $(n = 1) \text{ or } (n = 2)$ | $\text{fibo}(n-1) + \text{fibo}(n-2)$ |

Q8. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง  ถึง  ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

โปรแกรมนี้ใช้สร้างสแต็ก (stack) โดยสแต็กนี้รับเฉพาะค่าที่เป็นจำนวนเต็มบวกเท่านั้น ฟังก์ชัน empty ใช้ตรวจสอบว่าสแต็กนั้นว่างอยู่หรือไม่ ฟังก์ชัน full ใช้ตรวจสอบว่าสแต็กเต็มแล้วหรือไม่ หากสแต็กยังไม่เต็มฟังก์ชัน push จะสามารถเพิ่มหนึ่งเอลิเมนต์ที่มีค่าตามที่กำหนดลงในสแต็กได้ หากสแต็กไม่ว่าง ฟังก์ชัน pop จะนำเอลิเมนต์หนึ่งออกมาจากสแต็กและส่งคืนค่านั้น ในโปรแกรมนี้ พื้นที่นอกเหนือจากอาร์เรย์จะต้องไม่ถูกอ้างถึง

[โปรแกรม]

```
global: integer [: content
        ← {undefined, undefined, undefined, undefined}
global: integer: index ← 1
global: integer: max ← 4 /* ขนาดสูงสุดของสแต็ก */
```

```
○ boolean: empty()
  if (index = 1)
    return true
  else
    return false
  endif
```

```
○ boolean: full()
  if ()
    return true
  else
    return false
  endif
```

```
○ boolean: push(integer: i)
  if (not full())
    content[index] ← i
    index ← 
    return true
  else
    return false
  endif
```

```
○ integer: pop()
  if (not empty())
    index ← 
    return content[index]
```

```

else
    return -1
endif

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A                              | B                  | C                  |
|----|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| a) | $\text{index} > \text{max}$    | $\text{index} - 1$ | $\text{index} + 1$ |
| b) | $\text{index} > \text{max}$    | $\text{index} + 1$ | $\text{index} - 1$ |
| c) | $\text{index} \geq \text{max}$ | $\text{index} - 1$ | $\text{index} + 1$ |
| d) | $\text{index} \geq \text{max}$ | $\text{index} + 1$ | $\text{index} - 1$ |
| e) | $\text{index} < \text{max}$    | $\text{index} - 1$ | $\text{index} + 1$ |
| f) | $\text{index} < \text{max}$    | $\text{index} + 1$ | $\text{index} - 1$ |
| g) | $\text{index} \leq \text{max}$ | $\text{index} - 1$ | $\text{index} + 1$ |
| h) | $\text{index} \leq \text{max}$ | $\text{index} + 1$ | $\text{index} - 1$ |

Q9. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง  ถึง  ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

โพรซีเยอร์ preorder จะท่องไบนารีทรีและแสดงผลลัพธ์เป็นค่าของแต่ละโหนดตามลำดับดังนี้: ราก (root), ทริยอยทางซ้าย (left subtree) และทริยอยทางขวา (right subtree) โดยใช้สแตก (เข้าหลังออกก่อน) แต่ละโหนดของไบนารีทรีถูกแทนด้วยคลาส Node โดยตารางด้านล่างแสดงรายละเอียดของคลาส Node ชนิดตัวแปร Node เก็บการอ้างอิงไปยังอินสแตนซ์ของคลาส Node อาร์กิวเมนต์ root เก็บการอ้างอิงไปยังรากของไบนารีทรีซึ่งเป็นหนึ่งในอินสแตนซ์ของคลาส Node ในโปรแกรมนี้ จะต้องไม่อ้างอิงถึงพื้นที่อื่นนอกเหนือจากอาร์เรย์ที่กำหนด

ตาราง คลาส Node

| ตัวแปรสมาชิก | ชนิด      | คำอธิบาย                                                                                                           |
|--------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| info         | character | ค่าชนิดตัวอักษรที่จะถูกจัดเก็บไว้ในโหนดของไบนารีทรี                                                                |
| left         | Node      | การอ้างอิงไปยังลูกทางซ้าย (left child) ของไบนารีทรี หากไม่มีลูกทางซ้ายแล้ว สถานะนี้จะไม่ถูกกำหนดค่าไว้ (undefined) |
| right        | Node      | การอ้างอิงไปยังลูกทางขวา (right child) ของไบนารีทรี หากไม่มีลูกทางขวาแล้ว สถานะนี้จะไม่ถูกกำหนดค่าไว้ (undefined)  |

[โปรแกรม]

```

O preorder(Node: root)
  Node []: stack ← {undefined, ..., undefined}
                      // อาร์เรย์ที่มีจำนวนเอลิเมนต์เพียงพอ

  Node: v
  integer: sp ← 1 // ตัวชี้สแตก
  stack[sp] ← root // พุช root ลงในสแตก
  while (sp is not )
    v ← stack[sp] // ป๊อปเอลิเมนต์ออกจากสแตก
    output v.info
    sp ← sp - 1
    if ( is not undefined)
      sp ← sp + 1
      stack[sp] ← 
    endif
    if ( is not undefined)
      sp ← sp + 1
      stack[sp] ← 
    endif
  endwhile

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A  | B       | C       |
|----|----|---------|---------|
| a) | 0  | v.left  | v.right |
| b) | 0  | v.right | v.left  |
| c) | -1 | v.left  | v.right |
| d) | -1 | v.right | v.left  |

**Q10.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

โพรซีเยอร์ Insert แทรกตัวเลขจำนวนเต็มที่ป้อนเข้ามาเป็นอาร์กิวเมนต์ไปไว้ด้านหลังเอลิเมนต์สุดท้ายในลิงก์ลิสต์วงกลมเชิงเส้น (linear circular linked list) แต่ละเอลิเมนต์ในลิงก์ลิสต์วงกลมเชิงเส้นนี้ถูกแทนด้วยคลาส ListElement รูปด้านล่างแสดงคำอธิบายของคลาส ListElement ตัวแปรชนิด ListElement เก็บการเชื่อมโยงไปยังอินสแตนซ์ของคลาส ListElement ตัวแปรโกลบอล listHead เก็บค่าอ้างอิงไปยังเอลิเมนต์ส่วนหัวของลิงก์ลิสต์วงกลมเชิงเส้น โปรดจำไว้ว่าในลิงก์ลิสต์วงกลมเชิงเส้นนั้น เอลิเมนต์สุดท้ายจะชี้ไปยัง listHead ในที่นี้ หากลิสต์นี้เป็นค่าว่าง listHead จะไม่ถูกกำหนดค่าไว้ (undefined)

| ตัวแปรสมาชิก | ชนิด        | คำอธิบาย                                             |
|--------------|-------------|------------------------------------------------------|
| val          | integer     | ค่าของเอลิเมนต์                                      |
| next         | ListElement | การอ้างอิงไปยังอินสแตนซ์ที่เก็บเอลิเมนต์ถัดไปในลิสต์ |

| คอนสตรัคเตอร์                 | คำอธิบาย                                                     |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ListElement(integer: newItem) | กำหนดค่าเริ่มต้นให้ตัวแปรสมาชิก val ด้วยอาร์กิวเมนต์ newItem |

รูป คลาส ListElement

[โปรแกรม]

```
global: ListElement: listHead ← undefined
```

```

○ Insert(integer: newItem)
  ListElement: tmp, newNode
  newNode ← ListElement(newItem)
  if (listHead is undefined)
    listHead ← newNode
    listHead.next ← listHead
  else
    tmp ← listHead
    while (tmp.next is not A)
      tmp ← B
    endwhile
    tmp.next ← newNode
    newNode.next ← listHead
  endif

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A        | B             |
|----|----------|---------------|
| a) | newNode  | listHead.next |
| b) | listHead | tmp.next      |
| c) | tmp      | listHead      |
| d) | listHead | newNode.next  |



**Q11.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง  ถึง  ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

โปรแกรมนี้จัดเรียงข้อมูลตามลำดับจากน้อยไปมาก (ascending order) โดยใช้อัลกอริทึมเรียงลำดับแบบเลือก (selection sort algorithm) โดยอัลกอริทึมนี้จะทำการเลือกเอลิเมนต์ที่น้อยที่สุดจากส่วนที่ยังไม่ได้ถูกจัดเรียงในอาร์เรย์แล้วนำมาสลับค่ากับเอลิเมนต์แรกในส่วนที่ยังไม่ได้ถูกจัดเรียงนั้น และจะกระทำซ้ำ ๆ กันจนกระทั่งอาร์เรย์ทั้งหมดถูกจัดเรียงลำดับ

[โปรแกรม]

```
integer []: data ← {12, 11, 13, 5, 6}
integer: i, j, temp, minPos
integer: size ← จำนวนของเอลิเมนต์ใน data
for (increase i from 1 to (size - 1) by 1)
    minPos ← i
    for (increase j from  to size by 1)
        if (data[j]  data[minPos])
            minPos ← j
        endif
    endfor
    temp ← 
     ← data[minPos]
    data[minPos] ← temp
endfor
```

กลุ่มคำตอบ

|    | A     | B | C           |
|----|-------|---|-------------|
| a) | 1     | < | data[i]     |
| b) | 1     | < | data[i + 1] |
| c) | 1     | > | data[i]     |
| d) | 1     | > | data[i + 1] |
| e) | i + 1 | < | data[i]     |
| f) | i + 1 | < | data[i + 1] |
| g) | i + 1 | > | data[i]     |
| h) | i + 1 | > | data[i + 1] |

**Q12.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง  ในโปรแกรม

สตริงของตัวอักษรที่เรียกว่า พาลินโดรม (palindrome) เมื่ออ่านไปข้างหน้าและอ่านกลับจากด้านหลังจะมีค่าเหมือนกัน ในที่นี้สมมติว่าสตริงอินพุตจะประกอบด้วยอักษรโรมันตัวพิมพ์ใหญ่เท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น สตริง "MADAM" เป็นพาลินโดรม เนื่องจากยังเขียนได้เหมือนเดิม เมื่อลองเขียนย้อนกลับ (ขวาไปซ้าย)

โพธิ์เยอร์ isPalindrome รับสตริง str เป็นพารามิเตอร์ และจะแสดงข้อความว่าตัวแปร str นั้น เป็นพาลินโดรมหรือไม่ โพธิ์เยอร์นี้จะใช้การวนซ้ำน้อยครั้งที่สุดสำหรับอักขระที่ยาวเท่าใดก็ได้  
หมายเหตุ  $a \div b$  เป็นการดำเนินการหารตัวเลขชนิดข้อมูลจำนวนเต็ม ของ a หารซึ่งด้วย b

[โปรแกรม]

```
OisPalindrome(string: str)
    integer: i, j, len
    boolean: flag
    flag ← true
    len ← number of characters in str
    i ← 1
    j ← len
    while ()
        if (the i-th character of string str ≠ the j-th character of string str)
            flag ← false
            exit the while block
        endif
        i ← i + 1
        j ← j - 1
    endwhile
    if (flag)
        output str, " is a palindrome."
    else
        output str, " is not a palindrome."
    endif
```

กลุ่มคำตอบ

- a)  $i < j - 1$
- b)  $i < (len \div 2) + 1$
- c)  $i < (len \div 2) - 1$
- d)  $i < len \div j$
- e)  $i < j \div 2$

**Q13.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงใน 

|   |
|---|
| A |
|---|

 ถึง 

|   |
|---|
| C |
|---|

 ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

ฟังก์ชัน `are_brackets_balanced` จะตรวจสอบความสมดุลของวงเล็บ โดยจะวิเคราะห์อาร์เรย์ของอักขระที่ป้อนให้ และเมื่อพบวงเล็บเปิด ("`(`", "`[`", "`{`")" ก็จะถูกใส่ (pushed) ลงในสแต็ก และหากพบวงเล็บปิด ("`)`", "`]`", "`}`") แล้ว เอลิเมนต์ที่พบนั้นก็จะถูกดึงออกมา (popped) จากสแต็ก และถูกทดสอบว่าสอดคล้องกับวงเล็บเปิดหรือไม่ หากวงเล็บปิดกับวงเล็บเปิดสัมพันธ์กัน กระบวนการจะดำเนินต่อไป ในทางกลับกันหากไม่สัมพันธ์กันฟังก์ชันจะคืนค่าเท็จ (false) หลังจากประมวลผลอักขระทั้งหมดแล้ว หากยังมีอักขระใด ๆ คงค้างอยู่ในสแต็ก ก็คืนค่าเท็จ (false) ในทางตรงข้ามจะคืนค่าจริง (true) เพื่อความเรียบง่าย ให้ถือว่าอาร์กิวเมนต์ของฟังก์ชันนี้มีเพียงวงเล็บเท่านั้น ตารางด้านล่างนี้แสดงตัวอย่างอาร์กิวเมนต์ที่ป้อนให้กับ `are_brackets_balanced` และค่าที่ส่งคืน

ตารางตัวอย่างอาร์กิวเมนต์ที่ป้อนให้กับฟังก์ชัน  
`are_brackets_balanced` และค่าที่ส่งคืน

| การเรียกฟังก์ชัน                                                   | ค่าที่ส่งคืน |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| <code>are_brackets_balanced({"(", "{", "}", ")", "[", "]"})</code> | true         |
| <code>are_brackets_balanced({"(", "{", "}", "[", "]"})</code>      | false        |
| <code>are_brackets_balanced({"(", "{", ")", "}", "[", "]"})</code> | false        |

ฟังก์ชัน `are_brackets_balanced` ใช้คลาส Stack จากรูปนี้เพื่ออธิบายคลาส Stack

|                      | คำอธิบาย      |
|----------------------|---------------|
| <code>Stack()</code> | เริ่มใช้สแต็ก |

| เมธอด                             | คืนค่า    | คำอธิบาย                                                                  |
|-----------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
| <code>push(character: arg)</code> | None      | ใส่ arg ลงในสแต็ก                                                         |
| <code>pop()</code>                | character | คืนค่าที่ดึงจากสแต็ก หากสแต็กว่างเปล่า จะคืนค่า "ไม่ได้กำหนด" (undefined) |
| <code>isEmpty()</code>            | boolean   | คืนค่า true หากสแต็กว่างเปล่า                                             |

รูปภาพ คลาส Stack

[โปรแกรม]

```
global: character [][]: brackets ← {
    {"(", ")"},
    {"{", "}"},
    {"[", "]" }
}
```

- boolean: are\_brackets\_balanced(character[]: expr)
 

```

Stack: stack ← Stack()
character: c, stacked_bracket

for (c in expr)
  if (is_opening_bracket(c))
    stack.push(c)
  else
    if (stack.isEmpty())
      return false
    endif
    stacked_bracket ← stack.pop()
    if (get_closing_bracket(stacked_bracket) A)
      return false
    endif
  endif
endfor
return B

```
- boolean: is\_opening\_bracket(character: c)
 

```

character []: chars
for (chars in brackets)
  if (chars[1] = c)
    return true
  endif
endfor
return false

```
- character: get\_closing\_bracket(character: c)
 

```

character []: chars
for (chars in brackets)
  if (chars[1] = c)
    return C
  endif
endfor
return undefined

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A   | B                   | C        |
|----|-----|---------------------|----------|
| a) | = c | not stack.isEmpty() | chars[1] |
| b) | = c | not stack.isEmpty() | chars[2] |
| c) | = c | stack.isEmpty()     | chars[1] |
| d) | = c | stack.isEmpty()     | chars[2] |
| e) | ≠ c | not stack.isEmpty() | chars[1] |
| f) | ≠ c | not stack.isEmpty() | chars[2] |
| g) | ≠ c | stack.isEmpty()     | chars[1] |
| h) | ≠ c | stack.isEmpty()     | chars[2] |

**Q14.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงใน  ในคำอธิบายต่อไปนี ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

ฟังก์ชัน calcSim รับอินพุตเป็นเวกเตอร์ (อาร์เรย์) สองตัว โดยทำการคำนวณความคล้ายคลึงกันของค่าอินพุตทั้งสองตัว จากนั้นส่งคืนค่าที่แสดงถึงลักษณะความคล้ายคลึงกัน (similarity) ค่าความคล้ายคลึงกันที่มากบ่งชี้ว่าเวกเตอร์มีความคล้ายคลึงกัน และค่าความคล้ายคลึงกันที่น้อยบ่งชี้ว่าเวกเตอร์นั้นแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น หากต้องการหาค่าความคล้ายคลึงกันระหว่างเอกสารสองฉบับ เราสามารถสร้างเวกเตอร์ของค่าบางคำที่เกิดขึ้นสำหรับแต่ละเอกสารจากทั้งสองเอกสาร และป้อนข้อมูลลงใน calcSim เมื่อฟังก์ชัน calcSim({2, 2, 1, 0, 4}, {3, 1, 1, 1, 2}) ถูกเรียกใช้แล้ว ค่าที่ส่งคืนซึ่งถูกปิดเศษเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่งก็คือ

[โปรแกรม]

```
// สมมติให้อาร์เรย์ v1 และ v2 มีจำนวนของเอลิเมนต์เท่ากันและมีจำนวนอย่างน้อยหนึ่งเอลิเมนต์
// และอาร์เรย์ทั้งสองนั้นไม่ได้เป็นศูนย์ทั้งหมด (not all-zero)
O real: calcSim(integer []: v1, integer []: v2)
  integer: i, x, y
  integer: sxx ← 0
  integer: syy ← 0
  integer: sxy ← 0
  for (เพิ่มค่า i จาก 1 ถึงจำนวนของเอลิเมนต์ใน v1 ครั้งละ 1)
    x ← v1[i]
    y ← v2[i]
    sxx ← sxx + x × x
    syy ← syy + y × y
    sxy ← sxy + x × y
  endfor
  return sxy ÷ (square root ของ (sxx × syy))
```

กลุ่มคำตอบ

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| a) 0.1 | b) 0.2 | c) 0.3 | d) 0.4 |
| e) 0.5 | f) 0.6 | g) 0.7 | h) 0.8 |
| i) 0.9 | j) 1.0 |        |        |

**Q15.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

N-gram เป็นลำดับที่ต่อเนื่องกันของคำ สัญลักษณ์ หรือโทเคนในเอกสาร โดย N-gram ของข้อความถูกใช้อย่างกว้างขวางในการทำเหมืองข้อความและงานประมวลผลภาษาธรรมชาติ  
 โมเดล N-gram ถูกสร้างขึ้นด้วยการนับว่าลำดับของคำนั้น ๆ ปรากฏขึ้นในคลังข้อความบ่อยครั้งเพียงใดแล้วจึงประมาณการความน่าจะเป็นขึ้นมา รูปด้านล่างเป็นตัวอย่างของยูนิแกรม (unigram), ไบแกรม (bigram) และไตรแกรม (trigram) ของข้อความตัวอย่าง “ITPEC includes members from 6 countries.”

|         |                        |                       |                |                  |             |           |
|---------|------------------------|-----------------------|----------------|------------------|-------------|-----------|
| unigram | ITPEC                  | includes              | members        | from             | 6           | countries |
| bigram  | ITPEC includes         | includes members      | members from   | from 6           | 6 countries |           |
| trigram | ITPEC includes members | includes members from | members from 6 | from 6 countries |             |           |

รูปแสดงตัวอย่างของยูนิแกรม, ไบแกรม และไตรแกรม

โปรซีเยอร์ NGRAMS สร้าง n-gram จากข้อความแล้วแสดงผลลัพธ์ออกมา หากอาร์กิวเมนต์สำหรับ n เป็น 1 โปรซีเยอร์จะแสดงผลลัพธ์เป็นยูนิแกรม หาก n เป็น 2 โปรซีเยอร์จะแสดงผลลัพธ์เป็นไบแกรม และเป็นดังนี้ไปตามลำดับ อินพุต text คือสตริงของคำที่ถูกแบ่งด้วยเว้นวรรค ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแบ่งสตริงออกเพื่อสร้าง n-gram ตารางด้านล่างแสดงคำอธิบายของฟังก์ชันที่ถูกใช้ในโปรแกรม ในคำถามนี้ ตัวดำเนินการ “+” ถูกใช้ทั้งสำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม และใช้เชื่อมต่อสองสตริงหรือมากกว่าให้เป็นสตริงเดียว ในโปรแกรมนี้นี้จะต้องไม่อ้างอิงถึงพื้นที่อื่นนอกเหนือจากอาร์เรย์ที่กำหนด

ตารางฟังก์ชัน

| ฟังก์ชัน           | การคืนค่า | คำอธิบาย                                                |
|--------------------|-----------|---------------------------------------------------------|
| split(string: str) | string [] | คืนค่าเป็นค่าต่าง ๆ ที่ถูกแบ่งด้วยเว้นวรรคในข้อความ str |

[โปรแกรม]

```

O NGRAMS(integer: n, string: text)
  string []: words ← split(text)
  string: s
  integer: i, j, length
  length ← the number of elements in words
  for (increase i from 1 to (A) by 1)
    s ← ""
    for (increase j from i to (B) by 1)
      s ← s + words[j] + " "
```

```

    endfor
    output s
endfor

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A              | B         |
|----|----------------|-----------|
| a) | length         | n         |
| b) | length         | i + n     |
| c) | length         | i + n - 1 |
| d) | length - n     | n         |
| e) | length - n     | i + n     |
| f) | length - n     | i + n - 1 |
| g) | length - n + 1 | n         |
| h) | length - n + 1 | i + n     |
| i) | length - n + 1 | i + n - 1 |



**Q16.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

ฟังก์ชัน m\_sin คำนวณและคืนค่าโดยประมาณของ sin(x) เมื่อกำหนด x เป็นอาร์กิวเมนต์ โดยฟังก์ชันจะใช้อนุกรมแมคลอริน (Maclaurin expansion) โดยใช้สูตรด้านล่างนี้

$$\sin(x) = x/1! - x^3/3! + x^5/5! - \dots + (-1)^n \times (x^{(2n+1)}/(2n+1)!)$$

ในที่นี้กำหนดให้ ! คือสัญลักษณ์แฟกทอเรียล และ n เป็นตัวเลขจำนวนเต็มตัวแรกที่ทำให้สมการนี้ถูกต้อง  $|x^{(2n+1)} / (2n+1)!| \leq 10^{-7}$

[โปรแกรม]

```

O real: m_sin(real: x)
  real: vn ← x
  real: k ← 1
  real: sum ← vn
  real: epsi ← 1×10-7
  while (abs(vn) A) // ฟังก์ชัน abs(vn) คืนค่าสัมบูรณ์ของ vn
    k ← k + 2
    vn ← B
    sum ← sum + vn
  endwhile
  return sum

```

กลุ่มคำตอบ

|    | A                  | B                                         |
|----|--------------------|-------------------------------------------|
| a) | $\leq \text{epsi}$ | $- vn \times x \div k$                    |
| b) | $\leq \text{epsi}$ | $- vn \times x^2 \div k^2$                |
| c) | $\leq \text{epsi}$ | $- vn \times x^2 \div ((k - 1) \times k)$ |
| d) | $\leq \text{epsi}$ | $- vn \times x^k \div k^2$                |
| e) | $\leq \text{epsi}$ | $- vn \times x^k \div ((k - 1) \times k)$ |
| f) | $> \text{epsi}$    | $- vn \times x \div k$                    |
| g) | $> \text{epsi}$    | $- vn \times x^2 \div k^2$                |
| h) | $> \text{epsi}$    | $- vn \times x^2 \div ((k - 1) \times k)$ |
| i) | $> \text{epsi}$    | $- vn \times x^k \div k^2$                |
| j) | $> \text{epsi}$    | $- vn \times x^k \div ((k - 1) \times k)$ |

**Q17.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง **A** และ **B** ในคำอธิบายต่อไปนี้

บริษัท S ซึ่งมีการใช้งานระบบสารสนเทศ มีแนวปฏิบัติ (Guideline) ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานให้กับพนักงานเพื่อใช้สำหรับทำงานประจำของตนเอง บริษัทมีทีมความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศทำหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นด้านความมั่นคงปลอดภัย รวมถึงการพัฒนาความรู้ของพนักงานเกี่ยวกับเรื่องความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ

เช้าวันหนึ่ง พนักงานบริษัทคนหนึ่งเข้ามาทำงานตามปกติ โดยได้เข้าสู่ระบบงานของบริษัทและได้รับอีเมลดังนี้:

จาก: เจ้าหน้าที่ฝ่ายธุรการ

ถึง: ผู้ที่เกี่ยวข้อง

หัวเรื่อง: ต้องมีการดำเนินการ: โปรดอัปเดตข้อมูลบัญชีธนาคารของท่าน

อีเมลถูกกำหนดให้ส่งไปยังพนักงานที่ไม่ได้รับเงินเดือนเนื่องจากมีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับข้อมูลบัญชีธนาคาร โปรดใช้ลิงค์ด้านล่างในการอัปเดตข้อมูลบัญชีธนาคารของคุณโดยด่วน โปรดอัปเดตข้อมูลดังกล่าวภายในเที่ยงวันนี้เพื่อให้ได้รับเงินเดือนในเดือนถัดไปตรงเวลา

Link: <https://www.example.com/company-s/paycheck&param=xnt6a5mv9YeKK1>

พนักงานคนนั้นคิดได้โดยไม่ช้าว่าน่าจะเป็นเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เขาจึงเลือกที่จะดำเนินการตามแนวปฏิบัติโดยไม่คลิกลิงก์ที่ปรากฏในอีเมล เนื่องจากเขาสงสัยว่านี่คือการโจมตี **A** ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะดำเนินการผ่าน **B** เขาจึงแจ้งข้อมูลนี้ให้กับทีมความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศของบริษัทให้ดำเนินการกับประเด็นปัญหาดังกล่าว

หลายวันต่อมา พนักงานคนดังกล่าวได้รับอีเมลจากหัวหน้าทีมความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศแจ้งให้ทราบว่าประเด็นปัญหานั้นได้รับการแก้ไขแล้ว และขอบคุณพนักงานที่มีความรับผิดชอบในการจัดการกรณีที่เกิดขึ้นตามที่แนวปฏิบัติได้กำหนดไว้

กลุ่มคำตอบ

|    | A                  | B                                                  |
|----|--------------------|----------------------------------------------------|
| a) | แมนอินเดอะมิดเดิล  | อีเมลที่มีลายเซ็นดิจิทัลที่ไม่ถูกต้อง              |
| b) | แมนอินเดอะมิดเดิล  | ลิงก์ที่มีพารามิเตอร์การร้องขอ HTTP ที่เป็นอันตราย |
| c) | ฟิชซิง             | การส่งอีเมลเพื่อล่อให้ไปยังเว็บไซต์ปลอม            |
| d) | ฟิชซิง             | การส่งอีเมลด้วยลายเซ็นดิจิทัลที่ไม่ถูกต้อง         |
| e) | เอสคิวแอลอินเจกชัน | การส่งอีเมลเพื่อล่อให้ไปยังเว็บไซต์ปลอม            |
| f) | เอสคิวแอลอินเจกชัน | ลิงก์ที่มีพารามิเตอร์การร้องขอ HTTP ที่เป็นอันตราย |

**Q18.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเติมลงในช่องว่าง A  
ถึง C ในตารางที่ 1

บริษัท X เป็นผู้ทำธุรกิจซื้อขายไป ที่กำลังจะเปิดให้บริการเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ลูกค้าซื้อสินค้าออนไลน์ บริษัทนี้ยังติดตั้งบริการอีเมลของตนเองไว้เพื่อให้พนักงานติดต่อธุรกิจทั้งกับลูกค้าและลูกค้าได้ บริษัท X จะใช้โครงสร้างพื้นฐานกุญแจสาธารณะ (PKI: Public Key Infrastructure) กับทั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์และบริการอีเมลของตน PKI ใช้การเข้ารหัสลับกุญแจสาธารณะเพื่อระบุตัวตนได้ทั้งในระดับบุคคลและระดับเซิร์ฟเวอร์ และถูกใช้งานอย่างกว้างขวางบนอินเทอร์เน็ต

นาย T ซึ่งเป็นฝ่ายสนับสนุนด้าน IT ของบริษัท X ได้รับมอบหมายให้จัดเตรียมเว็บเซิร์ฟเวอร์และบริการอีเมลให้สอดคล้องกับข้อกำหนดต่อไปนี้:

- เว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์จะทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ได้รับการรับรองจากผู้ให้บริการออกใบรับรองซึ่งเป็นบุคคลที่สาม (third-party certification authority) และการเชื่อมต่อทั้งหมดมายังเว็บเซิร์ฟเวอร์นี้ต้องได้รับการปกป้องด้วย HTTPS
- รายชื่อพนักงานรวมทั้งข้อมูลติดต่อจะถูกเผยแพร่ไว้บนเว็บไซต์เพื่อให้ลูกค้าและลูกค้าสามารถสื่อสารกับพนักงานของบริษัท X ได้อย่างปลอดภัย

การดำเนินการโดยนาย T แสดงอยู่ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การดำเนินการโดยนาย T

| No | การดำเนินการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | นาย T ส่งใบรับรองของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server certificate) พร้อมกับ <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">A</span> ไปยังผู้ให้บริการออกใบรับรองซึ่งเป็นบุคคลที่สาม โดยผู้ให้บริการออกใบรับรองได้เซ็นกำกับใบรับรองที่ส่งไปนั้นด้วยกุญแจส่วนตัวของตน จากนั้น นาย T จึงนำใบรับรองที่เซ็นกำกับมาแล้วนั้นติดตั้งลงในเว็บเซิร์ฟเวอร์ของบริษัท X เพื่อให้สามารถสื่อสารได้อย่างปลอดภัยและเชื่อถือได้ |
| 2  | นาย T ได้เผยแพร่ <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">B</span> ไปพร้อมกับข้อมูลพนักงานในรายชื่อพนักงานบนเว็บไซต์ของบริษัท X เพื่อให้ลูกค้าและลูกค้าสามารถส่งอีเมลที่เข้ารหัสลับมายังพนักงานแต่ละรายในบริษัทได้                                                                                                                                                                                |
| 3  | เพื่อให้สามารถส่งอีเมลที่เซ็นกำกับด้วยลายเซ็นดิจิทัลไปยังลูกค้าและลูกค้าได้ พนักงานของบริษัท X จำเป็นต้องติดตั้ง <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">C</span> ลงในอีเมลไคลเอนต์ ดังนั้น นาย T จึงต้องให้ความช่วยเหลือกับพนักงานบางรายที่ต้องการความช่วยเหลือในการดำเนินการดังกล่าว                                                                                                           |

กลุ่มคำตอบ

|    | A                                | B                         | C                         |
|----|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| a) | กฎแฉส่วนตัวของ<br>เว็บไซต์ฟเวอร์ | กฎแฉส่วนตัวของ<br>พนักงาน | กฎแฉส่วนตัวของลูกค้า      |
| b) | กฎแฉส่วนตัวของ<br>เว็บไซต์ฟเวอร์ | กฎแฉส่วนตัวของ<br>พนักงาน | กฎแฉสาธารณะของ<br>ลูกค้า  |
| c) | กฎแฉส่วนตัวของ<br>เว็บไซต์ฟเวอร์ | กฎแฉส่วนตัวของ<br>พนักงาน | กฎแฉสาธารณะของ<br>พนักงาน |
| d) | กฎแฉสาธารณะของ<br>เว็บไซต์ฟเวอร์ | กฎแฉสาธารณะของ<br>พนักงาน | กฎแฉส่วนตัวของลูกค้า      |
| e) | กฎแฉสาธารณะของ<br>เว็บไซต์ฟเวอร์ | กฎแฉสาธารณะของ<br>พนักงาน | กฎแฉสาธารณะของ<br>ลูกค้า  |
| f) | กฎแฉสาธารณะของ<br>เว็บไซต์ฟเวอร์ | กฎแฉสาธารณะของ<br>พนักงาน | กฎแฉส่วนตัวของ<br>พนักงาน |

**Q19.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเติมลงในช่องว่าง A  
และ B ในคำอธิบายต่อไปนี้

บริษัท Y เป็นผู้ให้บริการค้าปลีกออนไลน์ที่มีเว็บแอปพลิเคชันพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ให้ลูกค้าสามารถซื้อสินค้าออนไลน์และโพสต์รีวิวสินค้าได้ เว็บแอปพลิเคชันนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาและได้รับการบำรุงรักษาภายในบริษัท Y โดยคุณสมบัติต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์นี้เป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 1

- เว็บแอปพลิเคชันอยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ใน DMZ และฐานข้อมูลที่ถูกใช้โดยเว็บแอปพลิเคชันนี้อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลที่ตั้งอยู่ในเครือข่ายภายในของบริษัท (internal network)
- ไฟร์วอลล์ของบริษัทได้รับการกำหนดค่าไว้อย่างถูกต้อง โดยลูกค้าสามารถเข้าถึงได้เฉพาะเว็บเซิร์ฟเวอร์ใน DMZ ขณะที่ฐานข้อมูลสามารถเข้าถึงได้จากเว็บเซิร์ฟเวอร์เท่านั้น
- เว็บเซิร์ฟเวอร์อนุญาตให้เข้าถึงผ่านบริการ HTTPS เท่านั้น และใบรับรองของเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับการกำหนดค่าไว้อย่างถูกต้อง
- ลูกค้าสามารถล็อกอินเข้าระบบได้โดยใช้ที่อยู่อีเมลและรหัสผ่านที่ได้ลงทะเบียนไว้
- รหัสผ่านถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลในรูปแบบของแฮช
- ลูกค้าจะถูกปิดกั้นไม่ให้เข้าระบบหากมีความพยายามเข้าระบบไม่สำเร็จต่อเนื่องกันครบ 5 ครั้ง โดยระบบจะส่งลิงก์เพื่อกู้คืนบัญชีให้ทางอีเมล
- ธุรกรรมทางการเงินจะดำเนินการผ่านเกตเวย์ชำระเงินของผู้ให้บริการบุคคลที่สาม โดยข้อมูลบัตรเครดิตของลูกค้าไม่ได้ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล
- ลูกค้าที่ลืมรหัสผ่านสามารถใช้ระบบกู้คืนรหัสผ่านได้โดยระบบจะส่งลิงก์เพื่อกู้คืนรหัสผ่านให้ทางอีเมลที่ได้ลงทะเบียนไว้

รูปที่ 1 คุณสมบัติของเว็บแอปพลิเคชันพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

ในระยะหลังมานี้มีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งลูกค้าหลายรายแจ้งว่าบัญชีของตนถูกบุกรุก ฝ่ายบริหารจึงมอบหมายฝ่ายไอทีตรวจสอบและแก้ไขปัญหา ฝ่ายไอทีพบว่าบัญชีของลูกค้าหลายรายมีผู้อื่นล็อกอินเข้าระบบโดยเจ้าของบัญชีไม่ทราบ และบางรายถูกนำไปใช้โพสต์รีวิวปลอมในระบบ นอกจากนี้ ฝ่ายไอทียังพบการเข้าถึงฐานข้อมูลและประมวลผลคิวรีโดยไม่ได้รับอนุญาตแม้จะไม่มีร่องรอยการล็อกอินของบัญชีผู้ดูแลระบบก็ตาม

ฝ่ายไอทีลงความเห็นว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงที่ผ่านมา มีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จะเกิดจากการใช้รหัสผ่านเดียวกันบนเว็บไซต์อื่นที่มีการรั่วไหลและ A ทางฝ่ายไอทีจึงเสนอให้ใช้การพิสูจน์ตัวตนจริงแบบสองปัจจัย (2-factor authentication) และใช้ B เพื่อลดโอกาสเกิดปัญหาลักษณะเดียวกันในอนาคต ฝ่ายบริหารเห็นชอบแผนการที่นำเสนอ แล้วจึงดำเนินการตามมาตรการที่วางแผนไว้ในลำดับต่อไป

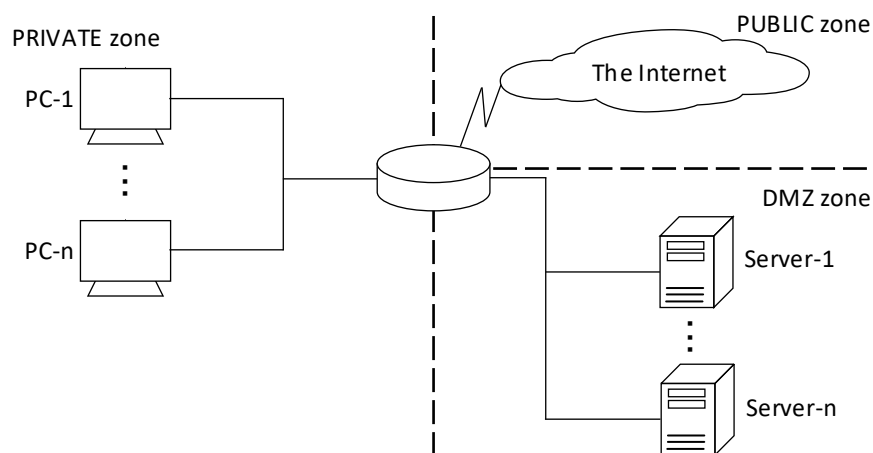
กลุ่มคำตอบ

|    | A                           | B                                    |
|----|-----------------------------|--------------------------------------|
| a) | การดักฟังการเชื่อมต่อ       | การเข้ารหัสลับฐานข้อมูล              |
| b) | การดักฟังการเชื่อมต่อ       | เว็บแอปพลิเคชันไฟร์วอลล์             |
| c) | การโจมตีแบบบรูทฟอร์สออนไลน์ | CAPTCHA                              |
| d) | การโจมตีแบบบรูทฟอร์สออนไลน์ | นโยบายการกำหนดรหัสผ่านที่ซับซ้อนขึ้น |
| e) | เอสคิวแอลอินเจกชัน          | การเข้ารหัสลับฐานข้อมูล              |
| f) | เอสคิวแอลอินเจกชัน          | เว็บแอปพลิเคชันไฟร์วอลล์             |

**Q20.** จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง **A** ถึง **C** ในคำอธิบายต่อไปนี้

โซน (Zone) คือ กลุ่มของอินเทอร์เฟซ (interfaces) ซึ่งมีฟังก์ชันหรือคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โซนกำหนดขอบเขตความมั่นคงปลอดภัยของระบบเครือข่าย โซนหนึ่ง ๆ จะกำหนดขอบเขตที่การรับส่งข้อมูลจะอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของนโยบายเมื่อมีการเข้าไปยังอีกพื้นที่หนึ่งของระบบเครือข่าย นโยบายการตรวจสอบ (inspection policy) จะถูกนำไปใช้ในการตรวจสอบการรับส่งข้อมูลที่เคลื่อนที่ระหว่างโซน นโยบายระหว่างโซน (Inter-zone policies) ให้ความยืดหยุ่นเป็นอย่างมาก ดังนั้น นโยบายการตรวจสอบที่แตกต่างกันสามารถถูกนำมาใช้กับกลุ่มโฮสต์หลายกลุ่มที่เชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เฟซเราเตอร์เดียวกันได้

บริษัท Z ตั้งใจจะนำไฟร์วอลล์ซึ่งใช้นโยบายแบบโซนไปใช้กับศูนย์ข้อมูลของบริษัท ดังนั้น ทางบริษัทได้พัฒนาโทโพโลยีเครือข่ายดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โทโพโลยีเครือข่าย

โซนเหล่านี้มีคุณลักษณะดังนี้:

- โซนดีเอ็มแซด (**DMZ zone**) หมายถึง โซนของเครื่องแม่ข่ายซึ่งถูกเข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต และจากภายใน แม้เครื่องแม่ข่ายในโซนดีเอ็มแซดจะถูกเจาะหรือละเมิด ก็ยังคงป้องกันไม่ให้อุปกรณ์อื่นเข้าถึงเครื่องพีซีที่อยู่ในศูนย์ข้อมูลได้โดยตรง
- โซนสาธารณะ (**PUBLIC zone**) หมายถึง ระบบเครือข่ายภายนอกศูนย์ข้อมูล
- โซนส่วนตัว (**PRIVATE zone**) หมายถึง ระบบเครือข่ายภายใน เครื่องพีซีทั้งหมดภายในศูนย์ข้อมูลอยู่ในโซนนี้

นโยบายความมั่นคงปลอดภัยของศูนย์ข้อมูลควรเป็นดังนี้:

- โฮสต์ในโซน **A** ไม่สามารถเชื่อมต่อกับโฮสต์ในโซน **B** ได้

- โฮสต์ในโซน  สามารถเข้าถึงบริการ DNS บนโฮสต์ทุกตัวในโซน  และบริการ HTTP/HTTPS บนโฮสต์บางตัวในโซน  ได้ เพื่อรับการอัปเดตซอฟต์แวร์เท่านั้น
- โฮสต์ในโซน  สามารถเชื่อมต่อไปยังโฮสต์ในโซน  ผ่านบริการ TCP, UDP และ ICMP ได้
- โฮสต์ในโซน  สามารถเข้าถึงโซน  ได้ แต่ไม่อนุญาตในทางกลับกัน
- โฮสต์ในโซน  สามารถเข้าถึงบริการ HTTPS บนโฮสต์ในโซน  ได้ โดยนโยบายนี้จะจำกัดการเข้าถึงบริการอื่น ๆ ที่มีให้ในเซิร์ฟเวอร์แต่ละเครื่อง

กลุ่มคำตอบ

|    | A       | B       | C       |
|----|---------|---------|---------|
| a) | DMZ     | PUBLIC  | PRIVATE |
| b) | DMZ     | PRIVATE | PUBLIC  |
| c) | PRIVATE | DMZ     | PUBLIC  |
| d) | PRIVATE | PUBLIC  | DMZ     |
| e) | PUBLIC  | DMZ     | PRIVATE |
| f) | PUBLIC  | PRIVATE | DMZ     |

---

Company names and product names appearing in the test questions are trademarks or registered trademarks of their respective companies. Note that the ® and ™ symbols are not used within the text.