



April 2025

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

เนื่องจากคำตอบที่ถูกต้องคือ "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> , ... <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>. Otherwise, proceed to the next elseif or else.</p> <p>*2 If <i>condition-ei</i> is true, then execute <i>process-ei</i>. Otherwise, proceed to the next elseif or else.</p> <p>*3 If all conditions are false, execute <i>process-e</i>. Note: *2 and *3 can be omitted. *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	(), . ⁽¹⁾	<div style="text-align: center;"> High ↑ ↓ Low </div>	⁽¹⁾ accessing member or method
Unary operator	+, -, not ⁽²⁾		⁽²⁾ logical negation
Binary operator	x, ÷, mod ⁽³⁾		⁽³⁾ remainder
	+, -		
	>, <, ≥, ≤, =, ≠		
	and ⁽⁴⁾		⁽⁴⁾ logical product
	or ⁽⁵⁾		⁽⁵⁾ 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}, {14, 15, 16}, {17, 18, 19}}	{{21, 22}, {23, 24, 25}, {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 ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A ถึง C ในโปรแกรม

ปีครบรอบศตวรรษ (centurial year) หมายถึงปีที่หารด้วย 100 ลงตัว ปีที่เป็นปีครบรอบศตวรรษจะไม่ใช่ปีอธิกสุรทิน (leap year) ยกเว้นปีที่หารด้วย 400 ลงตัว โดยปีที่ไม่ใช่ปีครบรอบศตวรรษ (ปีที่หารด้วย 100 ไม่ลงตัว) จะเป็นปีอธิกสุรทินหากปีนั้นหารด้วย 4 ลงตัว ฟังก์ชัน isLeapYear รับตัวเลขจำนวนเต็ม year และคืนค่า true หากปีที่รับค่าไปนั้นเป็นปีอธิกสุรทิน แต่หากไม่ใช่ จะคืนค่าเป็น false

[โปรแกรม]

```
O boolean: isLeapYear(integer: year) // คืนค่า true หากตัวแปร year
                                     // เป็นปีอธิกสุรทิน; ไม่เช่นนั้น คืนค่า false
if ( A )
    return B
elseif ( C )
    return false
elseif (year mod 4 = 0)
    return true
else
    return false
endif
```

กลุ่มคำตอบ

	A	B	C
a)	$\text{year mod } 100 = 0$	false	$\text{year mod } 400 = 0$
b)	$\text{year mod } 100 = 0$	true	$\text{year mod } 400 = 0$
c)	$\text{year mod } 100 \neq 0$	false	$\text{year mod } 400 \neq 0$
d)	$\text{year mod } 100 \neq 0$	true	$\text{year mod } 400 \neq 0$
e)	$\text{year mod } 400 = 0$	false	$\text{year mod } 100 = 0$
f)	$\text{year mod } 400 = 0$	true	$\text{year mod } 100 = 0$
g)	$\text{year mod } 400 \neq 0$	false	$\text{year mod } 100 \neq 0$
h)	$\text{year mod } 400 \neq 0$	true	$\text{year mod } 100 \neq 0$

Q2. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

ฟังก์ชัน isPerfect รับจำนวนเต็มบวก n และคืนค่าว่า n เป็นจำนวนสมบูรณ์ (perfect number) หรือไม่ ในที่นี้ จำนวนจะเป็น "จำนวนสมบูรณ์" หากผลรวมของตัวหาร (ไม่รวมตัวจำนวนนั่นเอง) ที่เป็นบวก เท่ากับตัวจำนวนนั่นเอง ตัวอย่างเช่น 28 เป็นจำนวนสมบูรณ์ เพราะ 28 มีตัวหาร 1, 2, 4, 7 และ 14 และ $1 + 2 + 4 + 7 + 14 = 28$

[โปรแกรม]

```

O boolean: isPerfect(integer: n)
  integer: k
  integer: sum ← 0
  integer: half ← integer part of (n ÷ 2)
  for (increase k from 1 to half by 1)
    if ( A )
      B
    endif
  endfor
  if (sum = n)
    return true
  else
    return false
  endif

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	$n \bmod k \neq 0$	$sum \leftarrow sum + 1$
b)	$n \bmod k \neq 0$	$sum \leftarrow sum + k$
c)	$n \bmod k = 0$	$sum \leftarrow sum + 1$
d)	$n \bmod k = 0$	$sum \leftarrow sum + k$

Q3. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง ในคำอธิบาย

ตัวหารร่วมมาก (GCD) ของสองจำนวนคือจำนวนที่มากที่สุดที่หารทั้งสองจำนวนนั้นลงตัว ฟังก์ชัน GCD รับตัวเลขจำนวนเต็มบวกสองจำนวนและคืนค่า GCD ของสองจำนวนนั้น เมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน GCD เป็น GCD(98, 56) แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้คือ จาก (1)-(4) ด้านล่างนี้ ในที่นี้ คำสั่ง output "output m, n" แสดงค่าของตัวแปร m และ n แล้วจึงขึ้นบรรทัดใหม่

(1)	98 56 42 14 28 14 14 7	(2)	42 56 42 14 28 14 14 14	(3)	42 56 42 28 14 28 14 14	(4)	56 42 42 14 14 28 14 14
-----	---------------------------------	-----	----------------------------------	-----	----------------------------------	-----	----------------------------------

[โปรแกรม]

```
O integer: GCD(integer: x, integer: y)
integer: m ← x
integer: n ← y
while (m ≠ n)
  if (m > n)
    m ← m - n
  else
    n ← n - m
  endif
  output m, n
endwhile
return m
```

กลุ่มคำตอบ

- a) (1) b) (2) c) (3) d) (4)

Q4. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

ฟังก์ชันต่อไปนี้จะรับตัวเลขจำนวนเต็มแล้วตีความตัวเลขที่รับมานั้นให้เป็นเลขฐานสอง แล้วจึงคืนค่าเลขฐานสิบของเลขฐานสองที่รับมา โปรดทราบว่าตัวเลขนั้นจะไม่เป็นค่าลบ และการรับค่าเลขฐานสิบจะมีเฉพาะเลข 0 และ 1 เท่านั้น ตัวอย่างเช่น หากรับค่าเป็น 1100 แล้ว จะคืนค่าเป็น 12

[โปรแกรม]

```

O integer: convert(integer: number)
  integer: place, n, remainder, decimal
  decimal ← 0
  place ← 1
  n ← number
  while (n > 0)
    remainder ← n mod 10
    n ← ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ (n ÷ 10)
    decimal ← decimal + A
    place ← B
  endwhile
  return decimal

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	$2 \times \text{place}$	$n \times \text{place}$
b)	$2 \times \text{place}$	$\text{remainder} \times \text{place}$
c)	$10 \times \text{place}$	$2 \times \text{place}$
d)	$10 \times \text{place}$	$\text{remainder} \times \text{place}$
e)	$n \times \text{place}$	$2 \times \text{place}$
f)	$n \times \text{place}$	$\text{remainder} \times \text{place}$
g)	$\text{remainder} \times \text{place}$	$2 \times \text{place}$
h)	$\text{remainder} \times \text{place}$	$10 \times \text{place}$

Q5. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง ในโปรแกรม

ฟังก์ชัน calc รับจำนวนจริงบวก x และ y แล้วส่งคืนผลลัพธ์ของการคำนวณ $(\sqrt{x} + \sqrt{y})^2$

ตัวอย่างเช่น เมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน calc เป็น calc(4, 9) แล้ว ค่าที่ส่งคืนคือ 25 ในที่นี้ ฟังก์ชัน

pow(a, b) ส่งคืนค่า a ยกกำลัง b

[โปรแกรม]

```
O real: calc(real: x, real: y)
```

```
    return 
```

กลุ่มคำตอบ

- a) pow(pow(x, 0.5) + pow(y, 0.5), 2)
- b) pow(pow(x, 0.5), 2) + pow(pow(y, 0.5), 2)
- c) pow(pow(x, 2) + pow(y, 2), 0.5)
- d) pow(x, 0.5) + pow(y, 0.5)
- e) pow(x, 0.5) + pow(y, 0.5) ÷ pow(2, 0.5)
- f) pow(x, 2) + pow(y, 2) ÷ pow(2, 0.5)

Q6. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

Gray code คือลำดับของตัวเลขฐานสอง ซึ่งค่าสองค่าที่อยู่ต่อเนื่องกันจะต่างกันเพียง 1 บิต ฟังก์ชัน GrayBiCon แปลง gray code เป็นตัวเลขฐานสองโดยใช้ตัวดำเนินการบิต (bitwise operator) โดยตัวดำเนินการบิตจะทำงานกับแต่ละบิตในตัวแปร ฟังก์ชันนี้รับอาร์กิวเมนต์ชนิด 8 บิต x เป็น gray code และส่งคืนเป็นตัวเลขฐานสองของอาร์กิวเมนต์ที่รับไป ค่าของแต่ละบิตหลังการแปลงคือการ exclusive OR กันของบิตที่มีนัยสำคัญมากที่สุด ใน gray code ไปจนถึงตำแหน่งบิตที่สอดคล้องกันกับค่าที่ถูกแปลงแล้วของบิตที่มีตำแหน่งสูงกว่าหนึ่งตำแหน่ง ตัวอย่างเช่น เมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน GrayBiCon เป็น GrayBiCon(00001100) แล้ว ค่าที่ส่งคืนคือตัวเลขฐานสอง 00001000 ตัวดำเนินการบิตที่ใช้กันทั่วไปแสดงอยู่ในตารางด้านล่าง

ตารางตัวดำเนินการ

Operator	Name
&	ตัวดำเนินการบิต AND
	ตัวดำเนินการบิต OR
^	ตัวดำเนินการบิต XOR (exclusive OR)
<<	เลื่อนบิตไปทางซ้าย
>>	เลื่อนบิตไปทางขวา

ตัวอย่างเช่น $v \ll n$ ทำการเลื่อนบิตของค่า v ไปทางซ้าย n บิต

[โปรแกรม]

```

O 8-bit: GrayBiCon(8-bit: x)
  8-bit: y ← x
  8-bit: z ← x
  while (z ≠ 00000000)
    z ← z A 1
    y ← B
  endwhile
  return y

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	&	$y \& z$
b)	&	$y \wedge z$
c)	&	$y \mid z$
d)	<<	$y \& z$
e)	<<	$y \wedge z$
f)	<<	$y \mid z$
g)	>>	$y \& z$
h)	>>	$y \wedge z$
i)	>>	$y \mid z$

Q7. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง ในคำอธิบาย
ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

ฟังก์ชัน `binarySearch` รับอาร์กิวเมนต์สี่ตัว: อาร์กิวเมนต์แรกคืออาร์เรย์ที่ระบุด้วยอาร์กิวเมนต์ `arr` (จำนวนสมาชิก ≥ 1) อาร์กิวเมนต์ที่สองคือค่าที่ระบุด้วยอาร์กิวเมนต์ `target` อาร์กิวเมนต์ที่สามคือขอบเขตล่าง `low` ของอาร์เรย์ และอาร์กิวเมนต์ที่สี่คือขอบเขตบน `high` ของอาร์เรย์ อาร์เรย์ `arr` ไม่มีสมาชิกที่ซ้ำกันและถูกเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก หาก `arr` มีสมาชิกที่มีค่าเท่ากับ `target` ฟังก์ชันนี้จะคืนค่าดัชนีของสมาชิกนั้น หรือคืนค่า `-1` ในกรณีอื่น

เมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน `binarySearch` เป็น `binarySearch({1, 2, 3, 4, 5, 6}, 5, 1, 6)` แล้ว จำนวนครั้งที่สตริง "call" ถูกแสดงผลคือ

[โปรแกรม]

```
O integer: binarySearch(integer []: arr, integer: target,
                        integer: low, integer: high)
    integer: mid
    if (low > high)
        return -1
    endif
    mid ← ส่วนที่เป็นจำนวนเต็มของ ((low + high) ÷ 2)

    if (arr[mid] > target)
        output "call"
        return binarySearch(arr, target, low, mid - 1)
    elseif (arr[mid] < target)
        output "call"
        return binarySearch(arr, target, mid + 1, high)
    else
        return mid
    endif
```

กลุ่มคำตอบ

- | | | | |
|------|------|------|------|
| a) 0 | b) 1 | c) 2 | d) 3 |
| e) 4 | f) 5 | g) 6 | |

Q8. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

ฟังก์ชัน reverse รับสตริง inputStr เป็นพารามิเตอร์และคืนค่าเป็นสตริงที่กลับด้านกัน ในที่นี้ ความยาวของสตริงที่ป้อนให้กับ inputStr คือ 100 หรือน้อยกว่า ในโปรแกรมนี้ พื้นที่นอกอาร์เรย์ต้องไม่ถูกอ้างอิง และค่าที่ไม่กำหนด (undefined value) ต้องไม่ถูกนำมาต่อท้าย (append) ให้กับสตริง

[โปรแกรม]

```
global: character [:] stack ← {100 undefined}
global: integer: sp ← 0
```

```
○ string: reverse(string: inputStr)
  integer: n ← length of inputStr
  integer: i
  character: x, v
  string: outputStr ← ""
  for (increase i from 1 to n by 1)
    x ← อักขระตัวที่ i-th ของสตริง inputStr
    push(x)
  endfor
  while (sp ≠ A)
    v ← pop()
    append v to outputStr
  endwhile
  return outputStr
```

```
○ push(character: x)
  sp ← sp + 1
  stack[sp] ← x
```

```
○ character: pop()
  character: retvar
  B
  return retvar
```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	-1	retvar \leftarrow stack[sp] sp \leftarrow sp + 1
b)	-1	retvar \leftarrow stack[sp] sp \leftarrow sp - 1
c)	-1	sp \leftarrow sp + 1 retvar \leftarrow stack[sp]
d)	-1	sp \leftarrow sp - 1 retvar \leftarrow stack[sp]
e)	0	retvar \leftarrow stack[sp] sp \leftarrow sp + 1
f)	0	retvar \leftarrow stack[sp] sp \leftarrow sp - 1
g)	0	sp \leftarrow sp + 1 retvar \leftarrow stack[sp]
h)	0	sp \leftarrow sp - 1 retvar \leftarrow stack[sp]

Q9. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A ถึง C ในโปรแกรม

เมื่อได้รับรากของต้นไม้ทวิภาคสองต้น จุดประสงค์ของโปรแกรมนี้อคือการตรวจสอบว่าต้นไม้ทั้งสองนั้นเหมือนกันหรือไม่ ต้นไม้ทวิภาคสองต้นนั้นจะเหมือนกันหากเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้:

- โครงสร้าง: ต้นไม้ทั้งสองมีโครงสร้างเหมือนกัน ซึ่งหมายความว่าสำหรับโหนดที่สอดคล้องกันในต้นไม้ทั้งสอง การเรียงลำดับของลูกทางซ้ายและลูกทางขวานั้นต้องเหมือนกัน
- ค่าของโหนด: แต่ละโหนดที่สอดคล้องกันในต้นไม้ทั้งสองต้องมีค่าเท่ากัน ตัวอย่างเช่น หากต้นไม้ T_1 มีโหนด N_1 ที่มีค่า v_1 และต้นไม้ T_2 มีโหนดที่สอดคล้องกัน N_2 ที่มีค่า v_2 แล้ว $v_1 = v_2$

ฟังก์ชัน isSameTree รับอินสแตนซ์ของคลาส TreeNode สองอินสแตนซ์เป็นอาร์กิวเมนต์ที่แสดงถึงโหนดรากของต้นไม้ทวิภาคสองต้น และคืนค่า true หากต้นไม้สองต้นนั้นเหมือนกัน ไม่เช่นนั้นจะคืนค่า false ตัวแปรสมาชิกของ TreeNode แสดงไว้ในตารางด้านล่าง

ตาราง คำอธิบายตัวแปรสมาชิกของคลาส TreeNode

ตัวแปรสมาชิก	ชนิด	คำอธิบาย
val	integer	ค่าจำนวนเต็มของโหนดปัจจุบัน
left	TreeNode	โหนดลูกทางซ้าย
right	TreeNode	โหนดลูกทางขวา

[โปรแกรม]

○ boolean: isSameTree(TreeNode: p, TreeNode: q)

boolean: checkLeft, checkRight

```

if (p = undefined A q = undefined)
    return true
endif
if (p = undefined B q = undefined)
    return false
endif
if (p.val ≠ q.val)
    return false
endif

```

```

checkLeft ← isSameTree(p.left, q.left)
checkRight ← isSameTree(p.right, q.right)

```

```

return checkLeft C checkRight

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B	C
a)	or	and	and
b)	and	or	or
c)	and	or	and
d)	or	and	or

Q10. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

โพธิ์เยอร์ deleteLast ลบองค์ประกอบตัวสุดท้ายของลิงก์ลิสต์แบบสองทาง (doubly linked list) องค์ประกอบแต่ละตัวของลิงก์ลิสต์แบบสองทางถูกแทนด้วยคลาส ListElement ตารางด้านล่างแสดงคำอธิบายของคลาส ListElement ตัวแปรชนิด ListElement เก็บการอ้างอิงไปยังอินสแตนซ์ของคลาส ListElement ตัวแปรโกลบอล listHead เก็บการอ้างอิงไปยังองค์ประกอบตัวแรก (head element) ของลิงก์ลิสต์แบบสองทาง โปรดทราบว่าองค์ประกอบแต่ละตัวในลิงก์ลิสต์แบบสองทาง มีการอ้างอิงไปยังองค์ประกอบก่อนหน้าและองค์ประกอบถัดไป ในที่นี้ ถ้าลิสต์ว่างอยู่ listHead จะถูกตั้งค่าเป็น undefined

โพธิ์เยอร์นี้จัดการกับสามกรณีหลัก: หากลิสต์ว่างอยู่ จะแสดงคำว่า "empty" หากลิสต์มีเพียงองค์ประกอบเดียว หลังจากลบแล้วจะกลายเป็นลิสต์ว่าง หากมีองค์ประกอบหลายรายการ จะนำออกเฉพาะองค์ประกอบสุดท้าย

ตาราง Class ListElement

ตัวแปรสมาชิก	ชนิด	คำอธิบาย
data	integer	ค่าขององค์ประกอบตัวหนึ่ง
next	ListElement	การอ้างอิงไปยังอินสแตนซ์ที่เก็บองค์ประกอบถัดไปในลิสต์
prev	ListElement	การอ้างอิงไปยังอินสแตนซ์ที่เก็บองค์ประกอบก่อนหน้าในลิสต์

[โปรแกรม]

```
global: ListElement: listHead /* อ้างอิงไปยังสมาชิกตัวแรกของลิสต์ */
```

```
○ deleteLast()
```

```
ListElement: current
```

```
if (listHead is undefined)
```

```
  output "empty"
```

```
else
```

```
  current ← listHead
```

```
  while (A is not undefined)
```

```
    current ← current.next
```

```
  endwhile
```

```
  if (current.prev is not undefined) // มีองค์ประกอบหลายรายการ
```

```
    B ← undefined
```

```
  else
```

```
    // มีองค์ประกอบเพียงตัวเดียว
```

```
    listHead ← undefined
```

```
    // ลิสต์ว่าง
```

```
  endif
```

```
endif
```


กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	current.prev	current.prev.next
b)	current.prev	current.next
c)	current	current.prev.next
d)	current	current.next
e)	current.next	current.prev.next
f)	current.next	current.next

Q11. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง ในคำอธิบายและช่องว่าง ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 0

โพรซีเยอร์ sort รับอาร์เรย์ของจำนวนเต็ม (integer array) arr และพิมพ์จำนวนเต็มทั้งหมดใน arr ตามลำดับจากน้อยไปมากด้วยเครื่องหมายจุลภาค "," โดยจำนวนสมาชิกใน arr มีค่า ≥ 1 ค่าของสมาชิกในอาร์เรย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 0–10

ถ้า arr เป็น {9, 3, 2, 0, 9, 3, 0, 1, 5, 3, 8} เมื่อโพรซีเยอร์ทำงานแล้วเสร็จ จะแสดงผล "0, 0, 1, 2, 3, 3, 3, 5, 8, 9, 9, " และค่าของสมาชิกในอาร์เรย์ s จะเป็น { }

[โปรแกรม]

```

O sort(integer []: arr) // พิมพ์สมาชิกทั้งหมดใน arr ตามลำดับจากน้อยไปมาก
  integer []: s ← {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
  integer: i, j
  for (increase i from 0 to (จำนวนของสมาชิกใน arr) - 1 by 1)
    s[arr[i]] ← s[arr[i]] + 1
  endfor
  for (increase i from 0 to 10 by 1)
    if (s[i] > 0)
      for (increase j from 0 to s[i] - 1 by 1)
        output  and ", "
      endfor
    endif
  endfor
  return

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	0, 0, 1, 2, 3, 3, 3, 5, 8, 9, 9	arr[i]
b)	0, 0, 1, 2, 3, 3, 3, 5, 8, 9, 9	i
c)	0, 0, 1, 2, 3, 3, 3, 5, 8, 9, 9	s[i]
d)	0, 1, 2, 3, 5, 8, 9	arr[j]
e)	0, 1, 2, 3, 5, 8, 9	i
f)	0, 1, 2, 3, 5, 8, 9	j
g)	2, 1, 1, 3, 0, 1, 0, 0, 1, 2, 0	i
h)	2, 1, 1, 3, 0, 1, 0, 0, 1, 2, 0	j
i)	2, 1, 1, 3, 0, 1, 0, 0, 1, 2, 0	s[j]

Q12. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

ฟังก์ชัน hammingDistance เปรียบเทียบอาร์เรย์อักขระสองตัวคือ s1 และ s2 ที่ถูกป้อนเป็นอาร์กิวเมนต์ s1 และ s2 มีสมาชิกหนึ่งตัวหรือมากกว่า ถ้า s1 และ s2 มีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากัน ฟังก์ชันจะคืนค่า -1 ไม่เช่นนั้น จะคืนเป็นจำนวนของดัชนีที่อาร์เรย์ทั้งสองมีค่าสมาชิกแตกต่างกัน ณ ตำแหน่งเดียวกัน รูปด้านล่างแสดงตัวอย่างอาร์เรย์อักขระสองตัว APPLE และ APRIE ซึ่งมีค่าของสมาชิกแตกต่างกันที่สองดัชนี

A	P	P	L	E
A	P	R	I	E

รูปภาพ ตัวอย่างอาร์เรย์อักขระสองตัว

ตารางด้านล่างแสดงตัวอย่าง s1 และ s2 ที่ถูกป้อนให้ฟังก์ชัน hammingDistance และคืนค่ากลับมา ในโปรแกรมนี้น พื้นที่นอกอาร์เรย์จะต้องไม่ถูกอ้างอิง

ตาราง ตัวอย่างของ s1 และ s2 ที่ถูกป้อนให้ฟังก์ชัน hammingDistance และค่าที่ถูกส่งคืน

s1	s2	ค่าที่ถูกส่งคืน
{"a", "p", "p", "l", "e"}	{"a", "p", "p", "l", "e"}	0
{"a", "p", "p", "l", "e"}	{"a", "p", "r", "i", "l"}	3
{"a", "p", "p", "l", "e"}	{"m", "e", "l", "o", "n"}	5
{"a", "p", "p", "l", "e"}	{"p", "i", "e"}	-1

[โปรแกรม]

```

O integer: hammingDistance(character []: s1, character []: s2)
  integer: i, cnt ← 0
  if (จำนวนสมาชิกใน s1 ≠ จำนวนสมาชิกใน s2)
    return -1
  endif
  for (increase i from 1 to จำนวนสมาชิกใน s1 by 1)
    if ()
      cnt ← cnt + 1
    endif
  endfor
  return cnt

```

กลุ่มคำตอบ

- a) $s1[cnt] = s2[cnt]$
- c) $s1[cnt] = s2[i]$
- e) $s1[i] = s2[cnt]$
- g) $s1[i] = s2[i]$

- b) $s1[cnt] \neq s2[cnt]$
- d) $s1[cnt] \neq s2[i]$
- f) $s1[i] \neq s2[cnt]$
- h) $s1[i] \neq s2[i]$

Q13. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม ในที่นี้ ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

โพธิ์เยอร์ maximumSubarray คำนวณผลรวมสูงสุดของอาร์เรย์ย่อย (subarray) ของอาร์เรย์ T (จำนวนสมาชิก ≥ 1) อาร์เรย์ย่อยคือส่วนต่อเนื่องของอาร์เรย์ เช่น จาก T[1] ถึง T[3] โดยอาจมีได้ตั้งแต่สมาชิกเพียงตัวเดียว หรือยาวเท่ากับอาร์เรย์ทั้งหมดก็ได้ โพธิ์เยอร์นี้จะค้นหาหนึ่งในอาร์เรย์ย่อยเหล่านี้ที่มีผลรวมของค่ามากที่สุด และแสดงผลรวม ดัชนีตัวแรก และดัชนีตัวสุดท้ายของอาร์เรย์ย่อยนั้น ตัวอย่างเช่น หากข้อมูลในอาร์เรย์คือ {-2, 1, -3, 4, -1, 2, 1, -5, 4} ผลลัพธ์จะเป็น 6, 4 และ 7 ซึ่งแสดงถึงผลรวม ดัชนีแรก และดัชนีสุดท้าย ตามลำดับ ในที่นี้ อาร์เรย์ย่อยที่เริ่มจาก T[4] ถึง T[7] คือ {4, -1, 2, 1}

[โปรแกรม]

```
O maximumSubarray(integer []: T)
  integer: n ← จำนวนสมาชิกใน T
  integer: i, j
  integer: first, last /* ดัชนีตัวแรกและตัวสุดท้ายของอาร์เรย์ย่อย */
  integer: sum
  integer: max ← T[1] - 1

  for (increase i from 1 to n by 1)
    sum ← 0
    for (increase j from A to n by 1)
      sum ← sum + T[j]
      if (sum > max)
        first ← i
        last ← B
        max ← sum
      endif
    endfor
  endfor

  output max, first, last
```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	1	j
b)	1	j - 1
c)	i	j
d)	i	j - 1
e)	i + 1	j
f)	i + 1	j - 1

Q14. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในโปรแกรม

ฟังก์ชัน cosine(z) ส่งคืนค่าประมาณของค่าโคไซน์ของ z องศา ฟังก์ชันนี้ใช้อัลกอร์ธึมแมคลอริน (Maclaurin series expansion) สำหรับการกระจายโคไซน์ดังที่แสดงด้านล่าง และสามารถใช่เพื่อหาค่า cos(y) สำหรับค่า y ในหน่วยเรเดียนได้

$$\cos(y) = 1 - \frac{y^2}{2!} + \frac{y^4}{4!} - \frac{y^6}{6!} + \dots$$

[โปรแกรม]

```

O real: cosine(real: z)
  real: y ← z × π ÷ 180 // แปลงจากองศาเป็นเรเดียน
  real: term ← 1
  real: cosy ← term
  integer: n ← 0
  while (absolute value of A > 0.00000001)
    n ← n + 1
    term ← term × (-1 × (y B) ÷ (2 × n × (2 × n - 1)))
    cosy ← cosy + term
  endwhile
  return cosy

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	cosy	raised to the power of (2 × n)
b)	cosy	raised to the power of 4
c)	cosy	squared
d)	term	raised to the power of (2 × n)
e)	term	raised to the power of 4
f)	term	squared

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

The calcDistance คำนวณค่าโดยพิจารณาจากค่าของอาร์เรย์ p1, p2 และจำนวนเต็มบวก n สมมติว่าจำนวนสมาชิกในอาร์เรย์ p1 และ p2 มีจำนวนเท่ากัน ในที่นี้ ฟังก์ชัน $\text{abs}(x)$ คำนวณค่าสัมบูรณ์ของ x และ $\text{pow}(a, b)$ คำนวณค่า a ยกกำลัง b
เมื่อ p1 เป็น {3, 1, 5, 2} และ p2 เป็น {4, 6, 2, 3} แล้ว $\text{calcDistance}(p1, p2, 1)$ คำนวณค่า **A** ในขณะที่ $\text{calcDistance}(p1, p2, 2)$ คำนวณค่า **B** เมื่อค่าของ n เพิ่มขึ้น ค่าของ $\text{calcDistance}(p1, p2, n)$ จะลู่ออกหา 5

[โปรแกรม]

```

O real: calcDistance(real []: p1, real []: p2, integer: n)
  integer: i
  real: distance ← 0
  real: ex
  for (increase i from 1 to จำนวนสมาชิกใน p1 by 1)
    distance ← distance + pow(abs(p1[i] - p2[i]), n)
  endfor
  ex ← 1 ÷ n /* การหารดำเนินการในชนิดข้อมูล real */
  distance ← pow(distance, ex)
  return distance

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	4	4
b)	4	6
c)	4	10
d)	4	18
e)	10	4
f)	10	6
g)	10	10
h)	10	18

Q16. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A ถึง C ในโปรแกรม

Craps เป็นเกมลูกเต๋าคาสีโนที่ผู้เล่นเดิมพันผลลัพธ์ของการทอยลูกเต๋าคู่หนึ่งคู่ ในกฎของเกม ผู้เล่นทอยลูกเต๋าคู่ 2 ลูก และหาผลรวมที่ได้ โดยผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ สามารถนำไปสู่การชนะหรือแพ้

1. ผู้เล่นจะชนะถ้าผลรวมเป็น 7 หรือ 11
2. ผู้เล่นจะแพ้ถ้าผลรวมเป็น 2, 3 หรือ 12
3. ไม่เช่นนั้น (ผลรวมเป็น 4, 5, 6, 8, 9 หรือ 10) จะถือว่าผู้เล่นไม่ชนะและไม่แพ้ อย่างไรก็ตาม ผู้เล่นต้องทอยลูกเต๋าคู่ต่อไปจนกว่าจะทอยได้ผลรวมเท่าเดิม (ผลรวมที่ได้ในครั้งแรก) อีกครั้ง (ในกรณีนี้ผู้เล่นจะชนะ) หรือได้ผลรวมเป็น 7 (ในกรณีนี้ผู้เล่นจะแพ้)

โปรแกรมต่อไปนี้ประมาณโอกาสในการชนะเกม Craps โดยใช้ Monte Carlo method แล้วแสดงผลลัพธ์ วิธี Monte Carlo เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประมาณความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ของการทดลองด้วยการดำเนินการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้งโดยใช้ตัวเลขสุ่ม ในโปรแกรมนี้ การเล่นเกม Craps ถูกแสดงให้เห็นอย่างง่ายโดยใช้ตัวเลขสุ่มแทนการทอยลูกเต๋าคู่ ฟังก์ชัน `random_int(1, 6)` สร้างตัวเลขจำนวนเต็มแบบสุ่มระหว่าง 1 ถึง 6 และคืนค่านั้นกลับมา

โปรแกรมนี้นับจำนวนและแสดงผลข้อผิดพลาดสัมพัทธ์ (relative error) ของความน่าจะเป็นที่วัดได้ โดยประมาณสำหรับการเล่นเกม Craps โดยรวมแล้ว ข้อผิดพลาดสัมพัทธ์ Er คำนวณได้โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้:

$$Er = | (Pm - Pt) / Pt |$$

เมื่อ Pm หมายถึงความน่าจะเป็นโดยประมาณที่วัดได้ และ Pt หมายถึง ความน่าจะเป็นตามทฤษฎี ในที่นี้ ความน่าจะเป็นตามทฤษฎีของการชนะเกม Craps ที่ทราบกันคือ 244/495

[โปรแกรม]

```
integer: wins_sum ← 0
integer: lose_sum ← 0
integer: n ← 10000
integer: i, dice1, dice2, sum, newsum
real: result, pt ← (244 ÷ 495)
for (increase i from 1 to n by 1)
    dice1 ← random_int(1, 6)
    dice2 ← random_int(1, 6)
    sum ← dice1 + dice2
    if (sum = 7 or sum = 11)
        wins_sum ← wins_sum + 1
    elseif (sum = 2 or sum = 3 or sum = 12)
```

```

lose_sum ← lose_sum + 1
else
do
dice1 ← random_int(1, 6)
dice2 ← random_int(1, 6)
newsum ← dice1 + dice2
if (newsum = sum)
wins_sum ← wins_sum + 1
elseif (newsum = 7)
lose_sum ← lose_sum + 1
endif
while (  )
endif
endfor
result ← 
output result, absolute value of (  )

```

กลุ่มคำตอบ

	A	B	C
a)	newsum ≠ sum and newsum ≠ 7	wins_sum ÷ lose_sum	(result - pt) ÷ pt
b)	newsum ≠ sum and newsum ≠ 7	wins_sum ÷ lose_sum	result ÷ pt
c)	newsum ≠ sum and newsum ≠ 7	wins_sum ÷ n	(result - pt) ÷ pt
d)	newsum ≠ sum and newsum ≠ 7	wins_sum ÷ n	result ÷ pt
e)	newsum ≠ sum or newsum ≠ 7	wins_sum ÷ lose_sum	(result - pt) ÷ pt
f)	newsum ≠ sum or newsum ≠ 7	wins_sum ÷ lose_sum	result ÷ pt
g)	newsum ≠ sum or newsum ≠ 7	wins_sum ÷ n	(result - pt) ÷ pt
h)	newsum ≠ sum or newsum ≠ 7	wins_sum ÷ n	result ÷ pt

Q17. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง และ ในคำอธิบาย

เมื่อเร็ว ๆ นี้ บริษัทอีคอมเมิร์ซ X ถูกโจมตีทางไซเบอร์ นาย Y หัวหน้าทีมรักษาความปลอดภัยของบริษัทได้เข้าตรวจสอบเหตุการณ์และพิจารณามาตรการป้องกันในอนาคต ข้อสรุปของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีดังนี้:

ครั้งแรกของการโจมตี: ผู้โจมตีเยี่ยมชมเว็บไซต์ของบริษัท X เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และทราบชื่อพนักงานระดับอาวุโสของแผนก IT ซึ่งรับผิดชอบในการดูแลระบบ วันหนึ่ง พนักงานต้อนรับของบริษัท X ได้รับโทรศัพท์จากชายที่มีน้ำเสียงไพเราะน่าเชื่อถือ ที่สอบถามคำถามส่วนตัวเกี่ยวกับพนักงานอาวุโสของแผนก IT นาย Z ซึ่งเป็นผู้โทรมานั้น ได้หลอกล่อพนักงานต้อนรับให้เปิดเผยข้อมูลส่วนตัวของพนักงาน IT นาย Z ผู้โทรมานี้คือผู้โจมตี ซึ่งในขณะนี้ได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการโจมตีเซิร์ฟเวอร์ของบริษัทมาเพิ่มเติมแล้ว

ครั้งหลังของการโจมตี: หลังจากนั้น ผู้โจมตีได้สืบค้นไปยังโซเชียลมีเดียและแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับนาย Z และเซิร์ฟเวอร์ของบริษัท X จากนั้นเขาจึงสร้างไฟล์รหัสผ่านโดยใช้ข้อมูลของนาย Z ที่ได้มา และสร้างไฟล์รายชื่อที่อยู่ IP ของเซิร์ฟเวอร์ของบริษัท จากนั้น ผู้โจมตีได้โจมตีเซิร์ฟเวอร์ของบริษัทจากระยะไกลโดยใช้รายการรหัสผ่านและที่อยู่ IP ของเซิร์ฟเวอร์

นาย Y ได้จัดเตรียมสองมาตรการเพื่อป้องกันเหตุการณ์โจมตีที่คล้ายกันนี้อาจเกิดขึ้น มาตรการสำหรับครั้งแรกของการโจมตีคือ และอีกมาตรการสำหรับครั้งหลังคือ

กลุ่มคำตอบ

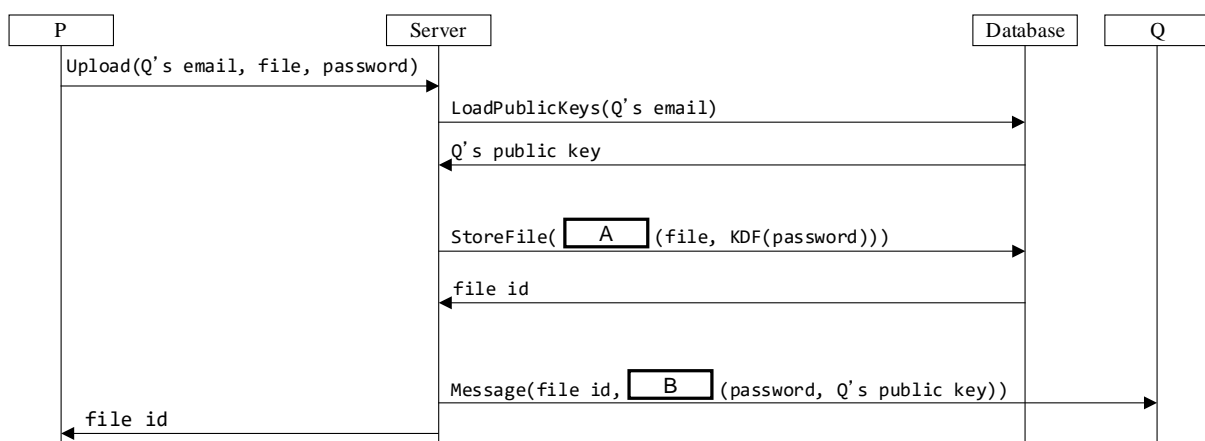
	A	B
a)	การยกเลิกการใช้โทรศัพท์ทั่วทั้งบริษัท	การเข้ารหัสลับในการเข้าถึงเว็บไซต์ด้วย HTTPS
b)	การยกเลิกการใช้โทรศัพท์ทั่วทั้งบริษัท	การล็อกบัญชีเมื่อมีการพยายามใส่รหัสผ่านผิดพลาดติดต่อกันบนเซิร์ฟเวอร์
c)	การยกเลิกการใช้โทรศัพท์ทั่วทั้งบริษัท	การห้ามพนักงานมิให้ใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์
d)	การให้ความรู้แก่พนักงานเพื่อป้องกันวิศวกรรมสังคม	การเข้ารหัสลับในการเข้าถึงเว็บไซต์ด้วย HTTPS
e)	การให้ความรู้แก่พนักงานเพื่อป้องกันวิศวกรรมสังคม	การล็อกบัญชีเมื่อมีการพยายามใส่รหัสผ่านผิดพลาดติดต่อกันบนเซิร์ฟเวอร์
f)	การให้ความรู้แก่พนักงานเพื่อป้องกันวิศวกรรมสังคม	การห้ามพนักงานมิให้ใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์
g)	การจำกัดการเข้าถึงเว็บไซต์จากที่อยู่ IP ที่ไม่อนุญาต	การเข้ารหัสลับในการเข้าถึงเว็บไซต์ด้วย HTTPS
h)	การจำกัดการเข้าถึงเว็บไซต์จากที่อยู่ IP ที่ไม่อนุญาต	การล็อกบัญชีเมื่อมีการพยายามใส่รหัสผ่านผิดพลาดติดต่อกันบนเซิร์ฟเวอร์
i)	การจำกัดการเข้าถึงเว็บไซต์จากที่อยู่ IP ที่ไม่อนุญาต	การห้ามพนักงานมิให้ใช้บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์

Q18. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเติมลงในช่องว่าง A
และ B ในคำอธิบาย

บริษัท Z ต้องการให้บริการถ่ายโอนไฟล์ขนาดใหญ่ได้อย่างปลอดภัยกับลูกค้า นาย K ซึ่งเป็น
สถาปนิกไอทีของบริษัท ได้ออกแบบขั้นตอนการอัปโหลด การจัดเก็บ และการดาวน์โหลดไฟล์ของ
ลูกค้าผ่านบริการบนเว็บ ในระบบนี้ ลูกค้าจะลงทะเบียนที่อยู่อีเมลและคีย์สาธารณะ (public key) ของ
ตนในระหว่างการสมัคร คีย์ส่วนตัวที่คู่กันนั้นจะอยู่ในคอมพิวเตอร์ของลูกค้า และที่อยู่อีเมลจะถูกใช้
เป็นชื่อผู้ใช้ ข้อกำหนดสำหรับบริการถ่ายโอนไฟล์มีดังนี้:

- ลูกค้าถ่ายโอนไฟล์ระหว่างกันโดยการอัปโหลดไฟล์ไปยังหรือดาวน์โหลดไฟล์จากบริการบนเว็บ
ที่บริษัท Z จัดเตรียมไว้ให้
- ขณะอัปโหลดไฟล์ ผู้ส่งจะระบุที่อยู่อีเมลของผู้รับและกำหนดรหัสผ่านที่จะใช้กับไฟล์นั้น ๆ
(ฟังก์ชัน Upload)
- ไฟล์ที่อัปโหลดโดยผู้ส่งถูกเข้ารหัสด้วยรหัสผ่านที่กำหนด แล้วจากนั้นจึงถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล
ของบริการบนเว็บ (ฟังก์ชัน StoreFile)
- บริการบนเว็บกำหนดรหัสไฟล์ (file id) ให้กับไฟล์ที่ถูกอัปโหลดแล้วแจ้งให้ผู้ส่งทราบขณะทำ
การอัปโหลด
- ไฟล์ที่ถูกเข้ารหัสไว้จะถูกถอดรหัสได้โดยผู้ส่งและผู้รับไฟล์โดยใช้รหัสผ่านที่ผู้ส่งกำหนดเท่านั้น
- รหัสผ่านถูกเข้ารหัสและส่งไปยังผู้รับในรูปแบบข้อความอีเมลพร้อมกับรหัสของไฟล์ (ฟังก์ชัน
Message)
- ขณะดาวน์โหลดไฟล์ ผู้รับจะระบุรหัสไฟล์และรหัสผ่าน บริการบนเว็บจะทำการถอดรหัสไฟล์ที่
จัดเก็บไว้และเปิดให้ผู้รับดาวน์โหลดได้
- แม้ฐานข้อมูลจะถูกไหล ก็ยังยากที่จะถอดรหัสไฟล์ที่ถูกอัปโหลดและจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลได้

รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการอัปโหลดไฟล์โดยลูกค้า P เพื่อส่งให้ลูกค้า Q



รูปที่ 1 ขั้นตอนการอัปโหลดไฟล์

ในระบบนี้ นาย K ใช้ KDF (Key Derivation Function) เพื่อเพิ่มความเข้มแข็งของรหัสผ่านที่ป้อนเข้ามา และใช้อัลกอริทึม และ เพื่อดำเนินการตามข้อกำหนดข้างต้น โปรดทราบว่ารูปแบบของอัลกอริทึมการเข้ารหัสที่ใช้ในที่นี้คือ $\text{algorithm}(\text{data}, \text{key})$

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (asymmetric key encryption)	แฮชเข้ารหัสที่ปลอดภัย (cryptographically secure hash)
b)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (asymmetric key encryption)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (symmetric key encryption)
c)	แฮชเข้ารหัสที่ปลอดภัย (cryptographically secure hash)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (asymmetric key encryption)
d)	แฮชเข้ารหัสที่ปลอดภัย (cryptographically secure hash)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (symmetric key encryption)
e)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (symmetric key encryption)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (asymmetric key encryption)
f)	เข้ารหัสลับกุญแจสมมาตร (symmetric key encryption)	แฮชเข้ารหัสที่ปลอดภัย (cryptographically secure hash)

Q19. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง และ ในคำอธิบาย

บริษัท V เป็นบริษัทขนาดเล็กที่เชี่ยวชาญด้านการผลิตและจำหน่ายเครื่องใช้ในบ้าน ได้ขยายทีมผู้ดูแลเว็บไซต์เป็นห้าคนเมื่อไม่นานมานี้ นอกจากนี้ พวกเขายังได้ปรับปรุงเว็บไซต์เพื่อให้ลูกค้าสามารถดาวน์โหลดคู่มือผู้ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ของตนได้ วันหนึ่ง นักวิจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยจากภายนอกชี้ให้เห็นว่าไฟล์ที่มีลายน้ำกำกับข้อความว่า "สำหรับใช้งานภายใน" สามารถเข้าถึงได้แบบสาธารณะในไดเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์บริษัท และสามารถดาวน์โหลดได้ บริษัท V มีระบบที่ช่วยให้มั่นใจได้ว่าเอกสารทั้งหมดที่จัดเก็บไว้ในโพลเดอร์ภายในจะมีลายน้ำนี้โดยดีฟอลต์ และมีข้อกำหนดที่ระบุว่าลายน้ำจะต้องถูกนำออกเมื่อไฟล์ถูกเผยแพร่หรือแชร์ให้กับภายนอก ผู้ดูแลเว็บไซต์ยืนยันว่าพบปัญหาดังกล่าวจริงและได้ลบเอกสารออกจากไดเรกทอรีสาธารณะ จากนั้นผู้ดูแลเว็บไซต์รายงานปัญหานี้ให้กับทีมรักษาความปลอดภัยของบริษัท V การสืบสวนของทีมรักษาความปลอดภัยเปิดเผยว่าปัญหาเกิดจากผู้ดูแลเว็บไซต์รายหนึ่งอัปโหลดเอกสารภายในโดยไม่ตั้งใจ จากที่ควรอัปโหลดไฟล์แคตตาล็อกสาธารณะ ไฟล์ที่เข้าถึงได้แบบสาธารณะนั้นเป็นฉบับร่างของแคตตาล็อก และไม่ได้มีข้อมูลยืนยันตัวตน เช่น คีย์ API สำหรับการจัดการเว็บไซต์ หลังจากการอัปโหลดไฟล์ไปยังไดเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์แล้ว ผู้ดูแลเว็บไซต์อีกคนหนึ่งที่ไม่ใช่ผู้ที่อัปโหลด ควรตรวจสอบความถูกต้องของไฟล์ แต่กลับไม่ได้สังเกตเห็นความผิดพลาด เพื่อป้องกันปัญหาที่คล้ายคลึงกันมิให้เกิดขึ้นอีกในอนาคต ทีมรักษาความปลอดภัยแนะนำให้ผู้ดูแลเว็บไซต์จัดเตรียม นอกจากนี้ เพื่อให้สามารถตรวจพบปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ทีมรักษาความปลอดภัยแนะนำให้จัดเตรียม ไว้ด้วย

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	ระบบที่ตรวจสอบปลายทางการอัปโหลดไฟล์ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่าไม่ใช่ไคเรกทอรีสาธารณะ ก่อนที่จะอนุญาตให้อัปโหลด	นโยบายที่การเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าทั้งหมดบนเว็บไซต์ของบริษัท V จะต้องได้รับการตรวจสอบโดยผู้ดูแลเว็บไซต์อย่างน้อยสองคน
b)	ระบบที่ตรวจสอบปลายทางการอัปโหลดไฟล์ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่าไม่ใช่ไคเรกทอรีสาธารณะ ก่อนที่จะอนุญาตให้อัปโหลด	เครื่องมือตรวจสอบที่จะแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบเมื่อมีการเข้าถึงไคเรกทอรีสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
c)	ระบบที่ตรวจสอบปลายทางการอัปโหลดไฟล์ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่าไม่ใช่ไคเรกทอรีสาธารณะ ก่อนที่จะอนุญาตให้อัปโหลด	การตรวจสอบไฟล์ในไคเรกทอรีสาธารณะเป็นระยะ เพื่อระบุไฟล์ใด ๆ ที่อาจถูกเปิดเผยโดยไม่ตั้งใจ
d)	เครื่องมือสำหรับสแกนหาข้อมูลการยืนยันตัวตนและคีย์ API ในไฟล์ต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ ก่อนการอัปโหลดขึ้นสู่ไคเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์	นโยบายที่การเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าทั้งหมดบนเว็บไซต์ของบริษัท V จะต้องได้รับการตรวจสอบโดยผู้ดูแลเว็บไซต์อย่างน้อยสองคน
e)	เครื่องมือสำหรับสแกนหาข้อมูลการยืนยันตัวตนและคีย์ API ในไฟล์ต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ ก่อนการอัปโหลดขึ้นสู่ไคเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์	เครื่องมือตรวจสอบที่จะแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบเมื่อมีการเข้าถึงไคเรกทอรีสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
f)	เครื่องมือสำหรับสแกนหาข้อมูลการยืนยันตัวตนและคีย์ API ในไฟล์ต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ ก่อนการอัปโหลดขึ้นสู่ไคเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์	การตรวจสอบไฟล์ในไคเรกทอรีสาธารณะเป็นระยะ เพื่อระบุไฟล์ใด ๆ ที่อาจถูกเปิดเผยโดยไม่ตั้งใจ
g)	เครื่องมืออัตโนมัติสำหรับป้องกันการอัปโหลดไฟล์ที่มีลายน้ำกำกับว่า "สำหรับใช้งานภายใน" ไปยังไคเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์	นโยบายที่การเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าทั้งหมดบนเว็บไซต์ของบริษัท V จะต้องได้รับการตรวจสอบโดยผู้ดูแลเว็บไซต์อย่างน้อยสองคน
h)	เครื่องมืออัตโนมัติสำหรับป้องกันการอัปโหลดไฟล์ที่มีลายน้ำกำกับว่า "สำหรับใช้งานภายใน" ไปยังไคเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์	เครื่องมือตรวจสอบที่จะแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบเมื่อมีการเข้าถึงไคเรกทอรีสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
i)	เครื่องมืออัตโนมัติสำหรับป้องกันการอัปโหลดไฟล์ที่มีลายน้ำกำกับว่า "สำหรับใช้งานภายใน" ไปยังไคเรกทอรีสาธารณะของเว็บไซต์	การตรวจสอบไฟล์ในไคเรกทอรีสาธารณะเป็นระยะ เพื่อระบุไฟล์ใด ๆ ที่อาจถูกเปิดเผยโดยไม่ตั้งใจ

Q20. จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกชุดคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง A และ B ในคำอธิบาย

บริษัท A เพิ่งประสบเหตุการณ์ด้านความมั่นคงปลอดภัย ซึ่งข้อมูลที่เป็นความลับถูกขโมยออกไปผ่านบัญชีพนักงานที่ถูกบุกรุก นางสาว T นักวิเคราะห์ความมั่นคงปลอดภัยของบริษัท A ทำการตรวจสอบบัญชีพนักงานที่ถูกบุกรุกและพบว่ารหัสผ่านที่ใช้ในบัญชีที่เกี่ยวข้องกับการละเมิดครั้งนี้เป็นรหัสผ่านที่ซับซ้อนซึ่งสอดคล้องกับนโยบายรหัสผ่านของบริษัท อย่างไรก็ตาม รหัสผ่านเดียวกันนี้ถูกนำไปใช้ในหลาย ๆ เว็บไซต์ นอกจากนี้ นางสาว T ได้ตรวจสอบบันทึกการเข้าสู่ระบบของระบบบริษัท A และพบว่ามีการบันทึกความพยายามในการเข้าสู่ระบบที่ไม่สำเร็จ 1,000 ครั้งภายใน 3 ชั่วโมงก่อนที่จะมีการบันทึกการเข้าสู่ระบบที่สำเร็จ จากบันทึกความพยายามเข้าสู่ระบบที่ไม่สำเร็จเหล่านี้แสดงถึงความพยายามในการเข้าสู่ระบบด้วยบัญชีผู้ใช้และรหัสผ่านที่แตกต่างกัน ความพยายามในการเข้าสู่ระบบเหล่านี้เกิดขึ้นจากประเทศที่บริษัท A ไม่มีสำนักงาน และบริษัท A ไม่มีพนักงานที่เดินทางไปต่างประเทศ

เพื่อป้องกันการถูกบุกรุกบัญชีในอนาคตด้วยวิธีการโจมตีแบบเดิม นางสาว T แนะนำให้ผู้ดูแลระบบของ บริษัท V ดำเนินการ A นอกจากนี้ เพื่อให้สามารถตรวจจับการถูกบุกรุกบัญชีได้อย่างรวดเร็ว เธอแนะนำให้ดำเนินการติดตั้งระบบตรวจสอบเพื่อแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบเมื่อพบ B

กลุ่มคำตอบ

	A	B
a)	กำหนดนโยบายรหัสผ่านที่ซับซ้อนขึ้น	ความพยายามเข้าสู่ระบบจากสถานที่ที่บัญชีนั้น ๆ ไม่ได้ใช้อยู่เป็นประจำ
b)	กำหนดนโยบายรหัสผ่านที่ซับซ้อนขึ้น	ปริมาณการรับส่งข้อมูลเครือข่ายที่มากเกินไปในระบบของบริษัท A
c)	กำหนดนโยบายรหัสผ่านที่ซับซ้อนขึ้น	เซิร์ฟเวอร์ที่ไม่ได้แพทช์ในระบบของบริษัท A
d)	เข้ารหัสลับไฟล์ทั้งหมดที่ถูกจัดเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ของพนักงาน	ความพยายามเข้าสู่ระบบจากสถานที่ที่บัญชีนั้น ๆ ไม่ได้ใช้อยู่เป็นประจำ
e)	เข้ารหัสลับไฟล์ทั้งหมดที่ถูกจัดเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ของพนักงาน	ปริมาณการรับส่งข้อมูลเครือข่ายที่มากเกินไปในระบบของบริษัท A
f)	เข้ารหัสลับไฟล์ทั้งหมดที่ถูกจัดเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ของพนักงาน	เซิร์ฟเวอร์ที่ไม่ได้แพทช์ในระบบของบริษัท A
g)	เปิดใช้การพิสูจน์ตัวตนจริงหลายปัจจัยกับทุกบัญชีพนักงาน	ความพยายามเข้าสู่ระบบจากสถานที่ที่บัญชีนั้น ๆ ไม่ได้ใช้อยู่เป็นประจำ
h)	เปิดใช้การพิสูจน์ตัวตนจริงหลายปัจจัยกับทุกบัญชีพนักงาน	ปริมาณการรับส่งข้อมูลเครือข่ายที่มากเกินไปในระบบของบริษัท A
i)	เปิดใช้การพิสูจน์ตัวตนจริงหลายปัจจัยกับทุกบัญชีพนักงาน	เซิร์ฟเวอร์ที่ไม่ได้แพทช์ในระบบของบริษัท A

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.