มีนาคม 2018

Fundamental IT Engineer Examination (Afternoon)

Questions must be answered in accordance with the following:

Question Nos.	**Q1 – Q6**	**Q7 , Q8**
Question Selection	**Compulsory**	**Select 1 of 2**
Examination Time	**13:30 – 16:00 (150 minutes)**	

Instructions:

1. Use a pencil. If you need to change an answer, erase your previous answer completely and neatly. Wipe away any eraser debris.

2. Mark your examinee information and test answers in accordance with the instructions below. Your answer will not be graded if you do not mark properly. Do not mark or write on the answer sheet outside of the prescribed places.
   (1) **Examinee Number**
   Write your examinee number in the space provided, and mark the appropriate space below each digit.
   (2) **Date of Birth**
   Write your date of birth (in numbers) exactly as it is printed on your examination admission card, and mark the appropriate space below each digit.
   (3) **Question Selection**
   For **Q7** and **Q8**, mark the Ⓢ of the question you select to answer in the "Selection Column" on your answer sheet.
   (4) **Answers**
   Mark your answers as shown in the following sample question.

   [Sample Question]
   In which month is this Fundamental IT Engineer Examination conducted?

   Answer group
   a) February b) March c) April d) May

   Since the correct answer is " b) March ", mark your answer sheet as follows:

   [Sample Answer]

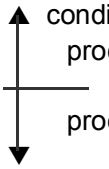
Sample	ⓐ	●	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ	ⓗ	ⓘ	ⓙ

Do not open the exam booklet until instructed to do so.
Inquiries about the exam questions will not be answered.

Notations used for pseudo-language

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

[Declaration, comment, and process]

Notation		Description
○		Declares names, types, etc., of procedures, variables, etc.
/* text */		Describes comments in the text.
Process	• variable ← expression	Assigns the value of the expression to the variable.
	• procedure(argument, ...)	Calls the procedure and passes / receives the argument.
	conditional expression process	Indicates a one-way selection process. If the conditional expression is `true`, then the process is executed.
	 conditional expression process 1 process 2	Indicates a two-way selection process. If the conditional expression is `true`, then process 1 is executed. If it is `false`, then process 2 is executed.
	conditional expression process	Indicates a pre-test iteration process. While the conditional expression is `true`, the process is executed repeatedly.
	process conditional expression	Indicates a post-test iteration process. The process is executed, and then while the conditional expression is `true`, the process is executed repeatedly.
	variable: init, cond, incr process	Indicates an iteration process. The initial value init (given by an expression) is stored in the variable at the start of the iteration process, and then while the conditional expression cond is `true`, the process is executed repeatedly. The increment incr (given by an expression) is added to the variable in each iteration.

[Logical constants]

`true`, `false`

(continued on next page)

[Operators and their priorities]

Type of operation	Operator	Priority
Unary operation	+, −, not	High
Multiplication, division	×, ÷, %	↕
Addition, subtraction	+, −	
Relational operation	>, <, ≥, ≤, =, ≠	
Logical product	and	
Logical sum	or	Low

Note: With division of integers, an integer quotient is returned as a result.
The "%" operator indicates a remainder operation.

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.

คำถาม **Q1** ถึง **Q6** ต้องทำทุกคำถาม ตอบคำถามทั้งหมด

Q1. อ่านคำอธิบายของเทคนิคที่ถูกใช้สำหรับเก็บรหัสผ่านในไฟล์รหัสผ่านต่อไปนี้แล้วตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

แนวหน้าของการป้องกันผู้บุกรุกคือระบบรหัสผ่าน ระบบผู้ใช้หลายคนส่วนใหญ่ใช้ userID หรือรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านสำหรับตรวจสอบ userID ของการเข้าใช้ระบบในแต่ละครั้ง userID ให้ความปลอดภัยด้วยวิธีดังต่อไปนี้:

(1) userID กำหนดว่าผู้ใช้ [A] ในการเข้าถึงระบบ

(2) userID กำหนดลักษณะประจำ (attributes) หรือสิทธิการเข้าถึงที่กำหนดให้แต่ละบุคคล ผู้ใช้เพียงไม่กี่คนอาจจะมีสถานะ "[B]" ที่สามารถอนุญาตให้ผู้ใช้เหล่านั้นอ่านไฟล์ต่าง ๆ และดำเนินการฟังก์ชันที่ได้รับการปกป้องเป็นพิเศษโดยระบบปฏิบัติการ

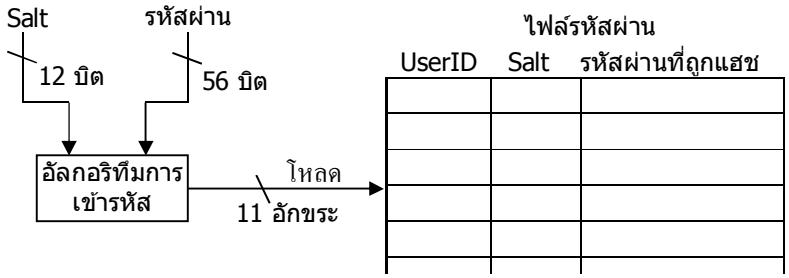
มาตรฐานการเข้ารหัสข้อมูล (DES) ที่ได้รับการปรับปรุงเป็นหนึ่งในเทคนิคที่ใช้เข้ารหัสลับของรหัสผ่าน ซึ่งผู้ใช้แต่ละคนสามารถเลือกรหัสผ่านที่ประกอบด้วยอักขระที่สามารถพิมพ์ได้ที่มีความยาวไม่เกิน 8 ตัวอักษร ถ้ารหัสผ่านน้อยกว่า 8 ตัวอักษรแล้ว เทคนิคนี้จะเพิ่มตัวอักษรให้ครบ 8 ตัวอักษรโดยการใส่อักขระ null ไว้ส่วนท้าย หลังจากนั้นรหัสผ่านจะถูกแปลงเป็นค่า 56-บิต (ใช้อักขระแอสกีขนาด 7-บิต) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นคีย์อินพุตสำหรับรูทีนการเข้ารหัส อัลกอริทึม DES ถูกดัดแปลงให้ใช้ค่า "salt" ขนาด 12-บิต โดยทั่วไป ค่านี้มีความเกี่ยวข้องกับเวลาที่รหัสผ่านได้ถูกกำหนดให้กับผู้ใช้

Salt มีหน้าที่ 3 ประการ:

(1) ป้องกันไม่ให้รหัสผ่านที่ซ้ำกันปรากฏอยู่ในไฟล์รหัสผ่าน แม้ว่าผู้ใช้สองคนจะเลือกใช้รหัสผ่านเดียวกัน รหัสผ่านเหล่านี้จะถูกกำหนดให้คนละเวลากัน ดังนั้นรหัสผ่านที่ถูกแฮชแล้วของผู้ใช้สองรายนั้นจะแตกต่างกัน

(2) ช่วยเพิ่มความยาวของรหัสผ่านโดยผู้ใช้ไม่ต้องจำอักขระสองตัวที่ถูกเพิ่มขึ้นมา ดังนั้นจำนวนของรหัสผ่านที่เป็นไปได้จะถูกเพิ่มขึ้น [C] เท่า ซึ่งจะเพิ่มความยากของการเดารหัสผ่าน

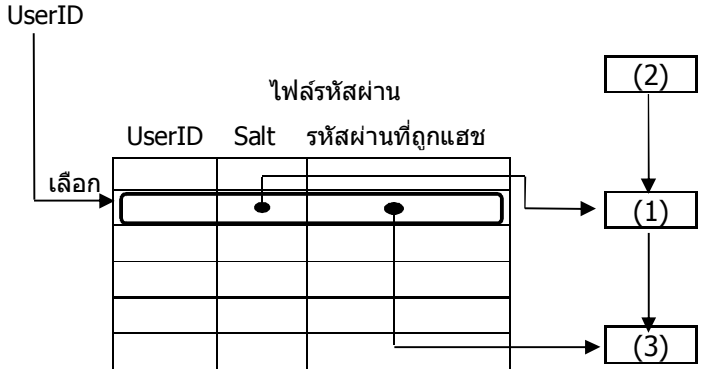
(3) ช่วยป้องกันการใช้ฮาร์ดแวร์กับ DES



รูปที่ 1 ขั้นตอนสำหรับการโหลดรหัสผ่านอันใหม่

รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนสำหรับการโหลดรหัสผ่านใหม่ ในขั้นตอนแรก อัลกอริทึม DES ที่ได้รับการปรับปรุงจะเข้ารหัสข้อมูลเข้าซึ่งประกอบด้วยชุดของเลขศูนย์จำนวน 64 บิตโดยใช้ salt และรหัสผ่านเป็นคีย์ จากนั้น ข้อมูลออกของอัลกอริทึมจะทำหน้าที่เป็นอินพุตของการเข้ารหัสในครั้งที่สอง กระบวนการนี้จะถูกทำซ้ำอีก 25 ครั้ง เอาต์พุตขนาด 64-บิตที่ได้จะถูกแปลให้เป็นลำดับของตัวอักขระขนาด 11 ตัวอักษร จากนั้น รหัสผ่านที่ถูกแฮชจะถูกจัดเก็บรวมกับสำเนาข้อความปกติ (plaintext) ของ salt ไว้ในไฟล์รหัสผ่านที่สอดคล้องกับ userID วิธีนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถป้องกันการบุกรุกด้วยการวิเคราะห์รหัสลับ (crypt-analytic) ได้อย่างหลากหลาย

เมื่อผู้ใช้พยายามเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้จะใส่ userID และรหัสผ่าน ระบบจะใช้ userID ระบุตำแหน่งในไฟล์รหัสผ่านเพื่อสืบค้นข้อความธรรมดาของ salt และรหัสผ่านที่ถูกเข้ารหัสไว้ จากนั้น salt และรหัสผ่านที่ผู้ใช้ระบุไว้ จะถูกใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของอัลกอริทึมเข้ารหัส ถ้าผลลัพธ์ตรงกับค่าที่ถูกเก็บไว้ รหัสผ่านจึงจะถูกยอมรับ



รูปที่ 2 การทวนสอบรหัสผ่าน

คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่างนี้ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [A] ถึง [C] ที่อยู่ในคำอธิบายข้างต้น

กลุ่มคำตอบสำหรับ A

a) ได้รับอนุญาต (authorized)
b) มีความรู้ (educated)
c) มีความรับผิดชอบ (responsible)
d) มีความชำนาญ (skillful)

กลุ่มคำตอบสำหรับ B

a) ผู้ใช้ทั่วไป (general user)
b) ผู้ใช้ที่ได้รับสิทธิ (priviledged user)
c) โปรแกรมเมอร์ (programmer)
d) วิศวกรระบบ (systems engineer)

กลุ่มคำตอบสำหรับ C

a) 4
b) 12
c) 24
d) 12^2
e) 2^{12}

คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกกลุ่มคำตอบของคำที่สอดคล้องกับ (1) (2) และ (3) ในรูปที่ 2

กลุ่มคำตอบ

	(1)	(2)	(3)
a)	การเชื่อมเข้าด้วยกัน	อัลกอริทึมการเข้ารหัส	อัลกอริทึมการถอดรหัส
b)	อัลกอริทึมการถอดรหัส	รหัสผ่านที่ถูกแฮช	การเปรียบเทียบกัน
c)	อัลกอริทึมการเข้ารหัส	รหัสผ่านที่ถูกถอดรหัส	การเชื่อมเข้าด้วยกัน
d)	อัลกอริทึมการเข้ารหัส	รหัสผ่านข้อความปกติ	การเปรียบเทียบกัน
e)	รหัสผ่านที่ถูกแฮช	อัลกอริทึมการเข้ารหัส	การเชื่อมเข้าด้วยกัน
f)	รหัสผ่านข้อความปกติ	การเปรียบเทียบกัน	อัลกอริทึมการถอดรหัส

คำถามย่อย 3

ผู้ดูแลระบบความปลอดภัยกำลังวางแผนที่จะสร้างไฟล์รหัสผ่านดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2 ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1) userID มีความยาวอย่างน้อย 4 ตัวอักขระแต่ต้องไม่เกิน 32 ตัวอักขระ
(2) ไฟล์รหัสผ่านมีข้อมูลรหัสผ่านของผู้ใช้จำนวน 400 คน
(3) ไฟล์รหัสผ่านไม่มีข้อมูลใด ๆ เพิ่มเติม รวมทั้งไม่มีการจัดรูปแบบใด ๆ
(4) ตัวอักขระแต่ละตัวในไฟล์รหัสผ่านมีขนาด 1 ไบต์

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือก<u>สอง</u>ข้อความที่กล่าวได้ถูกต้อง

กลุ่มคำตอบ

a) ผู้ใช้สามารถสืบค้นรหัสผ่านเก่าได้จากไฟล์รหัสผ่าน
b) รหัสผ่านที่ถูกแฮชอาจจะถูกใช้เป็นคีย์หลัก (primary key) ของไฟล์รหัสผ่านได้
c) ขนาดสูงสุดของไฟล์รหัสผ่านเท่ากับ 17,800 ไบต์
d) ขนาดต่ำสุดของไฟล์รหัสผ่านเท่ากับ 6,800 ไบท์
e) ผู้ดูแลความปลอดภัยสามารถกู้รหัสผ่านใด ๆ ที่ผู้ใช้ลืมได้
f) userID ไม่ได้เป็นคีย์คู่แข่ง (candidate key) ของไฟล์รหัสผ่าน

Q2. อ่านคำอธิบายข้างล่างนี้ที่เกี่ยวกับกลไก LRU สำหรับการจัดการหน่วยความจำแคช จากนั้นให้ตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่มีการใช้หน่วยความจำแคชซึ่งมีราคาแพงและมีขนาดที่เล็กกว่า เมื่อเทียบกับหน่วยความจำหลัก แต่ช่วยให้เวลาเข้าถึงที่ดีกว่ากับซีพียู เมื่อซีพียูเรียกใช้เพจ (page) หรือหน้าหนึ่ง เพจที่ถูกอ้างถึงจะถูกค้นหาในหน่วยความจำแคชก่อน ซึ่งถ้าพบผลการค้นหาเรียกว่า "hit" ถ้าไม่พบเรียกว่า "miss" ซึ่งในกรณีนี้ เพจดังกล่าวจะถูกส่ง [A]

เวลาเฉลี่ยในการอ้างอิงเพจ (average page reference time) *T* ของ ซีพียู คำนวณได้จาก:

$$T = m \times Tm + Th + E$$

เมื่อ *m* คือสัดส่วนของการ "miss" (miss ratio)

Tm คือเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงหน่วยความจำหลักเมื่อเกิดการ "miss"

Th คือเวลาแฝงที่ใช้ในการอ้างอิงหน่วยความจำแคชเมื่อมีการ "hit"

และ *E* คือเวลาที่ใช้ในกรณีมีผลกระทบรองอื่น ๆ เช่น เวลาในการรอคิว

ถ้า *Tm* = 50ns, *Th* = 2ns และ *E* = 5ns แล้ว *T* มีค่าเป็น [B] เมื่อเกิดการ "hit" และ *T* จะมีค่าเป็น [C] เมื่อเกิดการ "miss" ในกรณีนี้ ถ้า *m* = [D] แล้ว *T* จะมีค่าเป็น 32ns

คำถามย่อย 1

จากกลุ่มของคำตอบข้างล่างนี้ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องป้อนลงในช่องว่าง [ ] ในคำอธิบายข้างต้น

กลุ่มคำตอบสำหรับ A

a) จากหน่วยความจำแคชไปยังซีพียูโดยไม่เข้าถึงหน่วยความจำหลัก
b) จากหน่วยความจำแคชไปยังหน่วยความจำหลักและจากนั้นไปจึงยังซีพียู
c) จากหน่วยความจำหลักไปยังซีพียูโดยไม่เข้าถึงหน่วยความจำแคช
d) จากหน่วยความจำหลักไปยังหน่วยความจำแคช และจากนั้นจึงไปยังซีพียู

กลุ่มคำตอบสำหรับ B และ C

a) 2 ns	b) 5 ns	c) 7 ns
d) 52 ns	e) 55 ns	f) 57 ns

กลุ่มคำตอบสำหรับ D

a) 0.14	b) 0.40	c) 0.50
d) 0.56	e) 0.64	

คำถามย่อย 2

จากกลุ่มของคำตอบข้างล่างนี้ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [E] ในรูปที่ 1

ด้วยหน่วยความจำแคชไม่สามารถเก็บเพจหรือหน้าจากหน่วยความจำหลักไว้ได้ทั้งหมด นโยบายการจัดการเพจแบบเพจที่ไม่ถูกใช้มานานที่สุด (least recently used: LRU) ถูกนำมาใช้เพื่อนำเพจที่ไม่ถูกใช้มานานที่สุด ออกจากหน่วยความจำแคชเพื่อสร้างที่ว่างสำหรับเพจที่ถูกเรียกใช้ใหม่ ในการใช้ LRU นั้น จำเป็นต้องเก็บรายการเชื่อมโยง (linked list) ของเพจต่าง ๆ ที่อยู่ในหน่วยความจำแคชเอาไว้ โดยเพจที่เพิ่งถูกเรียกใช้จะอยู่ด้านหน้าและเพจที่ไม่ถูกเรียกใช้มานานที่สุดจะอยู่ด้านหลัง อย่างไรก็ตาม การจัดเก็บโดยใช้รายการเชื่อมโยงใช้เวลามากเนื่องจากจะต้องปรับปรุงรายการทุกครั้งที่เกิดการอ้างอิงเพจ ดังนั้น LRU จึงถูกนำมาใช้โดยจัดเก็บในรูปของเมตริกส์ขนาด $n \times n$ บิต สำหรับเก็บเพจจำนวน n เพจ ในหน่วยความจำแคช

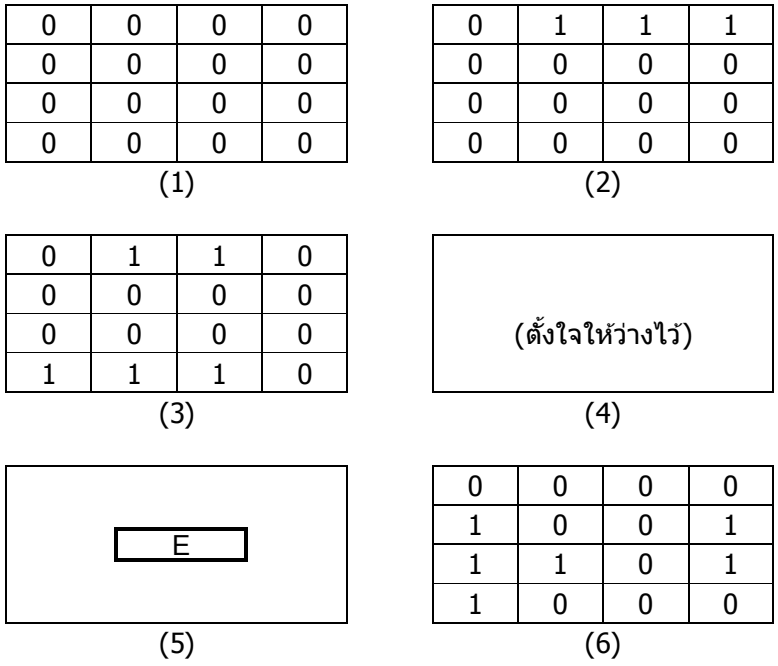
ขั้นตอนการทำงานของวิธีการดังกล่าวเป็นดังนี้:

(1) วิธีนี้จะกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับทุกบิตของเมตริกส์ $n \times n$ เป็น 0

(2) เมื่อใดก็ตามที่เพจเฟรมที่ k ถูกอ้างอิง วิธีนี้จะกำหนดให้บิตทุกบิตในแถว k เป็น 1 และกำหนดบิตทุกบิตในคอลัมน์ k เป็น 0

(3) ในช่วงเวลาใด ๆ แถวที่เก็บจำนวนของบิต 1 น้อยที่สุด คือเพจที่ไม่ถูกเรียกใช้มานานที่สุด

ตัวอย่างเช่น เมื่อพิจารณากรณีที่หน่วยความจำแคชสามารถเก็บเพจเฟรมได้ 4 เฟรม และซีพียูมีการอ้างอิงเพจเฟรม 0 3 2 1 และ 2 ตามลำดับ ค่าเริ่มต้นของทุกบิตในเมตริกส์ $n \times n$ ถูกกำหนดเป็น 0 ดังแสดงในรูปที่ 1 (1)



รูปที่ 1 การใช้งาน LRU โดยใช้เมตริกส์ $n \times n$

เมื่อเพจเฟรม 0 ถูกอ้างอิง บิตทั้งหมดของแถว 0 จะกลายเป็น 1 และบิตทั้งหมดของคอลัมน์ 0 จะกลายเป็น 0 ดังแสดงในรูปที่ 1 (2) ในลำดับต่อมาหลังจากที่มีการอ้างอิงเพจ 3 2 1 และ 2 ผลลัพธ์ของเมตริกส์จะถูกแสดงดังในรูปที่ 1 (3), 1 (4), 1 (5) และ 1 (6) ตามลำดับ หลังจากที่ทุกเพจถูกอ้างอิงจนครบ เพจเฟรม 0 คือ เพจเฟรมที่เป็น LRU ที่มีจำนวนของบิต 1 น้อยที่สุด

กลุ่มคำตอบสำหรับ E

a)

0	1	0	0
0	0	0	0
1	1	0	1
1	1	0	0

b)

0	0	0	0
1	0	1	1
1	0	0	1
1	0	0	0

c)

0	0	0	0
1	0	1	0
1	0	0	0
1	1	1	0

d)

0	0	0	0
1	0	0	1
1	1	0	1
1	0	0	0

คำถามย่อย 3

จากกลุ่มของคำตอบข้างล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] ในคำอธิบายข้างล่างนี้

พิจารณาในอีกกรณีหนึ่งเมื่อหน่วยความจำแคชสามารถเก็บเพจได้ 4 เพจเฟรม และซีพียูอ้างอิงเพจเฟรม 2 1 3 0 2 และ 1 ตามลำดับ ขณะเริ่มต้น หน่วยความจำแคชว่างเปล่า นั่นคือยังไม่มีเพจเฟรมใดถูกโหลดเข้าไป ในกรณีนี้ เวลาที่ใช้ในการเข้าถึงเพจทั้งหมด โดยซีพียูเท่ากับ [F] ในที่นี้ Tm = 40ns, Th = 4ns, และ E = 10ns

กลุ่มคำตอบสำหรับ F

a) 84 ns
b) 164 ns
c) 244 ns
d) 324 ns
e) 404 ns

Q3. อ่านคำอธิบายระบบฐานข้อมูลบริษัทจำหน่ายดอกไม้ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

บริษัทจำหน่ายดอกไม้แห่งหนึ่งให้บริการส่งดอกไม้ของขวัญแก่ลูกค้า เพื่อเพิ่มยอดขาย บริษัทได้ดำเนินกิจกรรมทางการตลาดต่าง ๆ เช่นการจัดทำเว็บไซต์ การลงประกาศในสิ่งพิมพ์ และการเข้าร่วมโปรแกรมโฆษณาในสื่อ ในช่วงต้นปี บริษัทจะทำการวางแผนการตลาดสำหรับแต่ละกิจกรรมทางการตลาดที่จะทำในปีนั้น ๆ และกำหนดหน้าที่ให้แต่ละแผนก โดยกิจกรรมทางการตลาดที่วางแผนไว้ถูกบันทึกไว้ในตาราง TblMktPlan เมื่อถึงสิ้นปี บริษัทจะทำการรวบรวมงบประมาณที่ใช้ไปกับแผนการตลาดที่วางไว้นั้น โดยงบประมาณที่ใช้กับแต่ละกิจกรรมทางการตลาดจะถูกบันทึกในตาราง TblBgtUsed บางกิจกรรมอาจจะวางแผนทำมากกว่าหนึ่งครั้งในหนึ่งปี ดังนั้น จะมีความสัมพันธ์แบบ 1-ต่อ-กลุ่ม (one-to-many) ระหว่างตาราง TblMktPlan และ TblBgtUsed โครงสร้างของตารางทั้งสองเป็นดังนี้:

TblMktPlan (PlanID, MktActivity, Department)

TblBgtUsed (BgtID, PlanID, StartDate, EndDate, BgtUsed, Manager)

หมายเหตุ: ขีดเส้นใต้เป็นการระบุคีย์หลัก (primary key)

คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] ในคำสั่ง SQL ต่อไปนี้

บริษัทต้องการตรวจสอบกิจกรรมทางการตลาดที่วางแผนไว้ทั้งที่ได้ทำและไม่ได้ทำ คำสั่ง SQL "SQL1" ให้ผลลัพธ์เป็นรายการกิจกรรมทั้งที่ได้ทำและไม่ได้ทำ โดยมีรายละเอียดของ start date, end date, budget used, manager, และ department

```
-- SQL1 --
SELECT  Mkt.MktActivity, Bgt.StartDate, Bgt.EndDate,
        Bgt.BgtUsed, Bgt.Manager, Mkt.Department
FROM TblMktPlan Mkt [    A    ] TblBgtUsed Bgt ON [    B    ]
```

ตัวอย่างผลลัพธ์ของ SQL1 เป็นดังนี้:

MktActivity	StartDate	EndDate	BgtUsed ($)	Manager	Department
Define Marketing Programs	01/01/2017	01/15/2017	3,500	Mr. A	Planning
Locate & Secure Retail Space	05/01/2017	05/31/2017	500	Ms. J	Sales
Locate & Secure Retail Space	11/01/2017	11/30/2017	500	Mr. K	Sales
Launch Website			(NULL)		Web Sales
Purchase Inventory & Supplies	03/01/2017	03/15/2017	1,500	Ms. L	Procurement
Purchase Inventory & Supplies	09/01/2017	09/15/2017	1,500	Ms. L	Procurement
…	…	…	…	…	…

หมายเหตุ:

"INNER JOIN" ให้ผลลัพธ์เป็นแถวที่ตรงกันของทั้งสองตารางที่ตรงตามเงื่อนไข

"LEFT JOIN" ให้ผลลัพธ์เป็นแถวทั้งหมดจากตารางทางซ้ายตามด้วยแถวที่ตรงกันของตารางทางขวา

"RIGHT JOIN" ให้ผลลัพธ์เป็นแถวทั้งหมดจากตารางทางขวาตามด้วยแถวที่ตรงกันของตารางทางซ้าย

กลุ่มคำตอบสำหรับ A และ B

a) `INNER JOIN`
b) `LEFT JOIN`
c) `RIGHT JOIN`
d) `Mkt.PlanID = Bgt.PlanID`
e) `Mkt.PlanID = Bgt.PlanID GROUP BY Mkt.Department`
f) `Mkt.PlanID = Bgt.PlanID GROUP BY Mkt.PlanID`

คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] ในคำสั่ง SQL ต่อไปนี้

บริษัทจำหน่ายดอกไม้กำหนดการขายออกเป็น 4 ชนิด คือ retail sale, commercial account sale, frequent flower gift program sale, และ holidays/events sale โดย retail sale คือการค้าปลีกรายวัน commercial account sale คือการขายสำหรับธุรกิจที่ต้องการดอกไม้รายสัปดาห์ holidays/events sale คือการขายสำหรับวันหยุด/เทศกาลต่าง ๆ เช่นวันเกิดและวันคริสต์มาส และ frequent flower gift program sale คือการขายลูกค้าชั้นดีที่มีรายได้สูง
การขายทั้ง 4 ชนิดนี้และคำอธิบายบันทึกไว้ในตาราง TblSaleType และรายละเอียดชนิดของวันสำหรับ holidays/events sale ได้ถูกกำหนดไว้ในตาราง TblDayType

โครงสร้างตารางของตารางเหล่านี้และตัวอย่างข้อมูลเป็นดังนี้:

TblSaleType (STypeID, SaleType) TblDayType (DTypeID, DayType)

STypeID	SaleType
S01	Retail
S02	Commercial Account
S03	Holidays/Events
S04	Frequent Flower Gift Program

DTypeID	DayType
S03D01	Birthday
S03D02	Christmas day
S03D03	Mother's day
S03D04	New year
…	…

รายละเอียดการขายสินค้าถูกบันทึกไว้ในตาราง TblSales โดยโครงสร้างตารางเป็นดังนี้:

TblSales (SaleID, SaleDate, CustName, STypeID, DTypeID, UnitPrice, Qty)

ในเดือนธันวาคม บริษัทส่งข้อมูลโปรโมชั่นสำหรับวันคริสต์มาส "Christmas day" และวันปีใหม่ "New year" ให้กับลูกค้า คำสั่ง SQL "SQL2" ต่อไปนี้ แสดงชื่อของลูกค้าที่เคยซื้อดอกไม้ในวันคริสต์มาสและวันปีใหม่ ซึ่งชื่อของลูกค้าจะแสดงเพียงครั้งเดียวแม้ว่าจะมีแถวที่ตรงเงื่อนไขในตาราง TblSales หลายแถวก็ตาม

```
-- SQL2 --
SELECT S.CustName
  FROM TblSales S
  WHERE [      C      ]
```

กลุ่มคำตอบสำหรับ C

a)
```
S.DTypeID = (
  SELECT DT.DTypeID FROM TblDayType DT
    WHERE DT.DayType IN ('Christmas day', 'New year'))
```

b)
```
S.DTypeID IN (
  SELECT DT.DTypeID FROM TblDayType DT
    WHERE DT.DayType IN ('Christmas day', 'New year'))
```

c)
```
S.DTypeID IN (
  SELECT DT.DTypeID FROM TblDayType DT
    WHERE DT.DayType IN ('Christmas day', 'New year'))
GROUP BY S.CustName
```

d)
```
S.DTypeID IN (
  SELECT DT.DTypeID FROM TblDayType DT
    WHERE DT.DayType IN ('Christmas day', 'New year'))
GROUP BY S.CustName
```

คำถามย่อย 3

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] ในคำสั่ง SQL ต่อไปนี้

เพื่อเป็นการทำนายยอดขายในปีที่กำลังจะมาถึง บริษัททำการวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการซื้อของลูกค้าแต่จำแนกตามชนิดของการขาย (sale type) โดยคำสั่ง SQL "SQL3" ให้ผลลัพธ์เป็นยอดขายต่อปีจำแนกตาม sale type รวมทั้งค่าเฉลี่ยและความถี่ ซึ่งความถี่บอกถึงจำนวนครั้งที่ลูกค้าซื้อสินค้าในที่นี้ ตาราง TblSales มีข้อมูลการขายของปีนี้

```
-- SQL3 --
SELECT ST.SaleType, [ D ] AS Average,
       COUNT(S.SaleID) AS Frequency, [ E ] AS PerYear
FROM   TblSales S, TblSaleType ST
WHERE  S.STypeID = ST.STypeID
GROUP BY ST.SaleType
```

ตัวอย่างผลลัพธ์ของ SQL3 เป็นดังนี้:

SaleType	Average ($)	Frequency	PerYear ($)
Retail	30	3,000	90,000
Commercial Account	750	150	112,500
Holidays/Events	50	400	20,000
Frequent Flower Gift Program	100	100	10,000

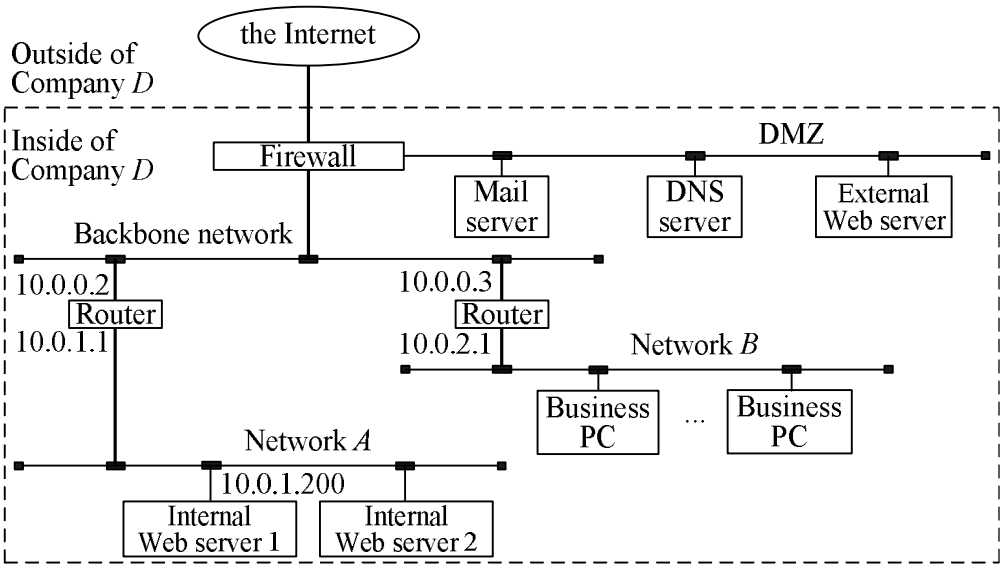
กลุ่มคำตอบสำหรับ D และ E

a) `AVG(S.Qty)`
b) `AVG(S.UnitPrice * S.Qty)`
c) `S.UnitPrice * S.Qty`
d) `SUM(S.Qty)`
e) `SUM(S.UnitPrice * S.Qty)`

Q4. อ่านคำอธิบายโครงสร้างเครือข่ายต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามย่อย 1 และ 2

รูปที่ 1 แสดงการตั้งค่าเครือข่ายปัจจุบันของบริษัท D โดย เซิร์ฟเวอร์อีเมล เซิร์ฟเวอร์ DNS และเว็บเซิร์ฟเวอร์ภายนอก (external web server) สำหรับการเข้าถึงจากภายนอกถูกเชื่อมต่ออยู่กับ DMZ ในขณะที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ภายใน (internal web servers) สำหรับการใช้งานภายในองค์กรถูกเชื่อมต่อกับเครือข่าย A ส่วนเครื่องพีซีที่ใช้ในงานประจำของพนักงาน (business PCs) ถูกเชื่อมต่อกับเครือข่าย B

ไฟร์วอลล์ (firewall) จะทำการบล็อกการสื่อสารทั้งหมดจากอินเทอร์เน็ตที่เข้าไปไปยังเครือข่ายหลัก (backbone network) และจากเครือข่ายหลักออกไปยังอินเทอร์เน็ต ดังนั้นเครื่องพีซีที่ใช้ในงานประจำจะสามารถเข้าถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์ภายนอกและเว็บเซิร์ฟเวอร์ภายในที่ตั้งอยู่ภายในบริษัท D ได้ แต่ไม่สามารถเข้าถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์ใด ๆ ที่อยู่นอกบริษัท D



หมายเหตุ: ตัวเลขต่าง ๆ เป็นหมายเลขไอพีของเราเตอร์และเว็บเซิร์ฟเวอร์ภายใน 1 (internal web server 1) ในเครือข่ายที่สัมพันธ์กัน

รูปที่ 1 การตั้งค่าเครือข่ายปัจจุบันของบริษัท D

คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในคำอธิบายต่อไปนี้

หมายเลขไอพี (IP address) ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายที่เกี่ยวข้องของบริษัท D แสดงให้เห็นว่าซับเน็ตมาสก์ (subnet mask) ของเครือข่าย A คือ [A] เมื่อพิจารณาจากหมายเลขเครือข่าย (Network address) และซับเน็ตมาส์ก (subnet mask) ของเครือข่าย A แล้ว จากรายการหมายเลขไอพีที่แสดงด้านล่างนี้ จำนวนหมายเลขไอพีที่นำไปใช้กับเว็บเซิร์ฟเวอร์ภายใน 2 (internal web server 2) ได้ มีทั้งสิ้น [B] หมายเลข

[หมายเลขไอพี]

10.0.0.2	10.0.0.3	10.0.0.4	10.0.1.1	10.0.1.2
10.0.1.3	10.0.2.1	10.0.2.2	10.0.2.3	10.0.2.4

กลุ่มคำตอบสำหรับ A

a) 255.0.0.0
b) 255.255.0.0
c) 255.255.255.0
d) 255.255.255.128

กลุ่มคำตอบสำหรับ B

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5
f) 6
g) 7
h) 8

คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในคำอธิบายต่อไปนี้

บริษัท D ตัดสินใจใช้ DHCP เพื่อกำหนดข้อมูลเครือข่ายเช่นหมายเลขไอพี (IP Address) สำหรับพีซีที่ใช้ในงานประจำ (business PCs) พีซีที่ใช้ DHCP จะกระจายข้อความเพื่อค้นหาเซิร์ฟเวอร์ DHCP แต่เนื่องจากบริษัท D ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ใด ๆ ที่ใช้ถ่ายทอดการส่งข้อความ DHCP ดังนั้น เซิร์ฟเวอร์ DHCP จึงจำเป็นต้องถูกติดตั้งไว้ ใน [C] เพื่อรับข้อความจากพีซีเหล่านั้น

บริษัท D ยังได้ตัดสินใจที่จะติดตั้งพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ (proxy server) เพื่อให้เครื่องพีซีที่ใช้ในงานประจำสามารถเข้าถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ภายนอกบริษัท D ได้ เมื่อมีการร้องขอจากเครื่องลูกข่าย (Client) พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์จะเข้าถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์ให้กับเครื่องลูกข่าย และส่งต่อการตอบกลับจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ไปให้เครื่องลูกข่าย เนื่องจากบริษัท D ต้องการให้การสื่อสารใด ๆ ระหว่างอินเทอร์เน็ตกับเครือข่ายหลัก (backbone network) ยังคงถูกบล็อก พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์จึงถูกติดตั้งไว้ที่ [D]

พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ที่จะถูกติดตั้งมีความสามารถในการทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์แคช (Cache Server) เมื่อเว็บเพจหรือรูปภาพที่ถูกร้องขอมาจากเครื่องลูกข่ายมีอยู่ในแคชอยู่แล้วหรือพบในแคช (cache hit) เซิร์ฟเวอร์แคชจะส่งข้อมูลในแคชนั้นกลับไปยังเครื่องลูกข่ายโดยไม่ต้องเข้าถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์อีกครั้ง ซึ่งจะช่วยลดเวลาตอบสนอง (response time) อย่างไรก็ตาม เมื่อการร้องขอไม่พบในแคช เซิร์ฟเวอร์แคชจะเข้าถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์และส่งต่อการตอบสนองจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ไปยังเครื่องลูกข่าย และเก็บผลนั้นไว้ในแคช ส่งผลให้เกิดการภาระงานเพิ่มเติม

ถ้าเวลาตอบสนองเฉลี่ย (average response time) โดยไม่ใช้เซิร์ฟเวอร์แคชเป็น 100 และเวลาตอบสนองเฉลี่ยเมื่อใช้เซิร์ฟเวอร์แคชเป็น 30 ในกรณีที่พบข้อมูลในแคช และเป็น 110 ในกรณีที่ไม่พบข้อมูลในแคช ภายใต้เงื่อนไขนี้ ถ้าอัตราการพบข้อมูลในแคชเป็น [E] % หรือมากกว่า จะทำให้เวลาตอบสนองเฉลี่ยเมื่อใช้เซิร์ฟเวอร์แคชน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาตอบสนองโดยเฉลี่ยเมื่อไม่ได้ใช้เซิร์ฟเวอร์แคช

กลุ่มคำตอบสำหรับ C และ D

a) DMZ
b) network *A*
c) network *B*
d) the backbone network

Answer group for E

a) 50
b) 55
c) 60
d) 65
e) 70
f) 75
g) 80
h) 85

Q5. อ่านคำอธิบายของระบบการจองโรงแรมต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามย่อย 1 และ 2

โรงแรม K ต้องการพัฒนาระบบการจองห้องพักของโรงแรม (ต่อจากนี้จะเรียกว่า ระบบ) โดยระบบจะแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรงแรม K ให้แก่บุคคลทั่วไปที่ใช้อินเทอร์เน็ต (ต่อจากนี้จะเรียกว่า ผู้ใช้) แต่ผู้ใช้ไม่สามารถทำการจองห้องพักของโรงแรมผ่านระบบได้ ถ้าผู้ใช้ต้องการจองห้องพักผ่านระบบนี้ ผู้ใช้จะต้องทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกเสียก่อน (ต่อจากนี้จะเรียกว่า สมาชิก) ผ่านระบบลงทะเบียน โดยต้องกรอกข้อมูลดังนี้ ชื่อผู้ใช้ (username) รหัสผ่าน (password) ที่อยู่อีเมล เลขประจำตัวประชาชน ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ และเลขบัตรเครดิต สมาชิกรายใดที่ต้องการอัพเดตข้อมูลส่วนตัว (profile) ที่เคยลงทะเบียนไว้ได้ ด้วยการใช้กระบวนการลงทะเบียนเช่นเดียวกันนี้

หากสมาชิกต้องการจองห้องของโรงแรมผ่านระบบที่พัฒนาขึ้น สมาชิกต้องเข้าสู่ระบบการจอง จากนั้นจึงตรวจสอบผ่านระบบว่าห้องที่ต้องการจองนั้นว่างหรือไม่ ระหว่างกระบวนการจอง สมาชิกต้องกรอกรายละเอียดการจองได้แก่ วันที่ต้องการเข้าพัก จำนวนวันที่ต้องการเข้าพัก จำนวนผู้เข้าพัก และเลขบัตรเครดิต จากนั้นระบบทำการตรวจสอบสถานะของบัตรเครดิต ยอดรวมที่ต้องจ่าย และสถานะการชำระเงิน หลังจากการตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้ว หมายเลขการจองซึ่งเป็นเลขที่ไม่ซ้ำกับรายการอื่น ๆ จะถูกสร้างขึ้นและเก็บข้อมูลการจองลงในประวัติการจองของสมาชิก แล้วจึงส่งอีเมลยืนยันให้แก่สมาชิก

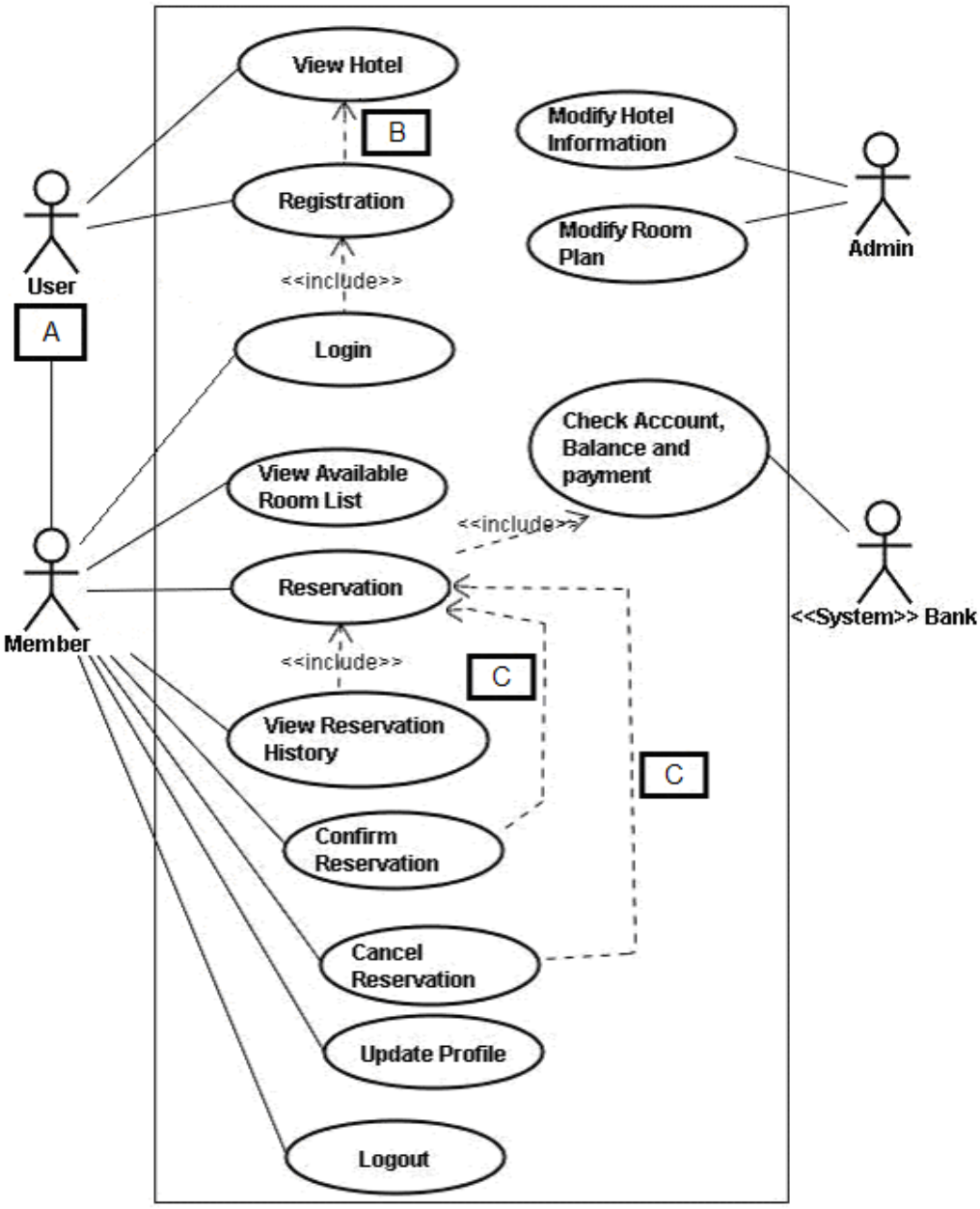
สำหรับสมาชิก ระบบจะหักส่วนลด 15% ออกจากยอดรวมที่ต้องชำระของแต่ละรายการการจอง โดยสมาชิกต้องทำการยืนยันการจอง 3 วัน ก่อนถึงวันเข้าพักที่ระบุไว้ในการจอง มิฉะนั้นระบบจะทำการยกเลิกการจองโดยอัตโนมัติ การยืนยันหรือการยกเลิกการจองสามารถทำผ่านระบบในหน้าประวัติการจองของสมาชิก

เมื่อสมาชิกมาถึงโรงแรม K ในวันเข้าพัก สมาชิกต้องแสดงหมายเลขการจองที่อยู่ในอีเมลยืนยันการจองให้กับพนักงานบริการส่วนหน้า (front desk) ของโรงแรม

รูปที่ 1 แสดงแผนภาพยูสเคส (use case) ของระบบการจองห้องพักที่กล่าวมาแล้ว

คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพยูสเคส (use case) ของระบบ

ตัวเลือกสำหรับช่องว่าง A

a) ◇ (aggregation) b) ↑ (association) c) ♦ (composition) d) △ (generalization)

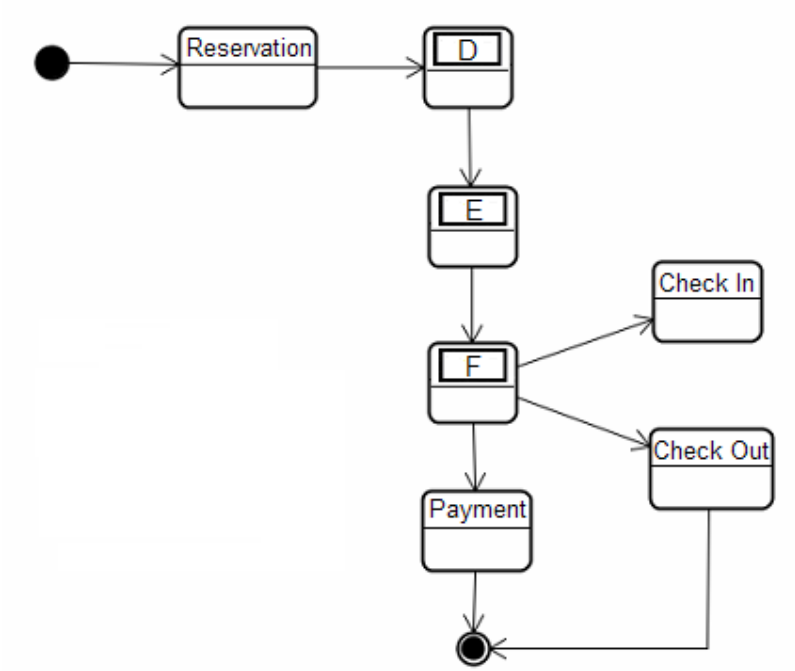
ตัวเลือกสำหรับช่องว่าง B และช่องว่าง C

a) << extend >> b) << include >>

คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในรูปที่ 2

รูปที่ 2 แสดงแผนภาพการเปลี่ยนสถานะ (state transition diagram) ของระบบ



รูปที่ 2 แผนภาพการเปลี่ยนสถานะ (state transition diagram) ของระบบ

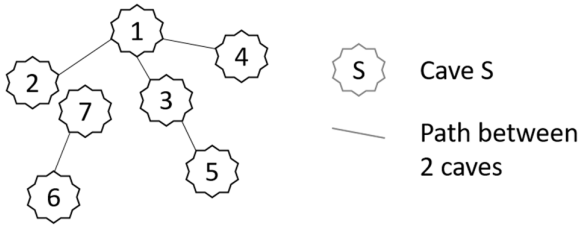
ชุดคำตอบ

a) ยกเลิกการจอง (Cancel reservation)
b) ตรวจสองห้องว่าง (Check available rooms)
c) ยืนยันการจอง (Confirm reservation)
d) เข้าระบบ (Log in)
e) ทำการจอง (Make reservation)
f) แก้ไขประวัติส่วนตัว (Update profile)
g) แสดงข้อมูลโรงแรม (View hotel informatiion)

Q6. จงอ่านคำอธิบายของโปรแกรมและโค้ดของโปรแกรม แล้วตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

[คำอธิบายโปรแกรม 1]
กลุ่มถ้ำ (cave system) ที่ตั้งอยู่ในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติมีชื่อเสียงอย่างมากและมักดึงดูดให้นักท่องเที่ยวจำนวนมากได้เข้าชมและสำรวจโลกใต้ดินที่ลึกลับและสวยงาม

ในโปรแกรมท่องเที่ยว เจ้าหน้าที่จะปิดทางออกในถ้ำบางแห่ง เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีเส้นทางมากกว่าหนึ่งเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างถ้ำสองถ้ำ นอกจากนี้ ภายในถ้ำทุกแห่งมีเครื่องนำทางให้



รูปที่ 1 ตัวอย่างแผนที่ถ้ำ

ที่ถ้ำ s เพียงป้อนจำนวนเต็ม d (หมายเลขถ้ำที่นักท่องเที่ยวต้องการไป) เครื่องนำทางก็จะแสดงตัวเลขจำนวนเต็ม t (ถ้ำที่อยู่ติดกับ s ซึ่งนักท่องเที่ยวต้องเข้าไป เพื่อที่จะไปยังถ้ำ d) แต่หากค่า t ได้รับการคืนค่า -1 แสดงว่าไม่มีเส้นทางจากถ้ำ s ไปยังถ้ำ d ตัวอย่างเช่นแผนที่ถ้ำในรูปที่ 1 ณ ตำแหน่งถ้ำหมายเลข 5 หากนักท่องเที่ยวต้องการไปที่ถ้ำหมายเลข 4 เครื่องนำทางจะแสดงให้นักท่องเที่ยวทราบว่าต้องเข้าไปในถ้ำหมายเลข 3 ด้วยการใช้เครื่องนำทางภายในแต่ละถ้ำอย่างต่อเนื่อง นักท่องเที่ยวก็จะสามารถไปถึงถ้ำจุดหมายปลายทางได้ (ถ้ำหมายเลข 4)

โปรแกรมย่อย BuildTree และ MakeEdge ถูกใช้ในการสร้างโครงสร้างต้นไม้เพื่อเก็บข้อมูลกลุ่มถ้ำ โปรแกรมย่อย GuideNext ถูกใช้เพื่อหาถ้ำถัดไปที่นักท่องเที่ยวควรเดินเข้าไปเพื่อไปยังปลายทางถ้ำที่ต้องการ

(1) กำหนดให้ N คือ จำนวนของถ้ำทั้งหมดและ K คือ จำนวนคู่ของ A[i] และ B[i] ที่แสดงการเชื่อมโยงโดยตรงจากถ้ำ A[i] ไปยังถ้ำ B[i], โดยที่ $1 \leq a[i], b[i] \leq N$, $a[i] \neq B[i]$, และ i อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง N สำหรับในแต่ละการสอบถามเส้นทาง เครื่องนำทางจะได้รับทูเพิล (tuple) s และ d ซึ่ง s คือ ตำแหน่งถ้ำปัจจุบันที่จะป้อนเข้าไปในเครื่อง (กล่าวคือ ถ้ำปัจจุบันที่นักท่องเที่ยวกำลังยืนอยู่ภายใน) และ d คือ ถ้ำเป้าหมายปลายทางที่นักท่องเที่ยวต้องการไปถึง ตารางที่ 1 แสดงค่าที่เป็นรูปธรรม (concrete value) ในอาร์เรย์ A และอาร์เรย์ B โดยใช้ข้อมูลโครงสร้างต้นไม้ในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าในอาร์เรย์ A[] และอาร์เรย์ B[]

i	1	2	3	4	5
A[i]	1	1	1	3	7
B[i]	2	4	3	5	6

(2) เนื่องจากไม่มีเส้นทางมากกว่าหนึ่งเส้นทางระหว่างถ้ำสองถ้ำใด ๆ ดังนั้นโครงสร้างข้อมูลต้นไม้จึงสามารถนำมาใช้เพื่อการสร้างกลุ่มถ้ำ โดยในแต่ละถ้ำนั้นจะมีหนึ่งโหนดบนโครงสร้างต้นไม้และการเชื่อมโยงระหว่างสองถ้ำเป็นกิ่งของโครงสร้างต้นไม้ (tree edge) จากรูปที่ 1 กลุ่มถ้ำประกอบไปด้วยสองโครงสร้างต้นไม้ ถ้าหากถ้ำ s และถ้ำ d อยู่ในโครงสร้างต้นไม้คนละต้น ก็จะไม่มีเส้นทางจากถ้ำ s ไปถึงถ้ำ d แต่หากอยู่บนโครงสร้างต้นไม้เดียวกันแล้ว เครื่องนำทางจะสามารถแสดงถ้ำถัดไป เพื่อที่จะให้นักท่องเที่ยวเดินต่อไปให้ถึงปลายทางได้

(3) กำหนดให้แต่ละโหนดบนโครงสร้างต้นไม้มีเพียงพ่อแม่เดียว (parent) เท่านั้น ยกเว้นราก (root) โครงสร้างข้อมูลอาร์เรย์ถูกใช้จัดเก็บข้อมูลโครงสร้างต้นไม้ โดยที่สมาชิกของอาร์เรย์ (element) จะถูกจับคู่กับแต่ละโหนดบนโครงสร้างต้นไม้ ดัชนี (Index) ของสมาชิกของอาร์เรย์หมายถึงข้อมูลของโหนด (หมายเลขถ้ำ) ข้อมูลที่เก็บในสมาชิกอาร์เรย์หมายถึงโหนดพ่อแม่ของโหนดนั้น ตัวเลขที่ติดลบ (negative number) แสดงถึงการไม่มีโหนดพ่อแม่ (ตัวอย่างเช่นโหนดราก) สำหรับแต่ละทูเพิล a และ b ให้ตั้งอาร์เรย์ให้โหนด b เป็นพ่อแม่ของโหนด a แต่ถ้าโหนด a มีพ่อแม่แล้วเช่นเป็นโหนด c ให้กลับด้านระหว่างกิ่งของ a และ c ดังนั้นโหนด a จึงกลายเป็นพ่อแม่ของโหนด c แล้วให้ใช้กลไกเดียวกันนี้ทำงานแบบเวียนเกิด (recursive) กับโหนด c ต่อไป

(4) ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับอาร์กิวเมนต์ (Argument) ของโปรแกรมย่อย BuildTree และ MakeEdge ถูกแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับอาร์กิวเมนต์ (Argument) ของโปรแกรมย่อย BuildTree

ตัวแปร	อินพุต/เอาต์พุต	คำอธิบาย
N	อินพุต	จำนวนถ้ำทั้งหมด
K	อินพุต	จำนวนของการเชื่อมโยงโดยตรงระหว่างสองถ้ำ
A[K] B[K]	อินพุต	อาร์เรย์สองตัวที่มีสมาชิกจำนวน K ซึ่งคู่ของสมาชิกในอาร์เรย์ คือ A[i] และ B[i] แสดงการเชื่อมโยงโดยตรงระหว่างสองถ้ำคือ A[i] และ B[i]
T[N]	เอาต์พุต	อาร์เรย์ที่มีสมาชิกจำนวน N ที่เก็บโครงสร้างต้นไม้สำหรับกลุ่มถ้ำ

ตารางที่ 3 ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับอาร์กิวเมนต์ (Argument) ของโปรแกรมย่อย MakeEdge

ตัวแปร	อินพุต/เอาต์พุต	คำอธิบาย
T[N]	อินพุต/เอาต์พุต	อาร์เรย์ที่มีสมาชิกจำนวน N ที่เก็บโครงสร้างต้นไม้สำหรับกลุ่มถ้ำ
A b	อินพุต	การเชื่อมโยงโดยตรงระหว่างสองถ้ำ a และ b

(5) ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

[โปรแกรม 1]

```
○ SubProgram: BuildTree(Integer type: N, Integer type: K,
                        Integer type: A[K], Integer type: B[K],
                        Integer type: T[N])
  ○ Integer type: I

  ■ I: 1, N, 1
  |  • T[I] ← -1
  ■

  ■ I: 1, K, 1
  |  • MakeEdge(T, A[I], B[I])
  ■

○ SubProgram: MakeEdge(Integer type: N, Integer type: a,
                       Integer type: b, Integer type: T[N])
  ▲ T[a] ≠ -1
  |  • MakeEdge(T, T[a], a)
  ▼

  • T[a] ← b
```

คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในแต่ละช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในคำอธิบายต่อไปนี้

สมมติว่าอาร์เรย์ A[] และ B[] บรรจุค่าที่ซึ่งแสดงในตารางที่ 4 และ T[] เป็นอาร์เรย์ของจำนวนเต็มที่มีสมาชิก 12 ตัว ภายหลังการประมวลผล `BuildTree(12, 10, A[], B[], T[])` แล้ว อาร์เรย์ T[] จะถูกตั้งค่าเป็นดังนี้

`T[] = { 4, 1, [ A ], 8, 2, [ B ], 3, -1, 10, 12, 10, -1 }`

ตารางที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลอาร์เรย์ A[i] และอาร์เรย์ B[i]

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	1	1	1	2	3	3	4	9	10	10
B[i]	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12

กลุ่มคำตอบสำหรับ A และ B

a) 0 b) 1 c) 2
d) 3 e) 4 f) 5

คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในแต่ละช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในโปรแกรม 2

[คำอธิบายโปรแกรมที่ 2]

(1) จากโครงสร้างต้นไม้ในกลุ่มถ้ำ โปรแกรมย่อย *GuideNext* ถูกใช้เพื่อค้นหาถ้ำถัดไปสำหรับนักท่องเที่ยวที่อยู่ถ้ำ *s* และต้องการไปยังถ้ำ *d* ซึ่งอัลกอริทึมจะค้นหาเส้นทางระหว่างถ้ำ *s* และถ้ำ *d* ผ่านโหนดบรรพบุรุษ (ancestors) ต่าง ๆ ถ้าถ้ำ *s* และถ้ำ *d* มีบรรพบุรุษเดียวกันแล้ว ถ้ำถัดไปจะเป็นบรรพบุรุษของถ้ำ *s* ถ้าถ้ำ *d* เป็นบรรพบุรุษของถ้ำ *s* แล้ว ถ้ำถัดไปเป็นบรรพบุรุษของถ้ำ *s* แต่ถ้าถ้ำ *s* เป็นบรรพบุรุษของถ้ำ *d* แล้วถ้ำถัดไปจะเป็นหนึ่งในลูกหลาน (descendant) ของถ้ำ *s* แต่หากถ้ำ *s* และถ้ำ *d* อยู่ในโครงสร้างต้นไม้คนละต้นแล้ว จะไม่มีเส้นทางจากถ้ำ *s* ไปยังถ้ำ *d* และตัวแปร *t* จะเก็บค่า *-1* แทน

(2) ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับอาร์กิวเมนต์ (Argument) ของโปรแกรมย่อย GuideNext จะแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับอาร์กิวเมนต์ (Argument) ของโปรแกรมย่อย GuideNext

ตัวแปร	อินพุต/เอาต์พุต	คำอธิบาย
N	อินพุต	จำนวนถ้ำทั้งหมด
T[N]	อินพุต	อาร์เรย์ที่มีสมาชิกจำนวน N ที่เก็บโครงสร้างต้นไม้สำหรับกลุ่มถ้ำ
s	อินพุต	ถ้ำเริ่มต้น
d	อินพุต	ถ้ำจุดหมายปลายทาง
t	เอาต์พุต	ถ้ำถัดไปที่นักท่องเที่ยวต้องเข้าไป เพื่อไปยังถ้ำ d

(3) ดัชนีของอาร์เรย์เริ่มต้นที่ 1

[โปรแกรม 2]

```
○ Program: GuideNext(Integer type: N, Integer type: T[N],
                     Integer type: s, Integer type: d,
                     Integer type: t)
  ○ Integer type: sa, da, dd, num, C[N]

  • sa ← s
  • da ← d
  ■ I: 1, N, 1
    • C[I] ← -1
  ■
  • t ← [ C ]
  • C[s] ← 1
  • C[d] ← 1
  ■
    • num ← 0                    ← α
    • dd ← da
    ▲ sa ≠ -1
      • sa ← T[sa]
    ▲ da ≠ -1
      • da ← T[da]               ← β
    ▲ sa ≠ -1
      ▲ C[sa] ≠ -1
        • t ← [ D ]
        • return
      • C[sa] ← 1
      • num ← num + 1
    ▲ da ≠ -1
      ▲ C[da] ≠ -1
        ▲ da = s
          • t ← [ E ]
        ──────────
          • t ← [ D ]
        • return
      • C[da] ← 1
      • num ← num + 1
  ■ num > 0
```

กลุ่มของคำตอบสำหรับ C ถึง E

a) -1	b) 0	c) T[d]	d) T[s]
e) T[dd]	f) da	g) dd	h) sa

คำถามย่อย 3

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในแต่ละช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในคำอธิบายต่อไปนี้

กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับอาร์เรย์ T[] โดยการเรียก `BuildTree` ด้วยอาร์เรย์ A [i] และ B [i] ที่ได้แสดงในตารางที่ 4 และเมื่อได้กำหนดค่าให้กับอาร์เรย์ T[] แล้ว จากนั้นเรียก `GuideNext(12, T[], 5, 8, t)` และภายหลังการประมวลผล `GuideNext` แล้ว ค่า [F] จะถูกกำหนดให้กับตัวแปร t

จนกว่าโปรแกรม `GuideNext` จะทำงานเสร็จสิ้น ประโยคคำสั่งที่ถูกล้อมกรอบด้วยเส้นประที่ถูกชี้ด้วยลูกศร "← α " จะถูกดำเนินการทั้งหมด [G] ครั้ง และประโยคที่ถูกชี้ด้วยลูกศร "← β " จะถูกดำเนินการทั้งหมด [H] ครั้ง

กลุ่มของคำตอบสำหรับ F ถึง H

a) 0	b) 1	c) 2	d) 3
e) 4	f) 5	g) 6	h) 7
i) 8	j) 9		

สำหรับคำถามข้อ **Q7** และ **Q8 ให้เลือกตอบเพียงหนึ่งข้อ** จากสองข้อ
ให้ฝน Ⓢ ลงในส่วนของการเลือกข้อในกระดาษคำตอบ และตอบคำถาม
หากทั้งสองคำถามถูกเลือกไว้ จะให้คะแนนเฉพาะข้อแรกเท่านั้น

Q7. อ่านคำอธิบายของโปรแกรมภาษา C และตัวโปรแกรมต่อไปนี้ จากนั้นให้ตอบคำถามย่อย

จำนวนเต็ม (integer) จะถูกเรียกว่า "จำนวนที่ไม่ลดค่า" (non-decreasing number) หากตัวเลขทุกหลักจากซ้ายไปขวาอยู่ในรูปแบบที่ไม่ลดค่า (non-decreasing form) ดังตัวอย่างต่อไปนี้:

(1) พิจารณาจำนวนเต็ม 124 จะพบว่าประกอบไปด้วยตัวเลข 3 ตัว คือ 1 2 และ 4 เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวเลขแต่ละคู่จากซ้ายไปขวา 1 และ 2 มีการเพิ่มค่าขึ้น จาก 1 เป็น 2 เมื่อเปรียบเทียบ 2 กับ 4 ก็มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้น ค่าจำนวนเต็ม 124 จึงเป็นจำนวนที่ไม่ลดค่า

(2) พิจารณาจำนวนเต็ม 221 เมื่อเปรียบเทียบ 2 กับ 2 พบว่ามีค่าเท่ากัน และเป็นจำนวนไม่ลดค่า อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบ 2 กับ 1 ในลำดับคู่ต่อมาพบว่า มีค่าลดลง ดังนั้น จำนวนเต็ม 221 จึงไม่เป็นจำนวนที่ไม่ลดค่า

(3) ตัวเลข 1 หลักต่าง ๆ ถูกจัดได้ว่าเป็นจำนวนที่ไม่ลดค่า

[คำอธิบายโปรแกรม]

(1) โปรแกรมทำการอ่านตัวเลขจำนวนเต็มสองจำนวน num1 และ num2 จากอินพุตข้อมูลมาตรฐาน (standard input) ในที่นี้ num1 และ num2 เป็นไปตามเงื่อนไขสามประการดังนี้ (i) 0 < num1, (ii) num1 ≤ num2 และ (iii) num2 < 32768

(2) โปรแกรมทำการทดสอบทุก ๆ จำนวนเต็ม ที่อยู่ระหว่าง num1 และ num2

(3) โปรแกรมให้ผลลัพธ์เป็นจำนวนนับของจำนวนที่ไม่ลดค่าทั้งหมด ที่มีค่าอยู่ระหว่าง num1 และ num2 และผลลัพธ์ที่นับได้ถูกบันทึกอยู่ในตัวแปร ndCount

(4) ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้ของโปรแกรมเป็นดังนี้:

```
Enter two integers: 18 23
Count of non-decreasing numbers between 18 and 23: 4
```

(5) ฟังก์ชั่นที่ผู้ใช้กำหนด จำนวนสองฟังก์ชั่นดังต่อไปนี้ ถูกใช้ในโปรแกรม:

(i) `int isNonDecreasingNumber(char *s)`
ฟังก์ชั่นนี้คืนค่า 1 หากตัวเลขอินพุทในสตริง *s เป็น จำนวนที่ไม่ลดค่า ในทางกลับกันจะคืนค่าเป็น 0

(ii) `void convert(int num, char *s)`
ฟังก์ชั่นนี้ทำการแปลงตัวเลขจำนวนเต็ม num ให้เป็นสายอักขระสตริง *s ดังตัวอย่างเช่น จำนวนเต็ม 135 จะถูกแปลงเป็น "135"

(6) ฟังก์ชั่นไลบรารี่ต่อไปนี้ ถูกใช้ในโปรแกรม:

`size_t strlen(const char *s)`
ฟังก์ชั่นนี้คืนค่าความยาวของสตริง *s (ไม่รวมตัวสิ้นสุด '\0')

[โปรแกรม]

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define MAX_LEN 5 + 1

int isNonDecreasingNumber(char *s);
void convert(int num, char *s);

int isNonDecreasingNumber(char *s) {
   int i;

   for (i = 0; i < strlen(s) - 1; i++) {
      if ( A  > B ) {
         return 0;
      }
   }
   return 1;
}

void convert(int num, char *s) {
   int i, digits = 0;
   char buffer[MAX_LEN];

   while (num != 0) {
      buffer[digits] = C + '0';
      num = D ;
      digits++;
   }
   for (i = 0; i < digits; i++) {
      s[i] = E ;
   }
   F ;
}

int main() {
   int num1, num2, x;
   int ndCount = 0;
   char numString[MAX_LEN];

   printf("Enter two integers: ");
   scanf("%d %d", &num1, &num2);
```

```
   for (x = num1; x <= num2; x++) {
      convert(x, numString);
      if ( G ) {
         ndCount++;
      }
   }
   printf("Count of non-decreasing numbers between %d and %d: %d\n",
          num1, num2, ndCount);
}
```

คำถามย่อย

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในโปรแกรมด้านบน

กลุ่มคำตอบสำหรับ A และ B

a) `&s[i-1]`
b) `&s[i]`
c) `&s[i+1]`
d) `s[i-1]`
e) `s[i]`
f) `s[i+1]`

กลุ่มคำตอบสำหรับ C และ D

a) `digits`
b) `digits++`
c) `num`
d) `num % 10`
e) `num * 10`
f) `num + 10`
g) `num - 10`
h) `num / 10`
i) `num ^ 2`

กลุ่มคำตอบสำหรับ E

a) `buffer[digits - 1]`
b) `buffer[digits - i - 1]`
c) `buffer[digits - i]`
d) `buffer[digits - i + 1]`
e) `buffer[i]`
f) `buffer[i + digits]`

กลุ่มคำตอบสำหรับ F

a) `buffer[digits] = '0'`
b) `buffer[digits] = '\0'`
c) `buffer[digits] = s[digits]`
d) `digits++`
e) `digits = 0`
f) `s[digits] = '0'`
g) `s[digits] = '\0'`
h) `s[digits] = buffer[digits]`

กลุ่มคำตอบสำหรับ G

a) `!isNonDecreasingNumber(*numString)`
b) `!isNonDecreasingNumber(numString)`
c) `isNonDecreasingNumber(*numString)`
d) `isNonDecreasingNumber(numString)`

Q8. อ่านคำอธิบายโปรแกรมภาษาจาวาและตัวโปรแกรม จากนั้นตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

[คำอธิบายโปรแกรม]

โปรแกรมประกอบด้วยคลาสที่มีเมท็อดอรรถประโยชน์ (utility method) สำหรับดำเนินการกับตัวเลข และวนซ้ำผ่านตัวเลขแต่ละหลักของค่านั้นจากซ้ายไปขวา (จากตัวเลขที่มีนัยสำคัญมากที่สุด) หรือจากขวาไปซ้าย (จากตัวเลขที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด) และมีคลาสสำหรับทดสอบเมท็อดดังกล่าว

คำถามย่อย 1

โปรแกรม 1 คือคลาสอรรถประโยชน์ IntegerToText ซึ่งประกอบด้วยเมท็อดดังต่อไปนี้

(1) เมท็อดชื่อ countCharacters ที่ส่งคืนค่าจำนวนของตัวเลขที่ปรากฏอยู่ในจำนวน n ที่กำหนด ถ้าค่าดังกล่าวติดลบ เมท็อดจะคืนค่าจำนวนที่นับเพิ่มมาอีกหนึ่งสำหรับเครื่องหมายลบ ตัวอย่างเช่น
   (i) ถ้า n = 7, จะคืนค่า 1,
   (ii) ถ้า n = -7, จะคืนค่า 2,
   (iii) ถ้า n = 789, จะคืนค่า 3.

(2) เมท็อดชื่อ convert จะส่งคืนค่าเป็นอาร์เรย์ข้อความแสดงถึงตัวเลขแต่ละหลักที่ได้จากค่า n ถ้าค่าดังกล่าวเป็นลบ เครื่องหมายลบจะแสดงผลออกมาเป็นคำว่า "minus" ดังตัวอย่าง
   (i) ถ้า n = 7, จะคืนค่าอาร์เรย์ของคำว่า ["seven"]
   (ii) ถ้า n = -7 จะคืนค่าอาร์เรย์ของคำว่า ["minus", "seven"]
   (iii) ถ้า n = 79, จะคืนค่าอาร์เรย์ของคำว่า ["seven", "nine"]

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง ☐ แต่ละช่องในโปรแกรม 1 เพื่อให้เมท็อดในโปรแกรม 1 สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดข้างต้น

[โปรแกรม 1]

```
public final class IntegerToText {
   private static final String[] WORDS = {
      "zero", "one", "two", "three", "four",
      "five", "six", "seven", "eight", "nine"
   };

   public static int countCharacters(int n) {
      int characterCount =  (n < 0) ? 1 : 0;
      do {
         n [      A      ] 10;
         ++characterCount;
      } while (n != 0);
      return characterCount;
   }
```

```
    public static String[] convert(int n) {
       int characterCount = countCharacters(n);
       String[] inWords = new String[characterCount];
       long m = n;
       if (n < 0) {
          m = -m;
          inWords[0] = "minus";
       }

       int i = inWords.length;
       do {
          inWords[--i] = WORDS[(int) (m % 10)];
          m [      A      ] 10;
       } while (m [      B      ] 0);

       return inWords;
    }
 }
```

ชุดคำตอบสำหรับ A

a) *= b) -= c) %= d) /=

ชุดคำตอบสำหรับ B

a) < b) <= c) > d) >=

คำถามย่อย 2

โปรแกรม 2 เป็นคลาสแบบ abstract ชื่อ NumberIterator ซึ่ง implements มาจาก interface Iterator<String> เพื่อวนซ้ำข้อความที่แสดงค่าที่รับมา เช่น ค่า -79 จะถูกแสดงออกมาเป็นคำสามคำ คือ "minus", "seven", และ "nine".

คลาส NumberIterator มีเมท็อดอินสแตนซ์สาธารณะ (public instance method) ที่ถูกกำหนดไว้ใน Iterator ดังต่อไปนี้

(1) เมท็อด hasNext จะส่งคืนค่าเป็นจริงหากยังมีคำจากการวนซ้ำเหลืออยู่ มิฉะนั้นจะส่งคืนค่าเท็จ

(2) เมท็อด next จะส่งคืนค่าคำถัดไป หรือจะโยน NoSuchElementException ถ้าไม่มีคำเหลืออยู่

(3) เมท็อด remove จะโยน UnsupportedOperationException เสมอ

มีคลาสย่อยจำนวน 2 คลาส ใน NumberIterator โดยคลาสย่อยตัวแรก คือ LeftToRightIterator สำหรับการวนซ้ำจากซ้ายไปขวา และอีกคลาสย่อยคือ RightToLeftIterator สำหรับการวนซ้ำจากขวาไปซ้าย

(1) ในกรณีของคลาส LeftToRightIterator นั้นเมท็อด next จะส่งคืนค่าของคำถัดไปจากด้านซ้าย ตัวอย่าง เช่น ค่า 79 ซึ่งค่าแรกที่จะถูกส่งกลับมา คือ "seven" และคำถัดไป คือ "nine" และการเรียกในครั้งที่สามจะโยน NoSuchElementException

(2) ในกรณีของคลาส RightToLeftIterator นั้นเมท็อด next จะส่งคืนค่าของคำถัดไปจากด้านขวา ตัวอย่าง เช่น ค่า 79 ซึ่งค่าแรกที่จะถูกส่งกลับมาคือ "nine" ตามด้วย "seven" และการเรียกในครั้งที่สามจะโยน คือ NoSuchElementException

คลาส NumberIterator มีเมท็อดแบบแฟคทอรีสแตติก (factory static method) 2 เมท็อด คือ getLeftToRightNumberIterator และ getRightToLeftNumberIterator ซึ่งในแต่ละเมท็อดจะส่งคืนค่าอินสแตนซ์ของ NumberIterator ซึ่งถูกสร้างจากค่าที่ระบุนั้น

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] แต่ละช่องในโปรแกรม 2

[โปรแกรม 2]

```
import java.util.Iterator;
import java.util.NoSuchElementException;

public abstract class NumberIterator implements Iterator<String> {
   final String[] words;
   int currentPosition;

   private NumberIterator(String[] words, boolean isLeftToRight) {
      if (words == null) {
         throw new NullPointerException();
      }
      this.words = words;
      if (isLeftToRight) {
         this.currentPosition = 0;
      } else {
         this.currentPosition = words.length - 1;
      }
   }
```

```
public static NumberIterator getLeftToRightNumberIterator(int n) {
   String[] inwords = IntegerToText.convert(n);
   return new LeftToRightIterator(inwords);
}

public static NumberIterator getRightToLeftNumberIterator(int n) {
   String[] inwords = IntegerToText.convert(n);
   return new RightToLeftIterator(inwords);
}

public String next() {
   if (!hasNext()) {
      throw new NoSuchElementException();
   }
   return nextWord();
}

public void remove() {
   throw new UnsupportedOperationException();
}

abstract String nextWord();

private static class LeftToRightIterator extends NumberIterator {
   private LeftToRightIterator(String[] words) {
      super(words, true);
   }

   public boolean hasNext() {
      return [      C      ];
   }

   String nextWord() {
      return words[      D      ];
   }
}

private static class RightToLeftIterator extends NumberIterator {
   private RightToLeftIterator(String[] words) {
      super(words, false);
   }

   public boolean hasNext() {
      return [      E      ];
   }
```

```
        String nextWord() {
           return words[      F      ];
        }
     }
  }
```

กลุ่มคำตอบสำหรับ C และ E

a) `currentPosition < words.length`
b) `currentPosition < words.length - 1`
c) `currentPosition <= words.length`
d) `currentPosition > 0`
e) `currentPosition >= 0`

กลุ่มคำตอบสำหรับ D และ F

a) `++currentPosition`
b) `--currentPosition`
c) `currentPosition`
d) `currentPosition + 1`
e) `currentPosition - 1`
f) `currentPosition++`
g) `currentPosition--`

คำถามย่อย 3

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง [ ] ในคำอธิบายต่อไปนี้

โปรแกรม 3 คือคลาส Tester สำหรับทดสอบ โปรแกรม 1 และ โปรแกรม 2

บรรทัดต่าง ๆ ที่แสดงในรูปที่ 1 คือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการสั่งให้เมท็อด main ของคลาส Tester ทำงาน

```
1 character(s) of 0 in words from right side -> zero
3 character(s) of 100 in words from left side -> one zero zero
3 character(s) of 100 in words from right side -> zero zero one
4 character(s) of -857 in words from       G
```

รูปที่ 1 ผลลัพธ์ของเมท็อด main ของคลาส Tester

[โปรแกรม 3]

```
public class Tester {
   public static void main(String[] args) {
      int[] testData = {0, 100, -857};
      for (int n : testData) {
         if (n > 0) {
            System.out.print(IntegerToText.countCharacters(n)
                  + " character(s) of " + n
                  + " in words from left side ->");
            NumberIterator l2r;
            l2r = NumberIterator.getLeftToRightNumberIterator(n);
            while (l2r.hasNext()) {
               System.out.print(" " + l2r.next());
            }
            System.out.println();
         }
         System.out.print(IntegerToText.countCharacters(n)
               + " character(s) of " + n
               + " in words from right side ->");
         NumberIterator r2l;
         r2l = NumberIterator.getRightToLeftNumberIterator(n);
         while (r2l.hasNext()) {
            System.out.print(" " + r2l.next());
         }
         System.out.println();
      }
   }
}
```

กลุ่มคำตอบสำหรับ G

a) `left side -> eight five seven minus`
b) `left side -> minus eight five seven`
c) `left side -> seven five eight minus`
d) `right side -> minus eight five seven`
e) `right side -> minus seven five eight`
f) `right side -> seven five eight minus`