



October 2017

## 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 (S) 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 the spring Fundamental IT Engineer Examination conducted?

Answer group

a) September      b) October      c) November      d) December

Since the correct answer is “b) October”, mark your answer sheet as follows:

[Sample Answer]






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

**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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• variable ← expression</li> </ul>	Assigns the value of the expression to the variable.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• procedure(argument, ...)</li> </ul>	Calls the procedure and passes / receives the argument.
		Indicates a one-way selection process. If the conditional expression is true, then the process is executed.
		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.
		Indicates a pre-test iteration process. While the conditional expression is true, the process is executed repeatedly.
		Indicates a post-test iteration process. The process is executed, and then while the conditional expression is true, the process is executed repeatedly.
		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	<div>High</div> <div>↑</div> <div>↓</div> <div>Low</div>
Multiplication, division	×, ÷, %	
Addition, subtraction	+, -	
Relational operation	>, <, ≥, ≤, =, ≠	
Logical product	and	
Logical sum	or	

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

---

คำถาม Q1 ถึง Q6 เป็นคำถามบังคับ ให้ตอบทุกคำถาม

**Q1.** จงอ่านคำอธิบายเกี่ยวกับความถูกต้องและการรักษาความลับของข้อมูลอีเมล และตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

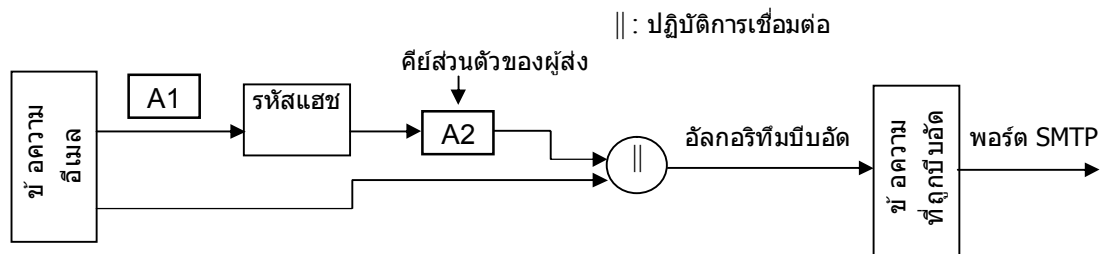
อิเล็กทรอนิกส์เมล หรือ อีเมล เป็นแอปพลิเคชันแบบกระจายบนเครือข่ายที่ถูกใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุด อีเมลอาจถูกส่งและรับจากสถาปัตยกรรมระบบ ระบบปฏิบัติการที่เป็นโฮสต์ แพลตฟอร์มของผู้ขาย และชุดโปรแกรมการสื่อสารที่หลากหลาย ทำให้มันเป็นเครื่องมือสำหรับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เป็นไปได้มากที่อีเมลมีข้อมูลที่สำคัญซึ่งต้องรักษาความปลอดภัย ความปลอดภัยของอีเมลต้องถูกดูแลโดยการรับประกันความถูกต้อง (authenticity) และการรักษาความลับ (confidentiality) ของอีเมล

พีจีพี (PGP: Pretty Good Privacy) เป็นเทคนิคที่มีความโดดเด่นสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีเมล เทคนิคนี้มีบริการพิสูจน์ความถูกต้องของอีเมลโดยการรวมลายเซ็นดิจิทัลไว้ในอีเมล

ด้านผู้ส่ง (รูปที่ 1) พีจีพี สร้างลายเซ็นดิจิทัลจากเนื้อหาในอีเมลโดยใช้ SHA-1 (Secure Hash Algorithm-1) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) SHA-1 สร้างรหัสแฮชของข้อความขนาด 160-บิต
- (2) รหัสแฮชถูกเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม RSA โดยใช้คีย์ส่วนตัว (private key) ของผู้ส่ง
- (3) ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกต่อท้ายเข้ากับข้อความ

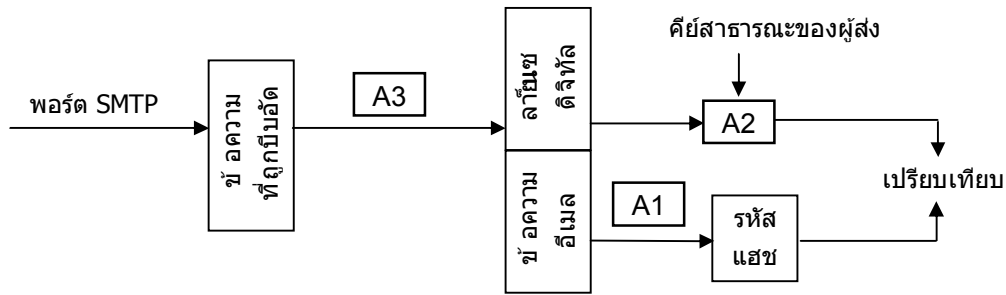
หลังจากนั้นข้อความจะถูกบีบอัดในอัตราส่วนประมาณ 2.0 ด้วยอัลกอริทึม ZIP ข้อความที่ถูกบีบอัดทำให้ใช้ทรัพยากรส่งผ่านและจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1 ปฏิบัติการพิสูจน์ความถูกต้องด้านผู้ส่ง

ด้านผู้รับ (รูปที่ 2) ลายเซ็นดิจิทัลถูกแยกออกมาจากข้อความอีเมลเขาเข้าหลังจากข้อความได้ถูกคลายแล้ว นอกจากนี้ปฏิบัติการอื่น ๆ ดำเนินการต่อตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) ถอดรหัสแฮชจากลายเซ็นดิจิทัลโดยใช้คีย์สาธารณะของผู้ส่ง
- (2) สร้างรหัสแฮชใหม่จากข้อความอีเมลที่ได้รับ
- (3) ถ้าวรหัสแฮชสองตัวตรงกันแล้ว ข้อความที่ถูกตรวจสอบถือว่าถูกต้อง



รูปที่2 ปฏิบัติการพิสูจน์ความถูกต้องด้านผู้รับ

### คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่จะเติมในช่องว่างแต่ละช่อง  ในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 กำหนดให้คำตอบที่จะถูกเติมใน A1, A2 และ A3 ควรเลือกจากชุดคำตอบที่ถูกต้องจากกลุ่มคำตอบสำหรับ A

กลุ่มคำตอบสำหรับ A

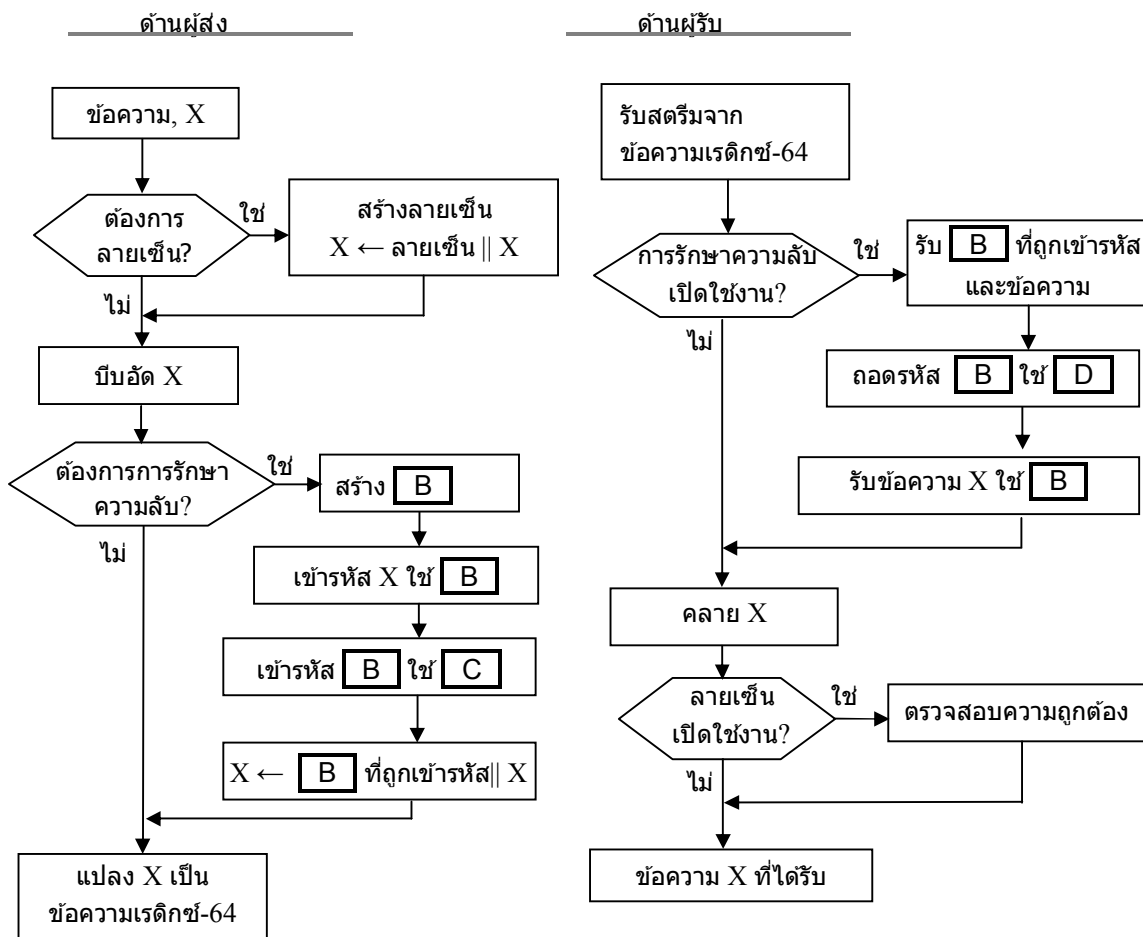
	A1	A2	A3
a)	อัลกอริทึม RSA	อัลกอริทึมการบีบอัด	อัลกอริทึม ZIP
b)	อัลกอริทึม RSA	อัลกอริทึมการคลาย	อัลกอริทึม ZIP
c)	SHA-1	อัลกอริทึม RSA	อัลกอริทึมการบีบอัด
d)	SHA-1	อัลกอริทึม RSA	อัลกอริทึมการคลาย
e)	อัลกอริทึม ZIP	SHA-1	อัลกอริทึม RSA
f)	อัลกอริทึม ZIP	SHA-1	อัลกอริทึม RSA

### คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมในช่องว่างแต่ละช่อง  ในรูปที่ 3

ในพีซีพี คีย์เซสชันแบบสมมาตร 128-บิต ถูกสร้างและถูกใช้ในแต่ละครั้งที่อีเมลใหม่ถูกส่ง คีย์ถูกผูกไว้กับข้อความและถูกส่งไปกับข้อความด้วย ประสิทธิภาพของวิธีนี้ถูกจำกัดอยู่ที่การรับประกันความถูกต้องของการเป็นเจ้าของ; มันไม่รับประกันเรื่องการรักษาความลับของอีเมล

เพื่อรับประกันเรื่องการรักษาความลับของเนื้อหาอีเมล อัลกอริทึมการเข้ารหัสแบบสมมาตรอาจจะถูกใช้เพื่อที่จะเข้ารหัสข้อความอีเมลในโหมดตอบกลับรหัสลับ (cipher feedback mode) 64 บิต คีย์เซสชันถูกเข้ารหัสโดยการใช้คีย์สาธารณะ (public key) ของผู้รับ รูปที่ 3 แสดงปฏิบัติการสำหรับการรับประกันทั้งความถูกต้องและการรักษาความลับของเนื้อหาอีเมล



รูปที่ 3 แสดงปฏิบัติการสำหรับการรับประกันทั้งความถูกต้องและการรักษาความลับของเนื้อหาอีเมล

กลุ่มคำตอบสำหรับ B ถึง D

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| a) คีย์บีบอัด           | b) คีย์แฮช              |
| c) คีย์ส่วนตัวของผู้รับ | d) คีย์สาธารณะของผู้รับ |
| e) คีย์ส่วนตัวของผู้ส่ง | f) คีย์สาธารณะของผู้ส่ง |
| g) คีย์เซสชัน           |                         |

### คำถามย่อย 3

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมในช่องว่าง  ในคำอธิบายต่อไปนี้

ลายเซ็นดิจิทัลถูกสร้างขึ้นจากข้อความธรรมดาไม่ใช่ข้อความที่ถูกเข้ารหัสหรือข้อความที่ถูกบีบอัดไว้ สิ่งนี้รับประกันว่า สำหรับจุดประสงค์ของการตรวจสอบลายเซ็น บุคคลที่สามไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับคีย์สมมาตรหรืออัลกอริทึมการบีบอัด การเข้ารหัสข้อความถูกใช้หลังจากการบีบอัดเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการเข้ารหัส เนื่องจากข้อความที่ถูกบีบอัดมีความซ้ำซ้อนน้อยกว่าข้อความธรรมดาต้นฉบับ ความซ้ำซ้อนน้อยทำให้ทำลายความสามารถแอสเกออร์ที่จะทำการวิเคราะห์กระบวนการเข้ารหัส (cryptanalysis) ได้ยากยิ่งขึ้น

ข้อความที่ถูกเข้ารหัสที่เกิดจากด้านผู้ส่งเป็นสตรีมรหัสไบนารี 8 บิต แต่อย่างไรก็ตามระบบอีเมลจำนวนมากอนุญาตให้ใช้เพียงแคตัวอักษรแอสกีเท่านั้น เพื่อปรับให้เข้ากับข้อจำกัดนี้ พีจีพีมีบริการแปลงสตรีมไบนารี 8 บิตเป็นสตรีมของตัวอักษรแอสกีโดยใช้การแปลงเรดิทซ์-64 แต่ละกลุ่มของรหัสไบนารี 8-บิตสามตัว จะถูกแปลงให้เป็นอักขระแอสกีสี่ตัว ทำให้ข้อความขยายขนาดขึ้น 33%

ตัวอย่างเช่น, เมื่อผู้ส่งส่งอีเมลซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรแอสกีจำนวน 9K ตัวอักษร มันจะถูกส่งผ่านอินเทอร์เน็ตเป็นสตรีมไบนารี 8-บิตขนาด  E kB สมมติว่าอัลกอริทึม ZIP มีอัตราการบีบอัด 2.0 และขนาดของลายเซ็นดิจิทัล และคีย์เซสชันที่ถูกเข้ารหัสไม่สำคัญ

กลุ่มคำตอบสำหรับ E

- |        |       |       |
|--------|-------|-------|
| a) 4.5 | b) 6  | c) 8  |
| d) 9   | e) 12 | f) 16 |

**Q2.** จงอ่านคำอธิบายเกี่ยวกับการเข้าถึงทรัพยากรระบบแบบแบ่งปัน จากนั้นตอบคำถามย่อยต่อไปนี้

ในระบบปฏิบัติการแบบทำงานได้หลายโปรแกรม (multi-programming) มีความเป็นไปได้ที่จำนวนโปรเซส ตั้งแต่ 2 โปรเซสขึ้นไปสามารถเข้าถึงทรัพยากรระบบได้พร้อมกัน การควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกัน (Mutual Exclusive) ทำให้มั่นใจได้ว่า โปรเซสที่เกิดขึ้นพร้อมกัน 2 โปรเซสจะไม่เข้าไปในส่วนวิกฤติ (Critical Section) พร้อมกัน ส่วนวิกฤติคือ ส่วนของโปรเซสที่ไม่สามารถถูกประมวลผลโดยโปรเซสตั้งแต่สองโปรเซสได้พร้อม ๆ กัน

มันมีความจำเป็นที่ระบบปฏิบัติการต้องทำให้มั่นใจได้ว่า

- (1) ถ้ามีโปรเซสหนึ่งกำลังเข้าถึงทรัพยากรระบบที่แบ่งปันได้ เช่น ข้อมูลที่สามารถแก้ไขได้ แล้วโปรเซสอื่นจะต้องถูกกันออกไปจากการใช้งานทรัพยากรระบบนั้น
- (2) โปรเซสแต่ละตัวจะได้รับทรัพยากรระบบเพื่อให้เกิดทำงานที่มีประสิทธิภาพ
- (3) หน่วยประมวลผล พยายามที่จะลดสถานะการว่างงาน (idle status)

[การควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกัน (mutually exclusive control): - กรณีที่ 1]

ภายในหน่วยประมวลผล โปรเซส 2 ตัว คือ P0 และ P1 กำลังทำงานพร้อมกัน ทั้ง P0 และ P1 พยายามจะเข้าไปอัปเดตข้อมูลที่แบ่งปันกันใช้ หน่วยประมวลผลจะตารางความถูกต้องของข้อมูลด้วยการอนุญาตให้โปรเซสเพียงหนึ่งตัวเข้าไปอัปเดตข้อมูลที่แบ่งปันนั้น และป้องกันไม่ให้โปรเซสอีกตัวเข้าถึงข้อมูลนั้น ในขณะที่โปรเซสที่ได้รับอนุญาตกำลังอัปเดตข้อมูลอยู่ ตัวแปรแบบไคบอล turn ถูกใช้งานร่วมกันโดย P0 และ P1 ถูกใช้โดยการควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกัน โดยค่าเริ่มต้นของ turn เป็น 0

รูปที่ 1 แสดงถึงการควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกันสำหรับ P0 และ P1.

<pre>PROCESS P0 {     ...     WHILE (turn is not 0) {         WAIT for a predefined time unit     }     UPDATE shared data     SET turn ← 1     ... }</pre>	<pre>PROCESS P1 {     ...     WHILE (turn is not 1) {         WAIT for a predefined time unit     }     UPDATE shared data     SET turn ← 0     ... }</pre>
---	---

รูปที่ 1 แสดงถึงการควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกันสำหรับ P0 และ P1

ตารางที่ 1 แสดงถึงตัวอย่างการทำงานของการทำงานของการควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกันนี้



ตารางที่ 1 สถานการณ์ประมวลผลของ P0 และ P1 ตามลำดับเวลา

เวลา	สถานการณ์ประมวลผลของ P0 และ P1
t	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P0 และ P1 ถูกโหลดเข้ามาเมื่อเวลาเริ่มต้น ค่าเริ่มต้นของ turn เป็น 0</li> <li>• ทั้ง P0 และ P1 พยายามเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน</li> <li>• จากนั้น <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">A</span> เข้าสู่ส่วนวิกฤติ และ เข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปันนั้น</li> </ul>
t + 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P1 ยังคงพยายามต่อไปที่จะเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน</li> <li>• P1 ยังคงรออยู่ในลูป เนื่องจากค่าที่อยู่ใน turn เป็น <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">B</span> .</li> </ul>
t + 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P0 อัปเดตข้อมูลในข้อมูลส่วนที่แบ่งปันสำเร็จ</li> </ul>
t + 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P1 ยังคงพยายามต่อไปที่จะเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน</li> <li>• ในลำดับต่อมา P1 เข้ามาสู่ส่วนวิกฤติ และ เข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน</li> </ul>
t + 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P0 พยายามเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปันอีกครั้ง</li> <li>• P0 ยังคงรอต่อไปอยู่ในลูป</li> </ul>
t + 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P1 อัปเดตข้อมูลในข้อมูลส่วนที่แบ่งปันสำเร็จ</li> </ul>
t + 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P0 ยังคงพยายามต่อไปที่จะเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน</li> <li>• ในลำดับต่อมา, P0 เข้ามาสู่ส่วนวิกฤติ และ เข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน</li> </ul>
t + 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P0 อัปเดตข้อมูลในข้อมูลส่วนที่แบ่งปันสำเร็จ</li> <li>• ณ จุดนี้ ค่าที่อยู่ใน turn เป็น <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">C</span> .</li> </ul>
t + 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ...</li> </ul>

การควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกันสำหรับ P0 และ P1 นี้มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดปัญหา ยกตัวอย่างเช่น ณ เวลา t + 8 ในตารางที่ 1 จะเกิดปัญหขึ้นภายใต้สถานการณ์ที่ D

[การควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกัน: - กรณีที่ 2]

เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดในกรณีที่ 1 การควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกันอีกวิธีหนึ่ง ถูกเสนอขึ้นโดยใช้ ตัวแปรแบบโกลบอล 2 ตัวคือ flag0 และ flag1 แทนที่จะใช้ตัวแปรตัวเดียว turn โดยค่าเริ่มต้นของตัวแปรทั้ง flag0 และ flag1 ถูกกำหนดให้เป็น 0

รูปที่ 2 แสดงการควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกันอีกวิธีหนึ่งสำหรับ P0 และ P1.

<pre> PROCESS P0 {     ...     SET flag0 ← 1     WHILE (flag1 is 1) {         WAIT for a predefined time unit     }     UPDATE shared data     SET flag0 ← 0     ... } </pre>	<pre> PROCESS P1 {     ...     SET flag1 ← 1     WHILE (flag0 is 1) {         WAIT for a predefined time unit     }     UPDATE shared data     SET flag1 ← 0     ... } </pre>
---	---

รูปที่ 2 แสดงการควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมกันอีกวิธีหนึ่งสำหรับ P0 และ P1

แต่อย่างไรก็ตาม การควบคุมแบบห้ามเกิดร่วมสำหรับ P0 และ P1 ยังคงเป็นไปได้ที่จะเกิดปัญหายกตัวอย่างเช่น ปัญหาจะเกิดขึ้นได้ภายใต้สถานการณ์ที่ E

### คำถามย่อย

จากกลุ่มคำตอบข้างล่างนี้ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเติมลงในช่องว่างของกล่อง  แต่ละอันที่อยู่ในคำอธิบายโปรแกรม

กลุ่มคำตอบสำหรับ A ถึง C

- a) 0                      b) 1                      c) P0                      d) P1

กลุ่มคำตอบสำหรับ D

- a) ทั้ง P0 และ P1 พยายามเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน
- b) ทั้ง P0 และ P1 ไม่มีความต้องการที่จะเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปันอีกต่อไป
- c) P0 พยายามเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน แต่อย่างไรก็ตาม P1 ไม่มีความต้องการที่จะเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปันอีกต่อไป
- d) P1 พยายามเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปัน แต่อย่างไรก็ตาม P0 ไม่มีความต้องการที่จะเข้าถึงข้อมูลส่วนที่แบ่งปันอีกต่อไป

กลุ่มคำตอบสำหรับ E

- a) ทั้ง P0 และ P1 อัปเดตข้อมูลในส่วนที่แบ่งปันเพียงหนึ่งครั้ง
- b) P0 (หรือ P1) อัปเดตข้อมูลในส่วนที่แบ่งปันอย่างต่อเนื่อง
- c) P0 กำหนดค่า flag0 เป็น 1, และ P1 กำหนดค่า flag1 เป็น 1 ในเวลาเดียวกัน
- d) จำนวนครั้งที่ข้อมูลในส่วนที่แบ่งปันถูกอัปเดตโดย P0 แตกต่างจากที่ถูกอัปเดตโดย P1

**Q3.** จงอ่านคำอธิบายต่อไปนี้เกี่ยวกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และตอบคำถามย่อยข้อ 1 ถึง 3

ศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีสารสนเทศในเมืองแห่งหนึ่ง กำลังพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เพื่อจัดการหลักสูตรฝึกอบรมและนักเรียน

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ประกอบด้วยตารางสามตาราง คือ ตารางหลักสูตร COURSE, ตารางรุ่น BATCH, และตารางนักเรียน STUDENT แต่ละหลักสูตรมีหลายรุ่น และแต่ละรุ่นมีนักเรียนจำนวนหนึ่ง

โครงสร้างตารางพร้อมตัวอย่างข้อมูลของแต่ละตารางแสดงดังด้านล่าง กำหนดให้การขีดเส้นใต้เป็นการระบุคีย์หลัก (primary key) และเส้นประเป็นการระบุคีย์นอก (foreign key)

(1) ตาราง COURSE

ตาราง COURSE มีข้อมูลรหัสหลักสูตร course code, ชื่อหลักสูตร course name, และ คำอธิบาย description

<u>CourseCode</u>	CourseName	Description
10	Database	For database engineers
20	Programming	For C and Java programmers
30	Network	For network engineers

(2) ตาราง BATCH

ตาราง BATCH มีข้อมูลรหัสรุ่น batch code, วันเริ่มต้น starting date, ระยะเวลา duration, ค่าใช้จ่าย course fee, รายรับสุทธิ net income, รายรับที่คาดหวัง expected income, และรหัสหลักสูตร course code แต่ละหลักสูตรมีหลายรุ่น

<u>BatchCode</u>	<u>StartingDate</u>	Duration	CourseFee	NetIncome	ExpectedIncome	<u>CourseCode</u>
101709	2017-09-04	2	1,000	08,000	10,000	10
101710	2017-10-02	2	1,000	16,000	10,000	10
201709	2017-09-11	4	2,000	16,000	20,000	20
301709	2017-09-25	3	1,500	18,000	15,000	30

(3) ตาราง STUDENT

ตาราง STUDENT มีข้อมูลรหัสนักเรียน student ID, ชื่อนักเรียน student name, อายุ age, ที่อยู่ address, และที่อยู่อีเมล email address อนุญาตให้นักเรียนแต่ละคนลงทะเบียนที่หลักสูตรก็ได้ เมื่อนักเรียนสมัครเข้าเรียนในหลักสูตร จะต้องระบุรุ่นที่ตนเองต้องการเข้าเรียนด้วย

<u>StudentID</u>	StudentName	Age	Address	EmailAddress
1	Ms. Alice	20	East 11, City S	alice@example.com
2	Mr. Bobby	28	North 22, City T	bobby@example.com
3	Mr. Charles	24	South 33, City U	charles@example.com

## คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเติมลงในช่องว่าง  ในคำสั่ง SQL ดังต่อไปนี้

ในตาราง BATCH คอลัมน์ ExpectedIncome แสดงแผนรายได้ที่จัดคํมทุนของกำไรขาดทุน และ คอลัมน์ NetIncome แสดงรายได้จริงที่ได้จากรุ่นนั้น ดังนั้นถ้า NetIncome > ExpectedIncome แสดงว่ารุ่นนั้นได้กำไร และถ้า NetIncome < ExpectedIncome แสดงว่ารุ่นนั้นขาดทุน สำหรับรุ่นใดที่ยังไม่สมบูรณ์ คอลัมน์ NetIncome จะมีค่าเป็น 0

คำสั่ง SQL ต่อไปนี้ แสดงผล course code, course name, และ net profit ของแต่ละหลักสูตรโดยเรียงจาก รายได้สุทธิ (net profit) จากมากไปน้อย

```
SELECT T.CourseCode, C.CourseName, T.Profit AS NetProfit
FROM (SELECT B.CourseCode,  A AS Profit
      FROM BATCH B
      GROUP BY B.CourseCode) T, COURSE C
WHERE  B
ORDER BY NetProfit DESC
```

คำสั่ง SQL ข้างต้น สร้างผลลัพธ์ดังต่อไปนี้จากข้อมูลตัวอย่างของตาราง COURSE และตาราง BATCH ดังแสดงในคำอธิบาย ตัวอย่างเช่น รหัสหลักสูตร 10, รหัสรุ่น 101709 ขาดทุน 2,000 101710 ได้กำไร 6,000 ดังนั้น รหัสรุ่น 10 ได้กำไรทั้งสิ้น 4,000

CourseCode	CourseName	NetProfit
10	Database	4,000
30	Network	3,000
20	Programming	-4,000

กลุ่มคำตอบสำหรับ A

- a) SUM(B.ExpectedIncome) - SUM(B.NetIncome)
- b) SUM(B.NetIncome) - SUM(B.ExpectedIncome)
- c) SUM(T.ExpectedIncome) - SUM(T.NetIncome)
- d) SUM(T.NetIncome) - SUM(T.ExpectedIncome)

กลุ่มคำตอบสำหรับ B

- a) B.BatchCode = T.BatchCode
- b) B.CourseCode = C.CourseCode
- c) B.CourseCode = T.CourseCode
- d) C.CourseCode = T.CourseCode

## คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเติมลงในช่องว่าง  ในคำสั่ง SQL ต่อไปนี้

ผู้บริหารศูนย์ฝึกอบรมต้องการหารายได้เฉลี่ยของแต่ละหลักสูตร

คำสั่ง SQL ต่อไปนี้แสดงรหัสหลักสูตร (course code) และรายรับสุทธิเฉลี่ย (average net income) ของแต่ละหลักสูตรที่มีรายรับสุทธิเฉลี่ยมากกว่า 15,000

```
SELECT CourseCode, AVG(NetIncome) AS AveNetIncome  
FROM BATCH
```

C	CourseCode
D	AVG(NetIncome) > 15000

คำสั่ง SQL ข้างต้นสร้างผลลัพธ์ดังต่อไปนี้จากข้อมูลตัวอย่างของตาราง BATCH ที่แสดงในคำอธิบาย

CourseCode	AveNetIncome
20	16,000
30	18,000

กลุ่มคำตอบสำหรับ C และ D

- |             |           |
|-------------|-----------|
| a) GROUP BY | b) HAVING |
| c) ORDER BY | d) WHERE  |

### คำถามย่อย 3

ผู้สอนของหลักสูตรฝึกอบรมหลักสูตรหนึ่งต้องการรายชื่อนักเรียนของรุ่นที่กำลังจะสอน  
วิศวกรฐานข้อมูลตั้งใจที่จะสร้างรายชื่อให้เบ็ดเสร็จแสดงข้างล่าง

Course code: 10      Batch code: 101710  
Course name: Database   Starting date: 2017-10-02

<u>Student ID</u>	<u>Student name</u>	<u>Age</u>
1	Ms. Alice	20
3	Mr. Charles	24
...	...	...

เพื่อที่จะให้ได้รายชื่อดังข้างต้น วิศวกรฐานข้อมูลจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างตาราง  
จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกวิธีแก้ไขโครงสร้างตารางที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความซ้ำซ้อนของ  
ข้อมูล (data redundancy) และความถูกต้องของข้อมูล (data integrity)

กลุ่มคำตอบ

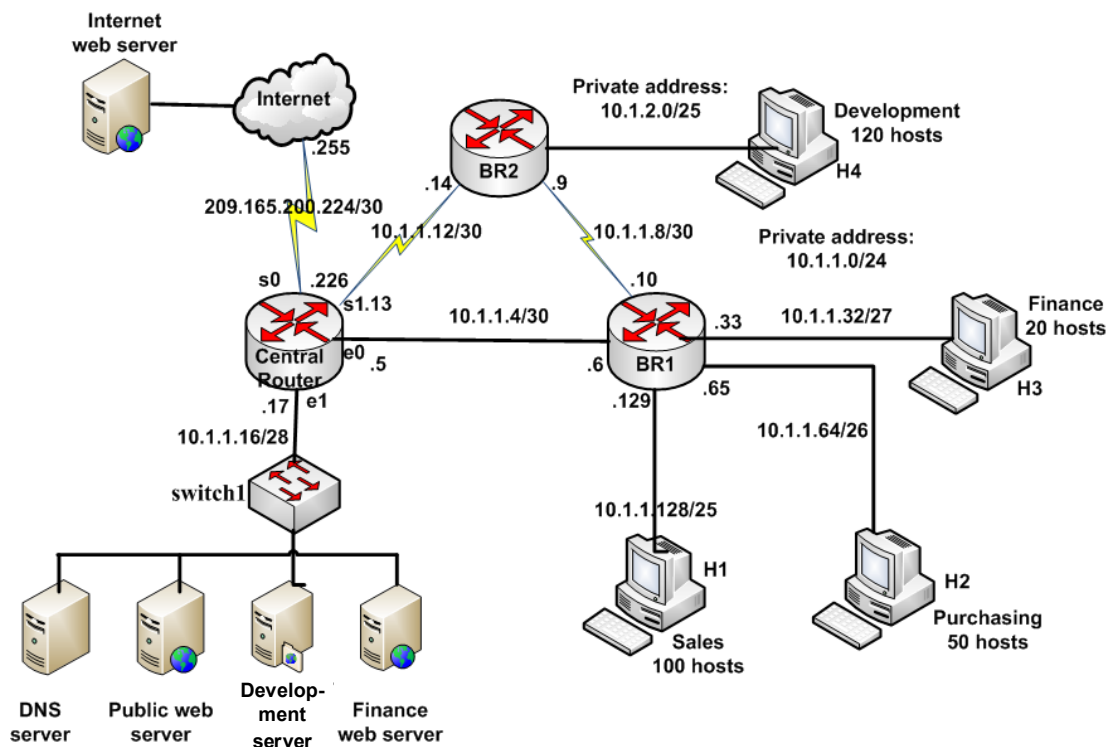
- a) เพิ่มคอลัมน์ BatchCode เข้าไปในตาราง STUDENT
- b) เพิ่มคอลัมน์ StudentID เข้าไปในตาราง BATCH
- c) เพิ่มคอลัมน์ StudentID เข้าไปในตาราง COURSE
- d) สร้างตารางใหม่ที่ประกอบด้วยคอลัมน์ BatchCode และ StudentID
- e) สร้างตารางใหม่ที่ประกอบด้วยคอลัมน์ BatchCode, CourseCode และ StudentID

**Q4.** อ่านคำอธิบายต่อไปนี้เกี่ยวกับการติดตั้งเครือข่ายสำหรับธุรกิจขนาดเล็ก จากนั้นจึงตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

บริษัท V ตั้งใจที่จะติดตั้งเครือข่ายสำหรับธุรกิจขนาดเล็ก (ซึ่งหลังจากนี้จะใช้คำว่า เครือข่ายภายใน) ไอพีแอดเดรส 10.1.1.0/24 ถูกใช้สำหรับโฮสต์และอุปกรณ์ทั้งหมดในเครือข่ายภายใน ยกเว้นโฮสต์ต่าง ๆ ที่อยู่ในแผนกพัฒนา (development department)

กลุ่มเครือข่าย (network segments) มีหลายกลุ่ม ซับเน็ตมาสก์ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน (Variable length subnet masks) ได้ถูกใช้สำหรับกลุ่มเครือข่ายเหล่านั้น กลุ่มเครือข่ายเหล่านั้นจะเชื่อมต่อกันผ่านเราเตอร์กลาง (CR), เราเตอร์ Branch1 (BR1) และ เราเตอร์ Branch2 (BR2) เมื่อต้องการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตจากเครือข่ายภายใน ฟังก์ชัน NAT ถูกกำหนดไว้ที่ CR นโยบายการกรองแพ็คเก็ต (packet filtering policy) ก็ถูกกำหนดไว้ที่ CR เช่นกัน เพื่อกรองข้อมูลการจราจร TCP/ IP (TCP/IP traffic) ระหว่างเครือข่ายภายในและอินเทอร์เน็ต

รูปที่ 1 แสดงการตั้งค่าของเครือข่ายภายใน และตารางที่ 1 แสดงตารางเส้นทางของ BR1 กับระยะทางในการจัดการ (Administrative Distance - AD) ค่า AD ถูกใช้โดยเราเตอร์เพื่อกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดที่จะถูกใช้ เมื่อมีเส้นทางหลายเส้นทางไปยังจุดหมายปลายทาง ค่า AD เป็นเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 255 โดย 0 เป็นที่น่าเชื่อถือที่สุด และ 255 หมายความว่าไม่มีการส่งข้อมูลผ่านเส้นทางนี้เลย โปรโตคอลการกำหนดเส้นทางที่มีค่า AD ต่ำกว่าจะถือว่าเป็นเส้นทางที่ "ต้องการมากที่สุด"



รูปที่ 1 การตั้งค่าของเครือข่ายภายใน

ในรูปที่ 1 มีการใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้:

**sn:** อินเทอร์เฟซแบบอนุกรม  $n$  (Serial interface  $n$ ) โดย  $n$  คือหมายเลขประจำตัวอินเทอร์เฟซ

**en:** อินเทอร์เฟซอีเธอร์เน็ต  $n$  (Ethernet interface  $n$ ) โดย  $n$  คือหมายเลขประจำตัวอินเทอร์เฟซ

**.n:** ส่วนที่อยู่ทางขวาสุดของไอพีแอดเดรสของอินเทอร์เฟซ

ตัวอย่างเช่น **s1 .13** แสดงว่าไอพีแอดเดรสของอินเทอร์เฟซแบบอนุกรม 1 ของ CR คือ 10.1.1.**13** บนส่วนย่อย (segment) 10.1.1.12/30 และ **e0 .5** หมายถึงไอพีแอดเดรสของอินเทอร์เฟซอีเธอร์เน็ต 0 ของ CR คือ เป็น 10.1.1.**5** บนส่วนย่อย (segment) 10.1.1.4/30

ตารางที่ 1 ตารางเส้นทางของ BR1

เครือข่าย	AD	อินเทอร์เฟซ	สอบถัดไป (Next-hop)
10.1.1.4/30	0	e0	directly connected
10.1.1.32/27	0	e1	directly connected
10.1.1.64/26	0	e2	directly connected
10.1.1.128/25	0	e3	directly connected
10.1.1.8/30	0	s0	directly connected
10.1.1.16/28	1	e0	10.1.1.5
10.1.1.12/30	1	s0	10.1.1.9
10.1.2.0/25	1	s0	10.1.1.9
any/any	1	e0	10.1.1.5
any/any	50	s0	10.1.1.9

### คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่างที่ให้มา จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมในช่องว่าง  ในคำอธิบายต่อไปนี้

เมื่อพิจารณาโฮสต์ H2 ที่อยู่ในแผนกจัดซื้อ โฮสต์จะสร้างคำขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์อินเทอร์เน็ต (Internet Web Server) เพื่อเข้าถึงอินเทอร์เน็ตเว็บเซอร์วิส (Internet Web services) BR1 ได้รับแพ็คเก็ตคำขอนี้ผ่านทางอินเทอร์เฟซ e2 และเมื่อดูตามตารางเส้นทาง BR1 จะส่งแพ็คเก็ตผ่านทางอินเทอร์เฟซ  A สำหรับอินเทอร์เน็ตเว็บเซอร์วิส (Internet Web services)

กลุ่มคำตอบสำหรับ A

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| a) e0 | b) e1 | c) e2 |
| d) e3 | e) s0 |       |

### คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบด้านล่างที่ให้มา จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมในช่องว่าง  ในคำอธิบายต่อไปนี้





รูปแบบของลิสต์รายการการเข้าถึงเป็นดังนี้

```
access-list permit|deny protocol {source-address source-mask|any}
{destination-address destination-mask|any} {eq port-number|any}
```

ตัวอย่าง 1:

```
access-list permit tcp 10.1.1.64 0.0.0.255 10.1.2.128 0.0.0.255 any
```

รายการการเข้าถึงนี้ยอมให้ ข้อมูลจราจร TCP จากไอพีแอดเดรส 10.1.1.x ไปยัง ไอพีแอดเดรส 10.1.2.y สำหรับหมายเลขพอร์ตใด ๆ ในที่นี้ x คือค่าใด ๆ ตั้งแต่ 0 ถึง 255 เพราะ ซอร์สแมสก์ (source-mask) มีค่า 0.0.0.255 ซึ่งหมายความว่า "ไม่สนใจ" บิตขวาสุด 8 บิตของแอดเดรสต้นทาง ในทำนองเดียวกัน ค่า y ก็คือค่าใด ๆ ตั้งแต่ 0 ถึง 255 เช่นกัน

ตัวอย่าง 2:

```
access-list deny tcp any any eq 23
```

รายการการเข้าถึงนี้ปฏิเสธข้อมูลจราจร TCP จากไอพีแอดเดรสใด ๆ ไปยังไอพีแอดเดรสสำหรับพอร์ตหมายเลข 23

ตัวอย่างหมายเลขพอร์ต คือ 23 (telnet), 25 (smtp), 80 (http), 110 (pop3)

ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสร้างลิสต์รายการการเข้าถึง (access lists) สองรายการดังนี้:

```
access-list permit tcp [D] 10.1.1.29 0.0.0.0 eq [E]
```

```
access-list deny tcp any 10.1.1.29 0.0.0.0 [E]
```

เมื่อแพ็กเก็ตมาถึง CR ลิสต์รายการการเข้าถึงจะถูกทดสอบเริ่มจากลิสต์บนสุด ถ้าแอดเดรสต้นทาง แอดเดรสปลายทางและหมายเลขพอร์ตของแพ็กเก็ตไปตรงกับลิสต์รายการแรก การดำเนินการ (อนุญาตหรือปฏิเสธ) ในลิสต์รายการการเข้าถึงอันแรกนั้นจะถูกใช้ ไม่เช่นนั้นลิสต์รายการการเข้าถึงอันที่สองก็จะถูกทดสอบ

รายการการเข้าถึงอันที่ 1 ยอมให้เข้าถึงเว็บจากโฮสต์ H4 ในแผนก development ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ต่าง ๆ บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ development ได้ และรายการการเข้าถึงอันที่ 2 ปฏิเสธไม่ให้เข้าถึงเว็บจากโฮสต์ใด ๆ ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์บนเซิร์ฟเวอร์ development

ลิสต์รายการการเข้าถึงทั้งสองนี้ถูกนำไปใช้ที่อินเตอร์เฟซ [F] (ทางทิศขาออก)

กลุ่มคำตอบสำหรับ D

- a) 10.1.1.0 0.0.0.0      b) 10.1.1.0 0.0.0.255      c) 10.1.2.0 0.0.0.127
- d) 10.1.2.0 0.0.0.255      e) any

กลุ่มคำตอบสำหรับ E

- a) 23      b) 25      c) 80      d) 110

กลุ่มคำตอบสำหรับ F

- a) e0      b) e1      c) s0      d) s1

**Q5.**ให้อ่านคำอธิบายระบบการจองตั๋วรถบัสต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามย่อย 1 และ 2

บริษัท W เป็นผู้ให้บริการรถบัสทางไกลและได้พัฒนาระบบการจองตั๋วรถบัสขึ้นมา ระบบนี้ใช้ไฟล์รถบัส Bus ไฟล์การจอง Booking และไฟล์ที่นั่ง Seat เมื่อผู้ใช้ต้องการจองที่นั่งบนรถบัส เขา/เธอต้องเลือกซื้อรถบัส เส้นทาง วัน และเวลาที่ต้องการออกเดินทางเป็นอันดับแรก จากนั้น ระบบจะแสดงรายละเอียดของรถบัสที่เลือกพร้อมทั้งแผนผังที่นั่งที่แสดงสถานะการจองที่นั่งแต่ละที่นั่งมา

กระบวนการจองแบ่งออกได้เป็นสองวิธี: “ซื้อ” และ “จอง”

หากผู้ใช้ตัดสินใจ “ซื้อ” ตั๋วรถบัส ระบบจะคิดค่าตัว 100% และออกตั๋วรถบัส พร้อมทั้งกำหนดสถานะที่นั่งที่เลือกเป็น “sold”

หากผู้ใช้ต้องการ “จอง” ที่นั่งไว้ก่อน ระบบจะคิดค่าตัว 10% และสถานะที่นั่งที่เลือกจะถูกกำหนดเป็น “held” ผู้ใช้สามารถเลือก “จอง” ได้จนกระทั่ง 3 วันก่อนวันเดินทาง เมื่อผู้ใช้ตัดสินใจซื้อตั๋วรถบัสที่จองไว้ภายใน 3 วันก่อนวันเดินทาง ระบบจะคิดค่าตัวที่เหลืออีก 90% และออกตั๋วรถบัส พร้อมทั้งเปลี่ยนสถานะการจองที่นั่งเป็น “sold” หากผู้ใช้ตัดสินใจยกเลิกที่นั่งที่จองไว้ภายใน 3 วันก่อนวันเดินทาง ระบบจะคืนค่าตัว 10% ที่ผู้ใช้ชำระไว้ แต่ถ้าผู้ใช้ไม่ได้ดำเนินการใด ๆ กับที่นั่งที่จองไว้จนกระทั่งถึง 3 วันก่อนการเดินทาง ระบบจะไม่คืนค่าตัว 10% ที่ผู้ใช้ชำระไว้ จากนั้น สถานะที่นั่งที่เลือกในไฟล์ Booking จะถูกเปลี่ยนเป็น “canceled” และสถานะที่นั่งที่เลือกในไฟล์ Seat จะเปลี่ยนเป็น “available”

รูปที่ 1, 2 และ 3 แสดงรูปแบบเรคคอร์ดของไฟล์ Bus ไฟล์ Booking และไฟล์ Seat ตามลำดับพร้อมตัวอย่างของข้อมูล 필ด์ต่าง ๆ ที่ถูกขีดเส้นใต้ไว้คือคีย์หลัก (primary key)

<u>BusNo</u>	BusName	RouteName	DepartureDate	DepartureTime	SeatingCapacity	Fare
1021118	YM18	City Y → City M	2017-10-21	18:00	50	5,000
1021119	YM19	City Y → City M	2017-10-21	19:00	50	5,000
1021121	YM21	City Y → City M	2017-10-21	21:00	50	6,000
1021318	YB18	City Y → City B	2017-10-21	18:00	30	3,000

รูปที่ 1 รูปแบบเรคคอร์ดของไฟล์ Bus

<u>BookingID</u>	BusNo	UserName	PhoneNo	NumberOfSeats	TotalFare	Paid	SeatStatus
101402	1021118	Mr. A	09-1234567	2	10,000	10,000	sold
101403	1021118	Ms. B	09-2345678	3	15,000	1,500	held

หมายเหตุ: SeatStatus มีค่าได้หนึ่งในสามค่า: “canceled” “held” หรือ “sold”

รูปที่ 2 รูปแบบเรคคอร์ดของไฟล์ Booking

BusNo	SeatID	BookingID	SeatStatus
1021118	1A	101403	Held
1021118	1B	101403	Held
1021118	1C	101403	Held
1021118	1D	(null)	available
1021118	2A	101402	Sold
1021118	2B	101402	Sold
...	...	...	...

หมายเหตุ: SeatStatus มีค่าได้หนึ่งในสามค่า: "available" "held" หรือ "sold"

รูปที่ 3 รูปแบบเรคคอร์ดของไฟล์ Seat

ข้อความสั่ง READ ในโปรแกรม 1 ในคำถามย่อ 1 และโปรแกรม 2 ในคำถามย่อ 2

- READ *filename* file WHERE *condition*

จะอ่านเรคคอร์ดที่ตรงกับเงื่อนไข *condition* จากไฟล์ *filename*

หากเรคคอร์ดถูกอ่านขึ้นมาได้สำเร็จ ตัวแปรของโฮสต์ &ReadStatus จะถูกกำหนดเป็น "success"

และแต่ละฟิลด์ของเรคคอร์ดนั้นสามารถอ้างถึงได้โดยระบุ *filename.fieldname* เช่น Seat.BusNo

หากมีหลายเรคคอร์ดที่ตรงตามเงื่อนไข *condition* เรคคอร์ดเหล่านั้นสามารถถูกอ่านขึ้นมาครั้งละหนึ่งเรคคอร์ดด้วยการเรียกข้อความสั่ง READ ซ้ำ ๆ กัน

### คำถามย่อย 1

จากชุดคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อใส่ลงในช่องว่าง  แต่ละช่องในโปรแกรม 1

โปรแกรม 1 เป็นโมดูลขนาดเล็กที่ทำหน้าที่ในส่วนของการยกเลิก โปรแกรมนี้จะถูกเรียกใช้เมื่อผู้ใช้สั่งยกเลิกที่นั่งที่จองไว้

[โปรแกรม 1]

```
○ String type: webInput
• DISPLAY "Enter  A :"
• GET the value entered from keyboard into webInput
• READ Booking file WHERE Booking. A  = webInput
  ( &ReadStatus = "success" ) AND ( Booking.SeatStatus = "held" )
  • READ Seat file WHERE Seat.BookingID = Booking.BookingID
    ■ &ReadStatus = "success" /* the next record exists */
    • Seat.BookingID ← "(null)"
    •  B 
    • WRITE the updated record into Seat file
    • READ Seat file WHERE Seat.BookingID = Booking.BookingID
    ■
    •  C 
    • WRITE the updated record into Booking file
```

ชุดคำตอบสำหรับ A

- |               |             |
|---------------|-------------|
| a) BookingID  | b) BusNo    |
| c) SeatStatus | d) UserName |

ชุดคำตอบสำหรับ B และ C

- a) Booking.SeatStatus ← "canceled"
- b) Booking.SeatStatus ← Seat.SeatStatus
- c) Booking.UserName ← "(null)"
- d) Seat.SeatID ← "(null)"
- e) Seat.SeatStatus ← "available"
- f) Seat.SeatStatus ← Booking.SeatStatus

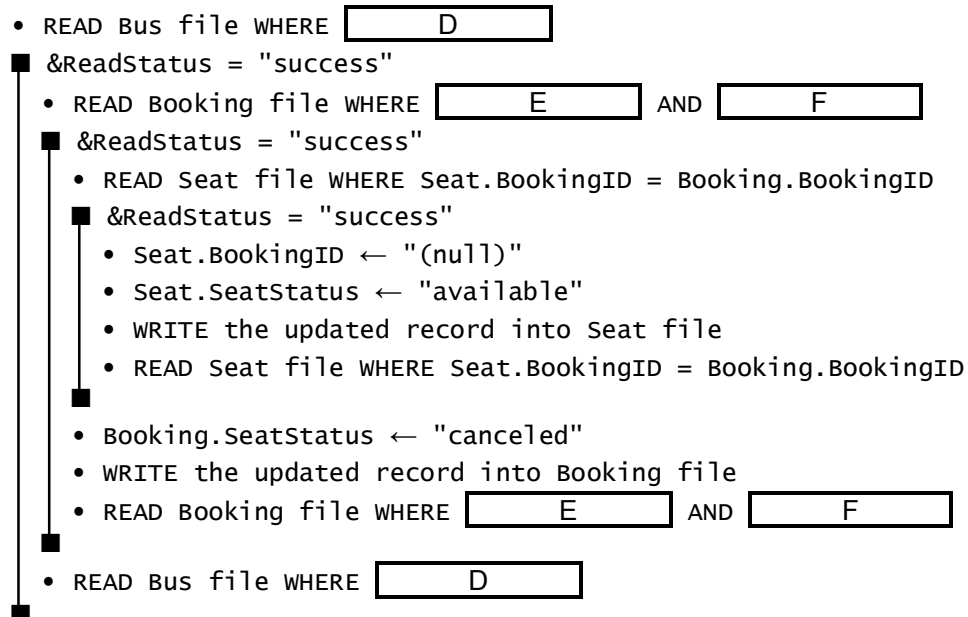
## คำถามย่อย 2

จากชุดคำตอบด้านล่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อใส่ลงในช่องว่าง  แต่ละช่องในโปรแกรม 2

โปรแกรม 2 เป็นโมดูลขนาดเล็กที่ทำหน้าที่ในส่วนของการยกเลิกเช่นเดียวกัน โปรแกรมนี้จะเริ่มการทำงานทุกวันในเวลา 1:00 น. โดยเป็นงานแบบแบตช์ที่ทำหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการสำรองข้อมูล

ในที่นี้ วันที่ของวันหลังจากวันพຼ່ງนี้ถูกจัดเตรียมไว้ในตัวแปรของโฮสต์ &TodayPlus2

[โปรแกรม 2]



ชุดคำตอบสำหรับ D ถึง F

- a) Booking.BookingID = Seat.BookingID
- b) Booking.BusNo = Bus.BusNo
- c) Booking.BusNo = Seat.BusNo
- d) Booking.SeatStatus = "held"
- e) Booking.SeatStatus = Seat.SeatStatus
- f) Bus.DepartureDate ≤ &TodayPlus2
- g) Bus.DepartureDate = &TodayPlus2

**Q6.** จงอ่านคำอธิบายของโปรแกรมและโค้ดของโปรแกรม แล้วตอบคำถามย่อย 1 ถึง 3

[คำอธิบายโปรแกรม]

- (1) เพื่อเป็นการเสริมสร้างสภาพแวดล้อมที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น จึงได้มีการตัดสินใจที่จะดำเนินการเก็บขยะตามชายฝั่ง แนวชายฝั่งทั้งหมดของรีสอร์ท A ได้ถูกแบ่งออกเป็น N ส่วนเริ่มจาก 1 ถึง N จากการวิเคราะห์เผยว่า ณ ส่วนชายฝั่งตำแหน่ง I จะมีปริมาณขยะ  $X[I]$  ตัน โดยที่ตัวแปร I มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง N
- (2) มีรถบรรทุกขยะ 1 คันเพื่อใช้ในการทดลองดำเนินการ ในระหว่างการเดินทางรถบรรทุกขยะสามารถรวบรวม และบรรทุกขยะได้สูงสุดปริมาณ T ตัน เนื่องจากเป็นการทดลองวิ่ง วิศวกรจึงต้องมีความระมัดระวังสูง จึงต้องเลือกบางชายฝั่งที่มีพื้นที่ต่อเนื่องกันเพื่อสะดวกในการติดตามและประเมินผล
- (3) อัลกอริทึมจะหาจำนวนการเดินทางที่เป็นไปได้ซึ่งสามารถเลือกใช้สำหรับรถบรรทุกเพื่อทำความสะอาดแนวชายฝั่ง ด้วยการพิจารณาว่าแต่ละการเดินทางจะครอบคลุมส่วนชายฝั่งที่ต่อเนื่อง และปริมาณขยะทั้งหมดจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังบรรทุกของรถ

โปรแกรม 1 ชื่อ TrashGen คำนวณและแสดงจำนวนการเดินทางที่เป็นไปได้ ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับอาร์กิวเมนต์ (Argument) ของโปรแกรม TrashGen จะแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับอาร์กิวเมนต์ (Argument) ของโปรแกรม TrashGen

ตัวแปร	อินพุต/เอาต์พุต	คำอธิบาย
N	อินพุต	จำนวนการแบ่งส่วนชายฝั่ง (coastline portions)
T	อินพุต	ปริมาณขยะ (ตัน) สูงสุดที่รถเก็บขยะสามารถบรรทุกได้ในที่นี้ T เป็นจำนวนเต็มบวก
X[]	อินพุต	อาร์เรย์ขนาด N โดยที่ $X[I]$ คือ ปริมาณขยะ (ตัน) ณ ส่วนชายฝั่งที่ I
Seg	เอาต์พุต	จำนวนการเดินทางที่เป็นไปได้

- (4) ตัวอย่างเช่น ลองพิจารณาตัวอย่างเหตุการณ์ของการจัดเก็บขยะแสดงในรูปที่ 1

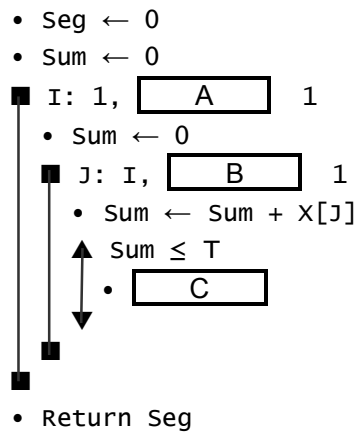
N	09
T	10
	1 2 3 4 5 6 7 8 9
X[]	11 1 2 1 1 5 10 2 3

รูปที่ 1 ตัวอย่างเหตุการณ์การจัดเก็บขยะ

เหตุการณ์ที่แสดงในรูปที่ 1 จำนวนการเดินทางที่เป็นไปได้สำหรับรถบรรทุกในการทำความสะอาดชายฝั่งมีจำนวน 19 การเดินทาง ได้แก่ {2}, {2,3}, {2,3,4}, {2,3,4,5}, {2,3,4,5,6}, {3}, {3,4}, {3,4,5}, {3,4,5,6}, {4}, {4,5}, {4,5,6}, {5}, {5,6}, {6}, {7}, {8}, {8, 9}, และ {9} ฉะนั้นโปรแกรม TrashGen จะคืนค่า 19 ออกมา

[โปรแกรม 1]

- Program: TrashGen(Integer type: N,  
Integer type: T,  
Integer type: X[N])
- Integer type: I, J, Seg, Sum



คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบด้านล่างนี้ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่จะเติมลงในแต่ละช่องว่าง  ของโปรแกรมด้านบน

กลุ่มของคำตอบสำหรับ A

- |                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| a) $I < N$                         | b) $I \leq N$                         |
| c) $I < N$ and $\text{Sum} < T$    | d) $I \leq N$ and $\text{Sum} < T$    |
| e) $I < N$ and $\text{Sum} \leq T$ | f) $I \leq N$ and $\text{Sum} \leq T$ |

กลุ่มของคำตอบสำหรับ B

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| a) $J < N$ and $\text{Sum} \leq T$    | b) $J \leq N$ and $\text{Sum} \leq T$    |
| c) $J < N$ and $\text{Sum} \leq X[I]$ | d) $J \leq N$ and $\text{Sum} \leq X[I]$ |
| e) $J < N$ or $\text{Sum} \leq T$     | f) $J \leq N$ or $\text{Sum} \leq T$     |

กลุ่มของคำตอบสำหรับ C

- |   |   |
|---|---|
| a) $\text{Seg} \leftarrow \text{Seg} + 1$         | b) $\text{Seg} \leftarrow \text{Seg} + J - I$     |
| c) $\text{Seg} \leftarrow \text{Seg} + J - I - 1$ | d) $\text{Seg} \leftarrow \text{Seg} + J - I + 1$ |
| e) $\text{Seg} \leftarrow \text{Seg} + X[I]$      | f) $\text{Seg} \leftarrow \text{Seg} + X[J]$      |



## คำถามย่อย 2

โปรแกรม 2 ที่ตั้งชื่อใหม่เป็น TrashGen2 ถูกนำมาใช้ ด้วยการปรับปรุงโปรแกรม TrashGen เพื่อแสดงข้อมูลบางอย่างออกมา

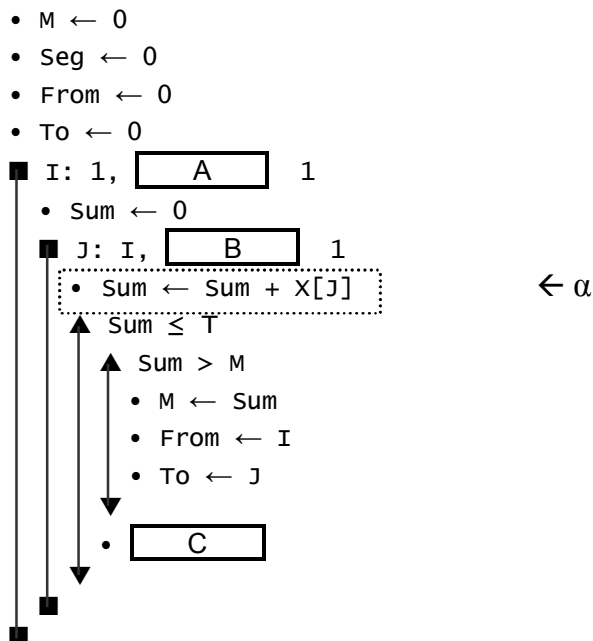
จากกลุ่มคำตอบด้านล่าง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องจะที่ได้เติมลงในแต่ละช่องว่าง  ตามคำอธิบายด้านล่างนี้ โดยในที่นี้สมมติว่าคำตอบที่ถูกต้องในโปรแกรมได้ถูกเติมลงไปช่องว่าง  A ถึง  C แล้วในโปรแกรมที่ 2

เมื่อโปรแกรม TrashGen2 ถูกประมวลผลด้วยเหตุการณ์เดิมที่แสดงในรูปที่ 1 ประโยคคำสั่งเหล่านี้ จะถูกแสดงผลออกมาก ในที่นี้พื้นที่แรเงา  เป็นส่วนที่ตั้งใจให้ไม่แสดงให้เห็น

Sum of garbage from portion  to portion  D is  E

[โปรแกรม 2]

- Program: TrashGen2(Integer type: N,  
Integer type: T,  
Integer type: X[N])
- Integer type: I, J, M, From, To, Sum, Seg



/\* Output the statement. Here, "+" means the string concatenation operator. \*/

- Print ("Sum of garbage from portion " + From +  
" to portion " + To + " is " + M + ".")
- Return Seg

กลุ่มของคำตอบสำหรับ D และ E

- |      |      |      |      |       |
|------|------|------|------|-------|
| a) 0 | b) 1 | c) 2 | d) 3 | e) 4  |
| f) 6 | g) 7 | h) 8 | i) 9 | j) 10 |

### คำถามย่อย 3

จากกลุ่มคำตอบด้านล่างนี้ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องจะที่ได้มีลงในแต่ละช่องว่าง  ตามคำอธิบายต่อไปนี้

จนกว่าโปรแกรม TrashGen2 จะทำงานเสร็จสิ้น ประโยคคำสั่งที่ถูกล้อมกรอบด้วยสี่เหลี่ยมเส้นปะบรรทัดถูกชี้ด้วยลูกศร " $\leftarrow \alpha$ " นั้นจะถูกดำเนินการทั้งหมด  F ครั้ง

กลุ่มของคำตอบสำหรับ F

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| a) 18 | b) 19 | c) 24 | d) 26 | e) 28 |
| f) 39 | g) 40 | h) 52 | i) 60 | j) 61 |

จากคำถามข้อ Q7 และ Q8 ให้เลือกทำเพียงข้อเดียว

ให้ระบายด้วยดินสอข้อที่เลือกทำลงบนเครื่องหมาย (S) ในกระดาษคำตอบ

หากเลือกทำทั้งสองข้อ จะให้คะแนนเฉพาะข้อแรกเท่านั้น

**Q7.** จงอ่านรายละเอียดของโปรแกรมภาษาซีและตัวโปรแกรมต่อไปนี้ จากนั้นให้ตอบคำถามย่อย 1 และ 2

ดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI) คือการวัดเพื่อแบ่งกลุ่มคนออกเป็นประเภทน้ำหนักน้อย เกินเกณฑ์ (underweight) น้ำหนักปกติ (normal) น้ำหนักเกินเกณฑ์ (overweight) หรือภาวะอ้วน (obese) โดยพิจารณาจากน้ำหนักและความสูง (ดังตารางที่ 1) BMI ถูกกำหนดด้วยน้ำหนักกาย (body weight: kg) หารด้วยกำลังสองของส่วนสูง (body height: m)

ตารางที่ 1 ประเภทของ BMI

ประเภท	BMI	
	จาก	ถึง
น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ (Underweight)	-	18.5
น้ำหนักปกติ (Normal)	18.5	25
น้ำหนักมากกว่าเกณฑ์ (Overweight)	25	30
ภาวะอ้วน (Obese)	30	-

[รายละเอียดโปรแกรม]

- (1) โปรแกรมทำการอ่านซีรีย์ชุดข้อมูลทางกายภาพ (physical data) จากส่วนนำเข้ามาตรฐาน (standard input) โดยการนำเข้าข้อมูลสำหรับโปรแกรมถูกดำเนินการตามลำดับดังนี้ ในบรรทัดแรกเป็นจำนวนบุคคล  $n$  ( $n$  เท่ากับ 30 หรือน้อยกว่า) ทุก ๆ บรรทัดถัดไปจนถึงบรรทัด  $n$  ประกอบด้วยสายอักขระ (string) และจำนวนจริง (floating point number) สองจำนวน ระบุชื่อบุคคล น้ำหนักของบุคคลนั้นเป็นกิโลกรัม และส่วนสูงเป็นเมตรตามลำดับ ชื่อของบุคคลต้องมีจำนวนไม่เกิน 9 ตัวอักษร และต้องไม่มีช่องว่าง คำต่าง ๆ ถูกแบ่งออกจากกันด้วยช่องไฟ (space character) หนึ่งช่องหรือมากกว่า รูปที่ 1 แสดงให้เห็นตัวอย่างของการนำเข้าข้อมูล

```
10
Alice 78.95 1.54
Chuck 93.06 1.78
Bob 47.20 1.64
Heidi 83.19 1.80
David 72.30 1.91
Mallory 70.58 1.53
Eve 76.53 1.67
Frank 65.17 1.72
Oscar 49.91 1.45
Grace 37.15 1.60
```

รูปที่ 1 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูล

- (2) โปรแกรมพิมพ์ข้อความเอาต์พุตจำนวน  $n$  บรรทัด แต่ละบรรทัดประกอบด้วยสามค่าคือ: ชื่อ ค่า BMI และประเภทของบุคคลนั้น โดยเอาต์พุตจะถูกจัดเรียงลำดับด้วยประเภท (จากประเภทน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ถึงประเภทภาวะอ้วน) โดยเอาต์พุตแต่ละประเภท จะถูกจัดเรียงแบบลำดับน้อยไปมาก (ascending order) ตามรหัสอักษร ASCII ของชื่อคน รูปที่ 2 แสดงเอาต์พุตจากผลการนำเข้าข้อมูลที่แสดงในรูปที่ 1

```
Bob 17.55 Underweight
Grace 14.51 Underweight
David 19.82 Normal
Frank 22.03 Normal
Oscar 23.74 Normal
Chuck 29.37 Overweight
Eve 27.44 Overweight
Heidi 25.68 Overweight
Alice 33.29 Obese
Mallory 30.15 Obese
```

รูปที่ 2 เอาต์พุตที่ได้จากการนำเข้าข้อมูลในรูปที่ 1

- (3) ฟังก์ชันที่กำหนดโดยผู้ใช้ (user-defined) สิ่งฟังก์ชันต่อไปนี้ถูกใช้ในโปรแกรม:
- (i) `float calcBMI(float weight, float height)`  
ฟังก์ชันนี้ทำหน้าที่คำนวณค่า BMI
  - (ii) `enum BMICategory calcCategory(float bmi)`  
ฟังก์ชันนี้ทำหน้าที่คืนค่าประเภทของ bmi
  - (iii) `void sortByBMI(struct person p[], int from, int to)`  
ฟังก์ชันนี้ทำหน้าที่จัดเรียงข้อมูลระหว่างองค์ประกอบ from-th และ to-th ของ `p[]` ตามลำดับของ bmi จากน้อยไปมาก
  - (iv) `void sortByName(struct person p[], int from, int to)`  
ฟังก์ชันนี้ทำหน้าที่จัดเรียงองค์ประกอบข้อมูลระหว่าง from-th และ to-th ของ `p[]` ตามลำดับรหัสอักษร ASCII ของ name
- (4) ฟังก์ชันไลบรารี (library function) ต่อไปนี้ถูกใช้ในโปรแกรม:
- (i) `int strcmp(const char* s1, const char* s2)`  
ฟังก์ชันนี้ทำหน้าที่เปรียบเทียบสายอักขระที่ถูกชี้โดย `s1` และสายอักขระที่ถูกชี้โดย `s2` เมื่อ `s1 < s2` ฟังก์ชันจะคืนค่าเป็นลบ (negative value); เมื่อ `s1 = s2` ฟังก์ชันจะคืนค่า 0; เมื่อ `s1 > s2` ฟังก์ชันจะคืนค่าเป็นบวก (positive value)

[โปรแกรม]

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

#define NAME_LEN 10
#define MAX_NUM_PERSON 30
#define NUM_CATEGORY 4

enum BMICategory {
    underweight, normal, overweight, obese
};

struct person {
    char name[NAME_LEN];
    float bmi;
    enum BMICategory category;
};

float calcBMI(float, float);
enum BMICategory calcCategory(float);
void sortByBMI(struct person p[], int from, int to);
void sortByName(struct person p[], int from, int to);

char* BMICategoryName[] = {"Underweight", "Normal",
                           "Overweight", "Obese"};

int main() {
    int i, n;
    struct person p[MAX_NUM_PERSON];
    int numPerson[NUM_CATEGORY];
    float weight, height;
    int from = 0;

    for (i = 0; i < NUM_CATEGORY; i++) {
        numPerson[i] = 0;
    }
    scanf("%d", &n);
    for (i = 0; i < n; i++) {
        scanf("%s%f%f", , &weight, &height);
        p[i].bmi = calcBMI();
        p[i].category = calcCategory();
        numPerson[p[i].category]++;
    }
}
```

```

    D;
    for (i = 0; i < NUM_CATEGORY; i++) {
        E;
        from += numPerson[i];
    }

    for (i = 0; i < n; i++) {
        printf("%s %3.2f %s\n",
            p[i].name, p[i].bmi, BMICategoryName[p[i].category]);
    }
}

float calcBMI(float weight, float height) {
    return weight / (height * height);
}

enum BMICategory calcCategory(float bmi) {
    if (bmi < 18.5) {
        return underweight;
    } else if (bmi < 25) {
        return normal;
    } else if (bmi < 30) {
        return overweight;
    } else {
        return obese;
    }
}

void sortByBMI(struct person p[], int from, int to) {
    struct person tmp;
    int i, j;

    for (i = from; i <= to - 1; i++) {
        for (int j = i + 1; j <= to; j++) {
            if (p[i].bmi > p[j].bmi) {
                tmp = p[i];
                p[i] = p[j];
                p[j] = tmp;
            }
        }
    }
}

```

```

void sortByName(struct person p[], int from, int to) {
    struct person tmp;
    int i, j;

    for (i = from; i <= to - 1; i++) {
        for (j = i + 1; j <= to; j++) {
            if (strcmp(p[i].name, p[j].name) > 0) {    // ← α
                tmp = p[i];                            // ← β
                p[i] = p[j];
                p[j] = tmp;
            }
        }
    }
}

```

### คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบต่อไปนี้ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง สำหรับช่องว่าง  แต่ละช่องของโปรแกรมด้านบน

กลุ่มคำตอบสำหรับ A

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| a) &p[i].bmi     | b) category  |
| c) name          | d) p[i].bmi  |
| e) p[i].category | f) p[i].name |

กลุ่มคำตอบสำหรับ B

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| a) &p[i].weight, &p[i].height | b) &weight, &height |
| c) p[i].weight, p[i].height   | d) weight, height   |

กลุ่มคำตอบสำหรับ C

- |         |                 |
|---------|-----------------|
| a) bmi  | b) numPerson[i] |
| c) p[i] | d) p[i].bmi     |

กลุ่มคำตอบสำหรับ D

- sortByBMI(p, 0, n)
- sortByBMI(p, 0, n - 1)
- sortByBMI(p, 0, numPerson[0])
- sortByName(p, 0, n)
- sortByName(p, 0, n - 1)
- sortByName(p, 0, numPerson[0])

กลุ่มคำตอบสำหรับ E

- a) sortByBMI(p, from, from + numPerson[i])
- b) sortByBMI(p, from, from + numPerson[i] - 1)
- c) sortByBMI(p, from, numPerson[i])
- d) sortByBMI(p, from, numPerson[i] - 1)
- e) sortByName(p, from, from + numPerson[i])
- f) sortByName(p, from, from + numPerson[i] - 1)
- g) sortByName(p, from, numPerson[i])
- h) sortByName(p, from, numPerson[i] - 1)

## คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเติมลงในช่องว่าง  ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โปรแกรมถูกประมวลผลด้วยข้อมูลนำเข้าดังรูปที่ 1

เมื่อสิ้นสุดโปรแกรม คำสั่งที่ถูกกำหนดด้วย “ $\leftarrow \alpha$ ” ถูกประมวลผล  ครั้ง และคำสั่งที่ถูกกำหนดด้วย “ $\leftarrow \beta$ ” ถูกประมวลผล  ครั้ง

กลุ่มคำตอบสำหรับ F

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| a) 4  | b) 8  | c) 18 |
| d) 45 | e) 55 | f) 81 |

กลุ่มคำตอบสำหรับ G

- |      |      |       |
|------|------|-------|
| a) 1 | b) 3 | c) 5  |
| d) 7 | e) 9 | f) 11 |



**Q8.** จงอ่านคำอธิบายโปรแกรมภาษาจาวาและรายละเอียดของโปรแกรม จากนั้นตอบคำถามย่อย 1 และ 2

[คำอธิบายโปรแกรม]

- (1) คลาส SpecialNumbers แทนเซตของตัวเลขที่ไม่ซ้ำกัน (unique integers) โดยความจุ (capacity) สามารถถูกกำหนดได้ตอนที่มีการสร้างและไม่สามารถจะเปลี่ยนแปลงค่าได้หลังจากนี้ มันจะคอยติดตามความยาว (length) จริงของเซต (หมายถึงจำนวนของตัวเลขที่ไม่ซ้ำกัน) มันมี method ชื่อ conditionalAdd ที่ใช้เพิ่ม element ใหม่ที่กำหนดให้ลงใน set
  - (i) ถ้า element ใหม่ไม่ซ้ำกับในเซต element ใหม่นี้จะถูกเพิ่มลงไป และค่า length ของเซตจะถูกเพิ่มขึ้น
  - (ii) ลำดับของตัวเลขที่ถูกเพิ่มเข้ามามีจะถูกติดตามเป็นการภายใน
  - (iii) มันจะโยน (throw) IllegalStateException ถ้า element ใหม่ที่จะเพิ่มเข้ามานั้นมีอยู่แล้ว หรือ set ดังกล่าวถึงความจุ capacity สูงสุดแล้ว
- (2) Method ที่ชื่อ getLength ใ้บอกจำนวน elements ที่มีอยู่
- (3) Method ที่ชื่อ getCapacity ใ้บอกว่ามีกี่ elements ที่สามารถถูกจัดเก็บได้
- (4) Method ที่ชื่อ nth จะคืนค่าที่ n (n-th) หลังจากที่ได้มีการจัดเรียง elements จากน้อยไปมาก
  - (i) ถ้า n = 1 จะคืนตัวเลขที่น้อยที่สุด (lowest number)  
 ถ้า n = 2 จะคืนตัวเลขที่น้อยที่สุดเป็นลำดับสอง (second lowest number)  
 ถ้า n = 3 จะคืนตัวเลขที่น้อยที่สุดเป็นลำดับสาม (third lowest number)  
 ถ้า n = length จะคืนตัวเลขที่มากที่สุด (highest number)
  - (ii) Method นี้จะแก้ไขค่าใด ๆ ก็ตามที่อยู่นอกค่าขอบเขต (out-of-boundary) ของ n ให้เป็นค่าขอบเขต (boundary value) นั่นคือ ถ้า n < 1 จะคืนตัวเลขที่น้อยที่สุด (lowest number) และถ้า n > length แล้ว จะคืนตัวเลขที่มากที่สุด (highest number)
- (5) method ชื่อ median จะคำนวณและคืนค่ากลาง (median value) ของ elements
  - (i) ถ้าจำนวน elements เป็นเลขคี่ (เช่น มี 5 elements) median คือค่าของ element ที่อยู่ตรงกลางหลังจากที่มีการจัดเรียง ตัวอย่างเช่น ถ้ามี 5 elements ดังที่แสดงในตารางข้างล่าง median คือ 30 ซึ่งนั่นก็คือ ค่าของ element ที่อยู่ตรงกลางหลังจากที่ elements ที่มีการจัดเรียง

Elements (ลำดับดั้งเดิม)	20	40	10	50	30
Elements (ลำดับที่จัดเรียง)	10	20	30	40	50

- (ii) ถ้าจำนวน elements เป็นเลขคู่ (เช่น มี 6 elements) median คือค่าเฉลี่ยของค่าของ 2 elements ที่อยู่ตรงกลางหลังจากที่มีการจัดเรียง ตัวอย่างเช่น ถ้ามี 6 elements ดังที่แสดงในตารางข้างล่าง median คือ 35, นั่นคือ  $(30 + 40) / 2$

Elements (ลำดับดั้งเดิม)	20	60	10	40	30	50
Elements (ลำดับที่จัดเรียง)	10	20	30	40	50	60

- (6) Method ที่ชื่อ `getNumbers` จะคืนค่า `int array` อันใหม่ที่มีเฉพาะ `elements` ที่ถูกเพิ่มเข้ามา โดยยังคงลำดับเดิมไว้
- (7) Method ที่ชื่อ `toString` จะคืนค่า `String` ที่แสดงถึง `elements` ที่ถูกเพิ่มเข้ามา โดยยังคงลำดับเดิมไว้

ผลลัพธ์ต่อไปนี้จะถูกสร้างขึ้นเมื่อคลาส `Tester` ถูกประมวลผลโดยมีค่า `input` เป็น 20, 40, 10, 50, และ 30

```

numbers: [20, 40, 10, 50, 30]
median: 30.0
nth(1): 10
nth(2): 20
nth(3): 30
nth(4): 40
nth(5): 50
nth(-5): 10
nth(100): 50

```

[โปรแกรม 1]

```

import java.util.Arrays;
import java.util.NoSuchElementException;

public class SpecialNumbers {
    private final int[] numbers;
    private int length = 0;

    public SpecialNumbers(int capacity) {
        numbers = new int[capacity];
    }

    public void conditionalAdd(int newElement) {
        for (int i = 0; i < length; i++) {
            if (numbers[i] == newElement) {
                throw new IllegalStateException(newElement
                    + " already exists");
            }
        }
        if (length == A) {
            throw new IllegalStateException("Capacity is full");
        }
        // Successful entry of unique number
        numbers[B] = newElement;
    }
}

```

```

public int getCapacity() {
    return A;
}

public double median() {
    if (isEmpty()) {
        throw new NoSuchElementException("no numbers");
    }
    // Create a copy with mentioned quantity of elements from beginning
    int[] temp = Arrays.copyOf(numbers, length);
    Arrays.sort(temp);    // Sorts the array in ascending order
    if (temp.length % 2 == 0) {
        return (temp[C] + temp[D]) / 2.0;
    } else {
        return temp[C];
    }
}

public int nth(int n) {
    if (isEmpty()) {
        throw new NoSuchElementException("no numbers");
    }
    if (n > length) {
        n = length;
    } else if (n < 1) {
        n = 1;
    }
    // Create a copy with mentioned quantity of elements from beginning
    int[] temp = Arrays.copyOf(numbers, length);
    // Partial sort up to n-th element
    for (int i = 1; i <= n; ++i) {
        int minLocation = i - 1;
        for (int j = minLocation + 1; j < temp.length; ++j) {
            if (temp[j] < temp[minLocation]) {
                minLocation = E;
            }
        }
        if (i - 1 != minLocation) {
            int backup = temp[i - 1];
            temp[i - 1] = temp[minLocation];
            temp[minLocation] = backup;
        }
    }
    return temp[n - 1];
}

```

```

public int[] getNumbers() {
    return F;
}

public int getLength() {
    return length;
}

private boolean isEmpty() {
    return getLength() == 0;
}

public String toString() {
    return Arrays.toString(getNumbers());
}
}

```

[โปรแกรม 2]

```

public class Tester {
    private static final int[] NUMBERS = { 20, 40, 10, 50, 30 };

    public static void main(String[] args) {
        SpecialNumbers sn = new SpecialNumbers(5);
        for (int e : NUMBERS) {
            sn conditionalAdd(e);
        }
        System.out.println("numbers: " + sn);
        System.out.println("median: " + sn.median());
        for (int i = 1; i <= sn.getLength(); ++i) {
            System.out.println("nth(" + i + "): " + sn.nth(i));
        }
        System.out.println("nth(-5): " + sn.nth(-5));
        System.out.println("nth(100): " + sn.nth(100));
    }
}

```

### คำถามย่อย 1

จากกลุ่มคำตอบข้างล่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่จะเติมลงในช่องว่าง  ในโปรแกรม 1

กลุ่มคำตอบสำหรับ A และ B

- |             |                   |               |
|-------------|-------------------|---------------|
| a) capacity | b) capacity + 1   | c) capacity++ |
| d) length   | e) length + 1     | f) length - 1 |
| g) length++ | h) numbers.length |               |

กลุ่มคำตอบสำหรับ C และ D

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| a) (temp.length + 1) / 2 | b) temp.length / 2     |
| c) temp.length / 2 + 1   | d) temp.length / 2 - 1 |

กลุ่มคำตอบสำหรับ E

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

กลุ่มคำตอบสำหรับ F

- a) Arrays.copyOf(numbers, length)
- b) Arrays.copyOf(numbers, numbers.length)
- c) new int[numbers.length]
- d) new int[numbers]
- e) numbers
- f) numbers.clone()

### คำถามย่อย 2

จากกลุ่มคำตอบข้างล่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่จะเติมลงในช่องว่าง  ในคำอธิบายดังต่อไปนี้

เพื่อที่จะรองรับลำดับย่อย (subsequence) ของตัวเลข constructor และ method ใหม่ต่อไปนี้จะถูกเพิ่มเข้ามาในคลาส SpecialNumbers

- (1) Constructor ใหม่ จะสร้าง SpecialNumbers โดยมี int array ที่ถูกกำหนดให้เป็น numbers
- (2) Method ชื่อ subNumbers จะสร้าง SpecialNumbers ที่มีลำดับย่อยของ SpecialNumbers นี้ อาร์กิวเมนต์ start และ end จะระบุตัวอักษรตัวแรก และตัวสุดท้ายของลำดับย่อยนั้น ถ้าค่า start และ/หรือ end ไม่ได้อยู่ในช่วงที่กำหนด ค่าดังกล่าวจะถูกปรับใหม่โดยใช้แนวทางเดียวกันกับที่กำหนดไว้ใน method nth นอกจากนี้ IllegalArgumentException จะถูกโยน ถ้าค่า start มีค่ามากกว่าค่า end หลังจากมีการปรับเปลี่ยนค่าเหล่านี้แล้ว

ขอร์สโค้ดต่อไปนี้เป็นส่วนของ constructor และ method ที่เพิ่มเข้ามา

```
private SpecialNumbers(int[] numbers) {
    this.numbers = numbers;
}

public SpecialNumbers subNumbers(int start, int end) {
    if (start < 1) {
        start = 1;
    }
    if (end > getLength()) {
        end = getLength();
    }
    if (start > end) {
        throw new IllegalArgumentException();
    }
    int[] subarray = Arrays.copyOfRange(numbers, start - 1, end);
    SpecialNumbers subNumbers = new SpecialNumbers(subarray);
    subNumbers.length = subarray.length;
    return subNumbers;
}
```

เพื่อที่จะทดสอบฟังก์ชันลำดับย่อย (subsequence functionality) บรรทัดต่อไปนี้จะถูกเพิ่มเข้ามาในส่วนสุดท้ายของ main method ในคลาส Tester

```
SpecialNumbers sub = sn.subNumbers(2, 5);
System.out.println("sub: " + sub.median());
SpecialNumbers subsub = sub.subNumbers(2, 4);
System.out.println("subsub: " + subsub.median());
```

ผลลัพธ์ต่อไปนี้เกิดจากบรรทัดที่เพิ่มเติมดังแสดงไว้ด้านบน

sub: 

G
---

  
subsub: 

H
---

กลุ่มคำตอบสำหรับ G และ H

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| a) 20.0 | b) 25.0 | c) 30.0 |
| d) 35.0 | e) 40.0 | f) 45.0 |