

โจทย์ชุดที่แปด วันพุธที่ 19 เมษายน พ.ศ. 2566 จำนวน 7 ข้อ

ที่	เนื้อหา	โจทย์
1.	Longest Increasing Subsequence จำนวน 7 ข้อ	1. กล้วยไม้ (Orchid TOI13) 2. ผีน้อยกินผลไม้ (PN_Fruit) 3. งานจับมือ (48_Handshake Event) 4. เกาทัณฑ์ประชันแม่น (Archery TOI15) 5. สวนพฤกษศาสตร์ (Botanical Garden TOI18) 6. ลำดับเด็ดสองแห่ง (Picktwo sequence) 7. อีโวล्यूชันเอ กลายพันธุ์ (AG_Mutating DNA)

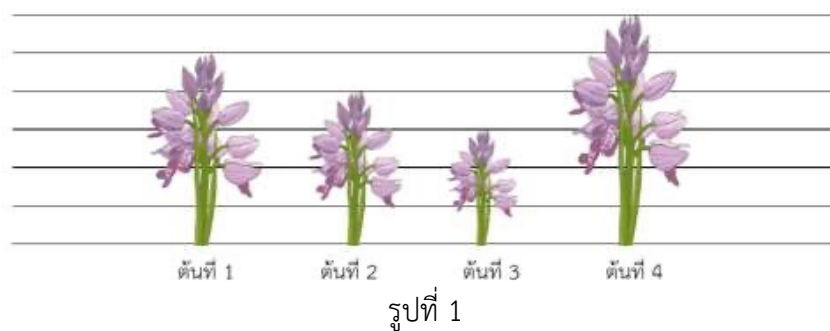
1. เรื่อง Longest Increasing Subsequence จำนวน 7 ข้อ

1. กล้วยไม้ (Orchid TOI13)

ที่มา: ข้อสอบโอลิมปิกวิชาการระดับชาติครั้งที่ 13 ณ ศูนย์ สอวน. โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

นครปฐมเป็นจังหวัดที่มีการเพาะปลูกกล้วยไม้มากที่สุดในประเทศไทย ทางจังหวัดจึงมีโครงการจัดงานแสดงกล้วยไม้นานาพันธุ์ขึ้นที่อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ซึ่งจะจัดแสดงต้นกล้วยไม้เป็นแถวยาวเรียงต่อกันเป็นจำนวน N ต้น ต้นกล้วยไม้ที่นำมาจัดแสดงนั้นถูกนำมาจากสวนกล้วยไม้หลายแห่งและต้นกล้วยไม้แต่ละต้นอาจมีความสูงเท่ากันหรือต่างกันได้ ความสูงของต้นกล้วยไม้เป็นจำนวนเต็ม โดยมีความสูงตั้งแต่ 1 หน่วยเป็นต้นไป สำหรับการจัดแสดงในตอนแรกนั้นพนักงานจัดแสดงต้นกล้วยไม้แบบสุ่ม คือ จัดวางต้นกล้วยไม้แบบไม่มีการเรียงลำดับสูงต่ำจากทางซ้ายมือไปขวามือ ตัวอย่างการจัดแสดงในตอนแรกเป็นดังรูปที่

1

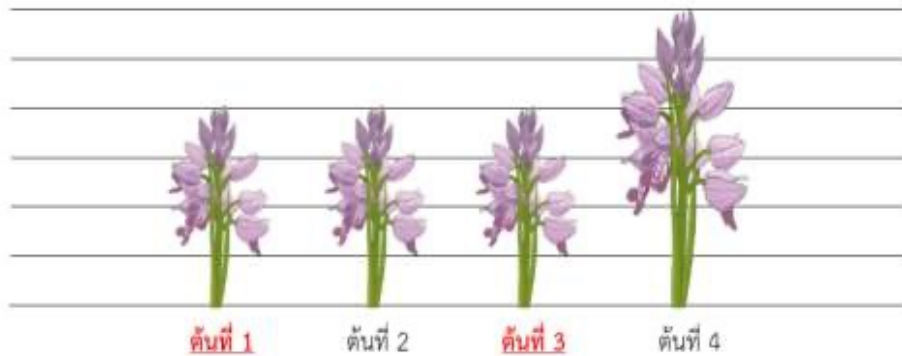


ต่อมาทางผู้จัดงานต้องการให้ต้นกล้วยไม้ที่จัดแสดงนั้นมีการเรียงลำดับความสูงของต้นกล้วยไม้จากต่ำไปสูง นั่นคือ ต้นกล้วยไม้ที่อยู่ทางซ้ายมือจะต้องมีความสูงต่ำกว่าหรือเท่ากับต้นกล้วยไม้ทางขวามือ ทั้งนี้ในการเรียงลำดับความสูงของต้นกล้วยไม้จากต่ำไปสูงนั้น จะใช้วิธีการนำต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีความสูงเหมาะสมไปเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นเดิมเพื่อให้การจัดแสดงต้นกล้วยไม้นั้นเป็นการเรียงลำดับความสูงของต้นกล้วยไม้จากต่ำไปสูงตามที่ผู้จัดงานต้องการ นอกจากนี้ เพื่อให้การจัดเตรียมงานจัดแสดงกล้วยไม้นานาพันธุ์สำเร็จเสร็จสิ้นโดยเร็ว จึงจำเป็นที่จะต้องนำต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีความสูงเหมาะสมไปเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นเดิมเป็นจำนวนน้อยต้นที่สุด ในที่นี้ให้ถือว่าทางผู้จัดงานมีจำนวนต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีความสูงหลากหลายสำหรับเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นเดิมมีอยู่จำนวนไม่จำกัด

โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

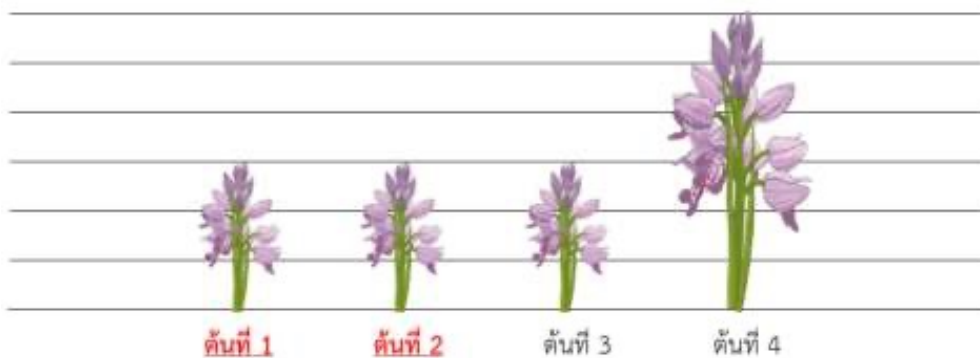
หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

รูปที่ 2 และรูปที่ 3 เป็นตัวอย่างของการนำต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีความสูงเหมาะสมจำนวนน้อยต้นที่สุดไปเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นเดิมที่ถูกจัดแสดงในรูปที่ 1 แล้วทำให้การจัดแสดงต้นกล้วยไม้นั้นเป็นการเรียงลำดับความสูงของต้นกล้วยไม้จากต่ำไปสูง ซึ่งในทีนี้รูปที่ 2 จะเป็นการเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นที่ 1 และต้นที่ 3 เดิม ด้วยต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีความสูงเหมาะสมจำนวน 2 ต้น



รูปที่ 2

สำหรับรูปที่ 3 เป็นการนำต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีความสูงเหมาะสมไปเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นเดิมเป็นจำนวน 2 ต้นเช่นกัน โดยเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นที่ 1 และต้นที่ 2



รูปที่ 3

งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพเพื่อหาจำนวนของต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีความสูงเหมาะสมไปเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นเดิมให้มีจำนวนน้อยที่สุด แล้วทำให้การจัดแสดงต้นกล้วยไม้นั้นเป็นการเรียงลำดับความสูงของต้นกล้วยไม้จากต่ำไปสูง

ข้อมูลนำเข้า

มีจำนวน $N+1$ บรรทัด ดังนี้

บรรทัดที่ 1 จำนวนเต็ม N ระบุนจำนวนต้นกล้วยไม้ที่จัดแสดง กำหนดให้ $3 \leq N \leq 1,000,000$

N บรรทัดต่อมา แต่ละบรรทัด มีจำนวนเต็มหนึ่งจำนวน ระบุนความสูงของต้นกล้วยไม้ h_i กำหนดให้ $1 \leq h_i \leq 1,000,000$ และ $1 \leq i \leq N$

ข้อมูลส่งออก

มีจำนวน 1 บรรทัด คือ บรรทัดที่ 1 แสดงจำนวนเต็มหนึ่งจำนวน ระบุนจำนวนต้นกล้วยไม้ต้นใหม่ที่มีน้อยที่สุดที่นำไปเปลี่ยนแทนที่ต้นกล้วยไม้ต้นเดิม แล้วทำให้การจัดแสดงต้นกล้วยไม้เป็นการเรียงลำดับความสูงของต้นกล้วยไม้จากต่ำไปสูง

ตัวอย่างที่ 1

โจทย์พีพีทมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
4	2
5	
4	
3	
6	

+++++

2. ฝีน้อยกินผลไม้ (PN_Fruit)

ที่มา: ข้อสอบท้ายค่ายสองศูนย์ ม.บูรพา รุ่น 16 ออกโดย PeaTT~

ฝีน้อยซื้อผลไม้มาจำนวน N ลูกจากร้านขายของชำ ผลไม้อยู่ในแพ็คเกจเรียงซ้อนกันเป็นกองซ้อน (stack) ในการกินนั้นจะต้องแกะออกมา ฝีน้อยจะต้องกินทุกลูกที่แกะมาพร้อมกันทันทีเพื่อรักษาความสดใหม่ ผลไม้แต่ละลูกมีตัวเลขความอร่อยเขียนไว้ บางลูกค่าความอร่อยเป็นบวก แต่เนื่องจากผลไม้ขายแบบเหมาเช่นนี้ จึงมีหลาย ๆ ลูกที่ค่าความอร่อยเป็นลบ

ฝีน้อยเลือกแพ็คเกจผลไม้ที่ดีและทราบค่าผลรวมของตัวเลขความอร่อยของผลไม้ทุกลูกในแพ็คเกจนั้น แต่เนื่องจากฝีน้อยชอบผลไม้มากจึงต้องการแบ่งการกินให้ได้จำนวนรอบมากที่สุดโดยทุกรอบที่แกะผลไม้ออกมานั้นจะต้องได้ผลรวมของความอร่อยเป็นจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีผลไม้มา 5 ลูก โดยมีค่าความอร่อยเรียงกันดังนี้ 10, -2, -30, 40 -1 ฝีน้อยจะแกะผลไม้กินได้มากที่สุด 2 รอบ รอบแรกมีสองลูกคือ (10, -2) และรอบที่สองมี (-30, 40, -1) สังเกตว่าค่าความอร่อยรอบแรกคือ 8 และรอบสองคือ 9

พิจารณาอีกตัวอย่างที่ $N=12$ โดยมีค่าความอร่อยของผลไม้เรียงกันดังนี้ 10, -2, -10, 6, 9, 7, -5, -2, 1, 2, 3, 4 ฝีน้อยจะแกะผลไม้กินได้ 6 รอบดังนี้ (10, -2), (-10, 6, 9), (7, -5), (-2, 1, 2), (3), (4) สังเกตว่าทุกรอบผลรวมของความอร่อยของผลไม้ที่แกะออกมานั้นจะมีค่ามากกว่าศูนย์

งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมเพื่อหาจำนวนรอบที่มากที่สุดที่ฝีน้อยสามารถแกะผลไม้แสนอร่อยออกมากินได้

ข้อมูลนำเข้า

บรรทัดแรก รับจำนวนเต็มบวก Q แทนจำนวนคำถาม โดยที่ Q ไม่เกิน 5 ในแต่ละคำถาม

บรรทัดแรก รับจำนวนเต็มบวก N แทนจำนวนผลไม้ที่ซื้อจากร้านขายของชำ โดยที่ N ไม่เกิน 100,000

อีก N บรรทัดต่อมา รับจำนวนเต็มระบุค่าความอร่อยของผลไม้ไล่ไปตั้งแต่ลูกแรกที่อยู่ด้านบนสุดที่สามารถแกะออกมารับประทานได้ไปจนถึงลูกสุดท้าย โดยค่าความอร่อยมีค่าระหว่าง -1,000,000 ถึง 1,000,000 และรับประกันว่าผลรวมของค่าความอร่อยทั้งหมดจะมีค่าเป็นบวก

10% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมี N ไม่เกิน 10

40% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมี N ไม่เกิน 1,000

ข้อมูลส่งออก

มีทั้งสิ้น Q บรรทัด แต่ละบรรทัดระบุจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ฝีน้อยสามารถแกะผลไม้ออกมารับประทานได้ โดยที่ทุกครั้งผลรวมของความอร่อยจะมีค่าเป็นบวก

ตัวอย่างที่ 1

โจทย์พีพีทมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด
หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
1 5 10 -2 -30 40 -1	2

+++++

3. งานจับมือ (48_Handshake Event)

ที่มา: ข้อสอบท้ายค่ายสองศูนย์ ม.บูรพา รุ่น 14 ออกโดย PeaTT~

เนื่องจากวง PEATT48 มีกระแสบรรยากาศที่ดีมาก ประมาจารย์พีทจึงจัดงานจับมือขึ้นเพื่อที่จะไปพบปะแฟนคลับที่อยู่บนถนน โดยที่ถนนมีลักษณะเป็นเส้นตรง ประมาจารย์พีทจะเดินทางอยู่บนถนนด้วยความเร็ว V หน่วย/วินาที

แฟนคลับคนที่ i จะมาอยู่ที่ถนนในตำแหน่ง x_i ในเวลา t_i ซึ่งประมาจารย์พีทจะสามารถจับมือกับแฟนคลับได้ก็ต่อเมื่อ ประมาจารย์พีทอยู่ที่ตำแหน่ง x_i ณ เวลา t_i พอดีเท่านั้น โดยที่ถ้าประมาจารย์พีทมาถึงก่อนสามารถนั่งจิบบารอที่ตำแหน่งนั้นได้

ประมาจารย์พีทจึงอยากจะขอให้คุณช่วยหาจำนวนของแฟนคลับที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ที่วง PEATT48 สามารถไปพบได้ กำหนดตอนแรกประมาจารย์พีทอยู่ที่ตำแหน่งไหนก็ได้ในเวลา 0 วินาที

งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมเพื่อหาจำนวนแฟนคลับที่มากที่สุดที่ประมาจารย์พีทสามารถจับมือได้

ข้อมูลนำเข้า

บรรทัดแรก จำนวนเต็มบวก Q แทนจำนวนคำถาม โดยที่ Q ไม่เกิน 10 ในแต่ละคำถาม

บรรทัดแรก รับจำนวนเต็มบวก N V แทนจำนวนแฟนคลับ และ ความเร็วในการเดินทางของประมาจารย์พีท ($1 \leq N \leq 10^5$, $1 \leq V \leq 10^6$)

อีก N บรรทัดต่อมา รับจำนวนเต็ม x_i t_i แทนตำแหน่งและเวลาของแฟนคลับที่มาอยู่บนถนนคนที่ i รับประกันว่าจะไม่มีแฟนคลับที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันในเวลาเดียวกันเด็ดขาด ($0 \leq x_i \leq 10^8$, $1 \leq t_i \leq 10^6$)

40% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมี N ไม่เกิน $1,000$

ข้อมูลส่งออก

มีทั้งสิ้น Q บรรทัด แต่ละบรรทัดให้แสดงจำนวนแฟนคลับที่มากที่สุดที่ประมาจารย์พีทสามารถจับมือได้

ตัวอย่างที่ 1

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
1 4 1 1 1 1 2 2 2	3

คำอธิบายตัวอย่างที่ 1

ในเวลา 0 ให้ปรมาจารย์พีพีทยืนอยู่ที่ตำแหน่งที่ 0 พบว่า ปรมาจารย์พีพีทสามารถจับมือกับแฟนคลับได้มากที่สุด 3 คน ได้แก่ คนที่ 1, 3 และ 4 นั้นเอง

+++++

4. เกาทัณฑ์ประชันแม่น (Archery TOI15)

ที่มา: ข้อสอบโอลิมปิกวิชาการระดับชาติครั้งที่ 15 ณ ศูนย์ สอวน. ม.บูรพา

เกาทัณฑ์ กุทัณฑ์ โกทัณฑ์ หรือธนู เป็นอาวุธที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาตั้งแต่ดึกดาดบรรพ์เพื่อใช้สำหรับ ป้องกันตัว ล่าสัตว์ หรือการต่อสู้ในสงคราม ต่อมาการยิงเกาทัณฑ์หรือยิงธนูได้กลายเป็นกีฬา กีฬายิงธนูเป็น กีฬาที่เน้นความแข็งแรงและใช้สมาธิเป็นหลัก ซึ่งเริ่มมีการบรรจุประเภทการแข่งขันยิงธนูในโอลิมปิกในสมัยโบราณแต่ถูกยกเลิกไป แต่ได้รับการบรรจุใหม่ในกีฬาโอลิมปิกปี 1972 ณ กรุงมิวนิค ประเทศเยอรมนี โดยกีฬายิงธนูมีการแข่งขันหลายประเภท เช่น ยิงเป้าเล็ก ๆ เพื่อดูความแม่นยำ ยิงไกลเพื่อดูระยะยิง หรือแข่งขันยิงธนูบนสกีซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากประเทศในแถบสแกนดิเนเวีย เนื่องจากในปีนี้ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพกีฬา เกาทัณฑ์ประชันแม่น และสนามการแข่งขันกีฬายิงธนู คือ ศูนย์กีฬามหาวิทยาลัยบูรพาได้ออกแบบการแข่งขันให้ผู้เข้าแข่งขันแต่ละคนจะต้องยิงลูกธนูลอดผ่านรูบนกล่องกระดาษโดยมีเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าแข่งขันต้องยิงธนูให้เข้าเป้า โดยลูกธนูจะวิ่งเป็นเส้นตรงแนวราบเสมอ
2. จากจุดยิงธนูถึงเป้าจะมีอุปสรรคเป็นกล่องที่มีขนาดเท่ากันวางขวางจำนวน N แถวเรียงต่อกันในแนวยาว แต่ละแถวอาจจะมีจำนวนกล่อง 1 กล่องหรือมากกว่าเรียงซ้อนกันในแนวสูง โดยแต่ละแถวอาจมีกล่องซ้อนเป็นจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้ เรียกแถวที่อยู่ใกล้ผู้ยิงธนูที่สุดว่าแถวที่หนึ่ง แถวที่อยู่ถัดออกไปว่าแถวที่สอง ไปจนถึงแถวที่อยู่ใกล้เป้าที่สุดว่าแถวที่ N และแต่ละแถวจะเรียกกล่องที่อยู่ล่างสุดว่า กล่องที่หนึ่ง เรียกกล่องที่ซ้อนทับกล่องถัดมาว่ากล่องที่สอง กล่องที่สามไปเรื่อย ๆ จนถึงกล่องบนสุด
3. แต่ละแถวนั้นจะมีกล่องเพียง 1 กล่องเท่านั้น ที่มีรูอยู่ตรงกลางกล่องซึ่งสามารถยิงลูกธนูให้ผ่านได้
4. ลูกธนูจะต้องวิ่งจากจุดยิงธนูผ่านกล่องที่มีรูทุกแถวไปยังเป้า
5. ผู้เข้าแข่งขันสามารถปรับระดับของกล่องที่มีรูในแต่ละแถวได้ โดยการหยิบกล่องด้านล่างออกทีละกล่อง แล้วเอาไปต่อข้างบนสุดในแถวเดียวกันเท่านั้น และสามารถปรับระดับความสูงของตำแหน่งผู้เข้าแข่งขันและเป้าได้

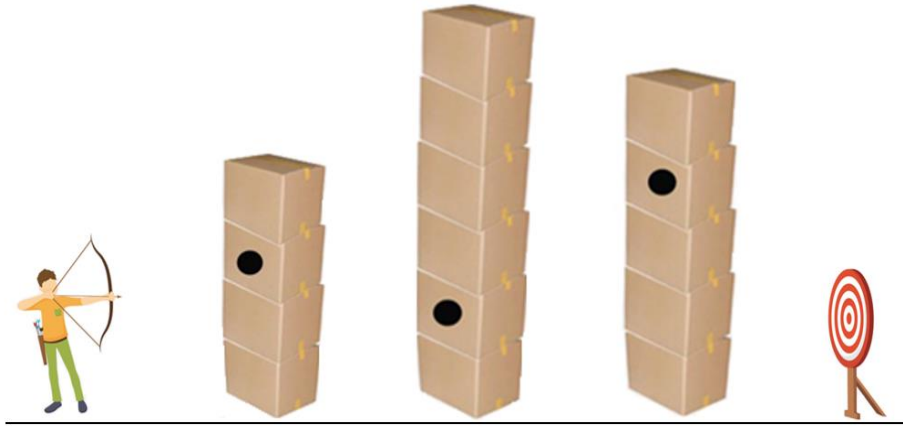
หมายเหตุ ผู้เข้าแข่งขันสามารถปีนบันไดเพิ่มความสูงหรือนอนยิงเพื่อยิงธนูตามต้องการได้

6. ผลแพ้ชนะจะประเมินจากการยิงเข้าเป้า (ผู้เข้าแข่งขันจะยิงเข้าเป้าก็ต่อเมื่อยิงลูกธนูเป็นเส้นตรงแนวราบ ลอดผ่านกล่องที่มีรูทุกแถว) และจำนวนครั้งที่น้อยที่สุดในการเลื่อนกล่อง (การปรับระดับความสูงของตำแหน่งผู้เข้าแข่งขันและเป้าไม่นำมาคิดเป็นผลแพ้ชนะ)

งานของคุณ

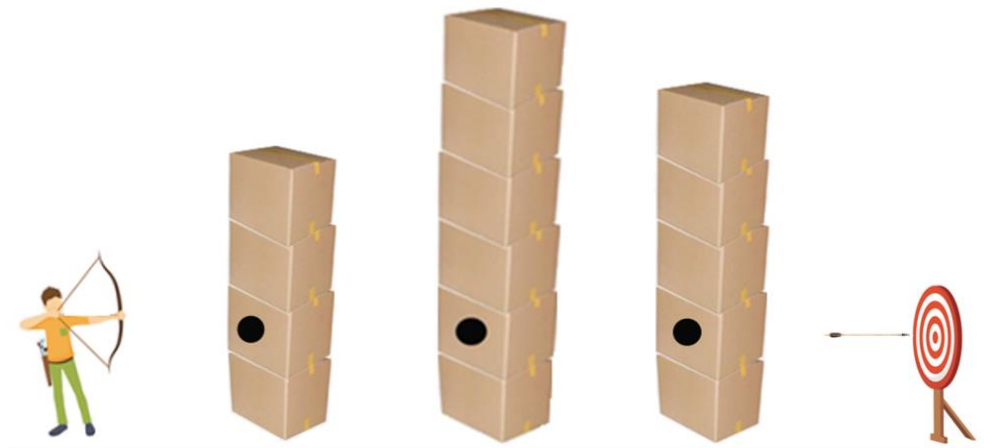
จงเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาจำนวนของครั้งที่น้อยที่สุดที่ต้องหยิบแต่ละกล่องออกจากล่างสุดแล้วเอาไปต่อข้างบนสุดในแถวรวมกันทุก ๆ แถว เพื่อให้ผู้เข้าแข่งขันสามารถยิงลูกธนูลอดผ่านกล่อง ทุกแถวและเข้าเป้าได้ ภาพที่ 1 และ 2 เป็นภาพประกอบตัวอย่างที่ 1

โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด
หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัครพนธ์ วัชรพลกร (พีพีท)



ภาพที่ 1 ภาพเริ่มต้นการแข่งขัน

จากภาพที่ 1 แฉวที่หนึ่งให้ดึงกล่องข้างล่างออกหนึ่งกล่องแล้วนำไปต่อข้างบน และแฉวที่สามให้ดึงกล่องที่หนึ่งและกล่องที่สองจากด้านล่างออกทีละครั้งแล้วนำไปวางต่อข้างบน จะได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพผลลัพธ์หลังการขยับกล่อง

ข้อมูลนำเข้า

บรรทัดที่ 1 จำนวนเต็ม 1 จำนวน คือ N แสดงจำนวนแฉวของกล่อง ($1 \leq N \leq 500,000$)

บรรทัดที่ 2 จำนวนเต็ม N จำนวน คั่นแต่ละจำนวนด้วยช่องว่างหนึ่งช่อง ระบุจำนวนกล่องที่วางซ้อนกัน c_i ของแฉวที่ i กำหนดให้ $1 \leq c_i \leq 10^9$ เมื่อ $i=1, 2, \dots, N$

บรรทัดที่ 3 จำนวนเต็ม N จำนวน คั่นแต่ละจำนวนด้วยช่องว่างหนึ่งช่อง โดยแต่ละจำนวน p_i จะแสดงถึงตำแหน่งของกล่องที่มีรู (นับจากด้านล่าง) ที่ลูกธนูสามารถลอดผ่านได้ของแฉวที่ i กำหนดให้ $1 \leq p_i \leq c_i$ เมื่อ $i=1, 2, \dots, N$

ข้อมูลส่งออก

บรรทัดเดียว จำนวนเต็ม 2 จำนวนคั่นแต่ละจำนวนด้วยช่องว่างหนึ่งช่อง ประกอบด้วย จำนวนเต็ม P แทนตำแหน่งของกล่องที่มีรูในทุกแฉว (นับจากด้านล่าง) และจำนวนเต็ม M แทนจำนวนครั้งที่น้อยที่สุดที่แต่ละกล่องต้องถูกหยิบออกแล้วเอาไปต่อข้างบนสุดในแฉว เพื่อให้ลูกธนูสามารถลอดผ่านได้ หากมีหลายคำตอบให้แสดงค่า P ที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้

หมายเหตุ ข้อมูลส่งออกมีโอกาสที่เกินขอบเขต ดังนั้นแนะนำให้ใช้ตัวแปรประเภท “long long” การแสดงผลและอ่านค่าตัวแปรประเภทดังกล่าวสามารถทำได้โดยใช้รูปแบบ “%lld”

ตัวอย่าง

โจทย์พีพีทมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัครพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

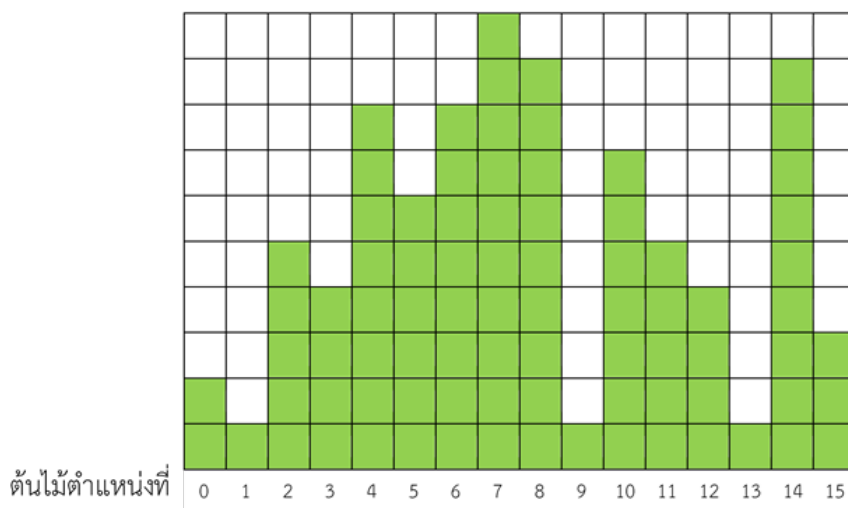
ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
3 4 6 5 3 2 4	2 3
3 5 8 6 2 4 1	1 4

+++++

5. สวนพฤกษศาสตร์ (Botanical Garden TOI18)

ที่มา: ข้อสอบโอลิมปิกวิชาการระดับชาติครั้งที่ 18 ณ ศูนย์ สวอน. ม.เชียงใหม่

สวนพฤกษศาสตร์ CMU ในช่วงเวลาปกติจะมีการจัดแสดงต้นไม้ N ต้น วางเรียงเป็นแถวยาวจากซ้ายไปขวา เขียนอธิบายได้ด้วยแถวลำดับ (array) A โดยที่ $A[i]$ คือความสูงของต้นไม้ตำแหน่งที่ i และค่าของ $A[i]$ เป็นจำนวนเต็มบวก ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 1 จะได้ว่ามีการจัดแสดงต้นไม้ 16 ต้น และแต่ละต้นมีความสูง 2, 1, 5, 4, 8, 6, 8, 10, 9, 1, 7, 5, 4, 1, 9 และ 3 หน่วยตามลำดับ



รูปที่ 1

ผู้ดูแลสวนต้องการจัดต้นไม้แบบใหม่ โดยทำการเลือกต้นไม้ที่ตำแหน่ง X ให้เป็นต้นไม้หลัก ซึ่งมีความสูงเท่ากับ $A[X]$ หน่วย และพิจารณาต้นไม้ที่อยู่ทางด้านซ้ายและด้านขวาของต้นไม้หลัก โดยเงื่อนไขการจัดต้นไม้แบบใหม่ มีดังนี้

- ต้นไม้หลักจะต้องเป็นต้นไม้เพียงต้นเดียวที่มีความสูงมากที่สุด
- สำหรับต้นไม้ต้นอื่น ๆ ที่อยู่ทางด้านซ้ายของต้นไม้หลัก เมื่อพิจารณาต้นไม้ใด ๆ แล้ว ความสูงของต้นไม้ที่อยู่ถัดไปทางด้านซ้ายของต้นไม้ต้นนั้นจะต้องน้อยกว่าเสมอ
- สำหรับต้นไม้ต้นอื่น ๆ ที่อยู่ทางด้านขวาของต้นไม้หลัก เมื่อพิจารณาต้นไม้ใด ๆ แล้ว ความสูงของต้นไม้ที่อยู่ถัดไปทางด้านขวาของต้นไม้ต้นนั้นจะต้องน้อยกว่าเสมอ
- จำนวนของต้นไม้ที่อยู่ทางด้านซ้ายและด้านขวาของต้นไม้หลักจะต้องมีจำนวน k ต้นเท่ากัน ซึ่งทำให้การจัดต้นไม้แบบใหม่มีจำนวนต้นไม้ทั้งสิ้น $2k + 1$ ต้น การจัดต้นไม้แบบใหม่นี้ ผู้ดูแลสวนจะต้องพิจารณานำต้นไม้บางต้นออกไป

โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

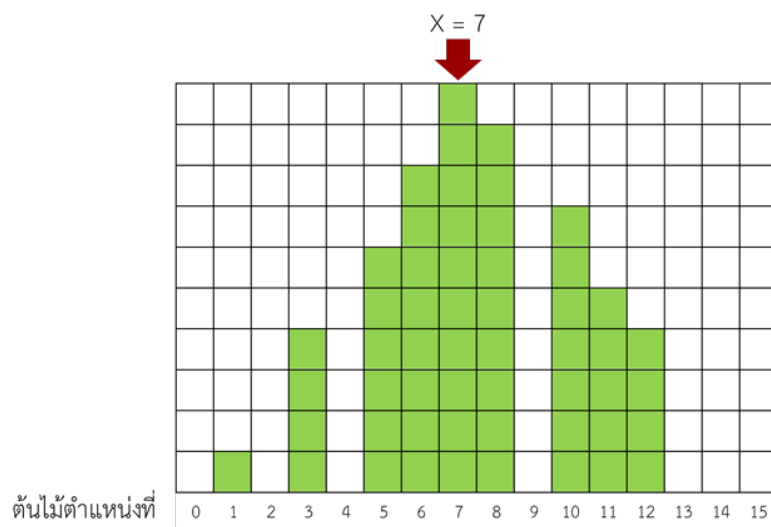
หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัครพนธ์ วัชรพลกร (พีพีท)

ตัวอย่าง ก

จากรูปที่ 1 ถ้าเลือกต้นไม้ที่ตำแหน่ง $X = 7$ ให้เป็นต้นไม้หลัก ซึ่งในที่นี้ $A[X] = 10$ ผู้ดูแลสวนอาจจัดต้นไม้ตามเงื่อนไขการจัดต้นไม้แบบใหม่ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี

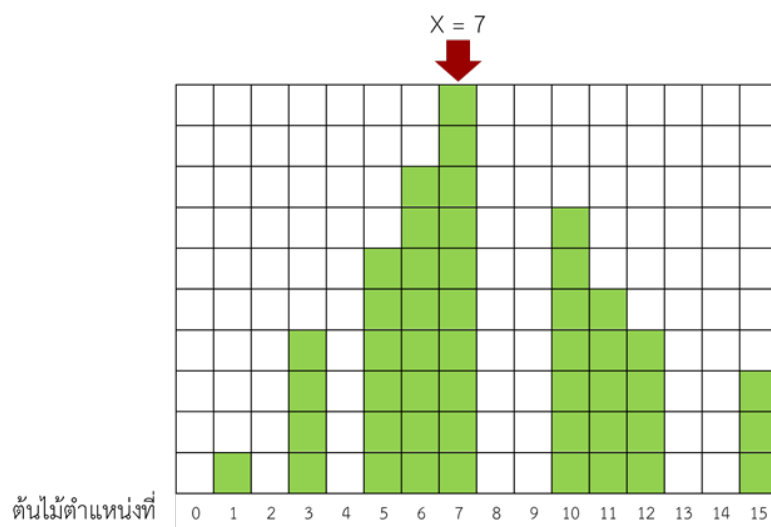
รูปที่ 2 เป็นตัวอย่างหนึ่งของการจัดต้นไม้แบบใหม่ โดยการนำต้นไม้ตำแหน่งที่ 0, 2, 4, 9, 13, 14, 15 ออกไป ทำให้เหลือต้นไม้ตำแหน่งที่ 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 และ 12 ไว้ ทำให้ความสูงของต้นไม้แต่ละต้นที่จัดแบบใหม่มีค่าเท่ากับ 1, 4, 6, 8, 10, 9, 7, 5 และ 4 หน่วย ตามลำดับ

จะเห็นว่าความสูงของต้นไม้ที่อยู่ทางด้านซ้ายและด้านขวาของต้นไม้หลักเป็นไปตามเงื่อนไขการจัดต้นไม้แบบใหม่ โดยจำนวนของต้นไม้ที่อยู่ทางด้านซ้ายของต้นไม้หลักมีจำนวน 4 ต้น (ตำแหน่งที่ 1, 3, 5 และ 6) และจำนวนของต้นไม้ที่อยู่ทางด้านขวาของต้นไม้หลักมีจำนวน 4 ต้น เช่นกัน (ตำแหน่งที่ 8, 10, 11 และ 12) นั่นคือ มีค่า k เท่ากับ 4



รูปที่ 2

สำหรับรูปที่ 3 เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการจัดต้นไม้แบบใหม่ โดยเหลือต้นไม้ที่ 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12 และ 15 ไว้ ทำให้ความสูงของต้นไม้แต่ละต้นที่จัดแบบใหม่มีค่าเท่ากับ 1, 4, 6, 8, 10, 7, 5, 4 และ 3 หน่วย ตามลำดับ ซึ่งจะได้ k เท่ากับ 4 เช่นกัน



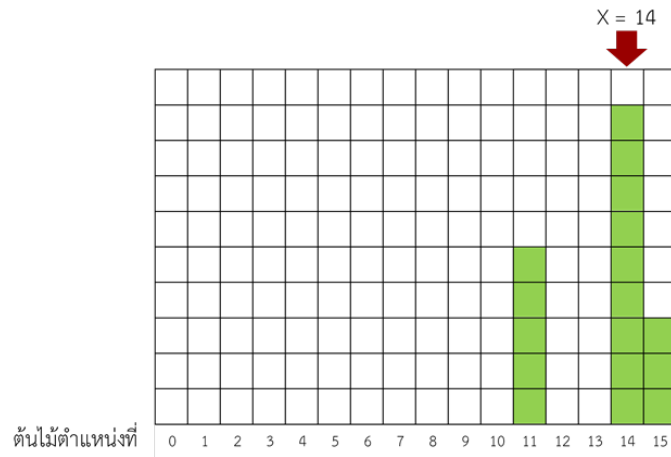
รูปที่ 3

โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

ตัวอย่าง ข

จากรูปที่ 1 ถ้าเลือกต้นไม้ที่ตำแหน่ง $X = 14$ ให้เป็นต้นไม้หลัก ผู้ดูแลสวนสามารถจัดต้นไม้แบบใหม่ตามเงื่อนไขได้หลายวิธี โดยรูปที่ 4 เป็นวิธีหนึ่งซึ่งมีการย้ายต้นไม้บางต้นออกไป และได้ k เท่ากับ 1



รูปที่ 4

งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพเพื่อหาค่า k ที่มากที่สุดสำหรับแต่ละค่า X ที่กำหนดให้ ที่ทำให้สามารถจัดต้นไม้แบบใหม่ได้ตามเงื่อนไข

ข้อมูลนำเข้า

บรรทัดที่ 1 รับจำนวนเต็ม 2 จำนวน N Q แทนจำนวนต้นไม้ทั้งหมด และ จำนวนค่า X ทั้งหมด โดย $3 \leq Q \leq N \leq 200,000$

บรรทัดที่ 2 รับจำนวนเต็ม N จำนวน แทนความสูงของต้นไม้ h_i โดยที่ $1 \leq h_i \leq 10^9$ และ $0 \leq i \leq N-1$

บรรทัดที่ 3 รับจำนวนเต็ม Q จำนวน ระบุตำแหน่งของต้นไม้หลัก X_i โดยที่ $0 \leq X_i < N$ และ $1 \leq i \leq Q$

7% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีค่า $N \leq 15$ และ ต้นไม้แต่ละต้นมีความสูงไม่เท่ากัน

11% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีค่า $N \leq 15$

14% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีต้นไม้จะสูงไม่เท่ากัน และ มีต้นไม้ที่สูงที่สุดเพียงต้นเดียวอยู่ที่ตำแหน่ง Z และมีความสูงเท่ากับ $A[Z]$ เสมอ

27% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีต้นไม้จะสูงไม่เท่ากัน และ ความสูงของต้นไม้ตำแหน่งที่ 0 ถึง p จะเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก และต้นไม้ที่ถูกเลือกเป็นต้นไม้หลักจะอยู่ตำแหน่งที่ 0 ถึง p เสมอ

22% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีค่า $N \leq 10,000$

ข้อมูลส่งออก

มี Q บรรทัด แต่ละบรรทัด ระบุค่า k ที่มากที่สุด สำหรับแต่ละค่า X ที่กำหนดให้ที่ ทำให้สามารถจัดต้นไม้ใหม่ได้ตามเงื่อนไข หากผู้เข้าแข่งขันใช้คำสั่ง `cin/cout` แนะนำให้เพิ่มคำสั่ง 2 บรรทัด ดังนี้

```
std::ios_base::sync_with_stdio(false);
```

```
std::cin.tie(NULL);
```

ตัวอย่าง

โจทยพีพีทมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาติจาก นายอัครพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
10 4 2 4 6 8 10 9 7 5 3 1 9 4 0 3	0 4 0 3
16 3 2 1 5 4 8 6 8 10 9 1 7 5 4 1 9 3 7 14 1	4 1 0

+++++

6. ลำดับเด็ดสองแห่ง (Picktwo sequence)

ที่มา: ข้อเก่า EOIC#29 PeaTT~

ลำดับเด็ดสองแห่ง (Picktwo sequence) คือ ลำดับย่อยติดกันของลำดับเริ่มต้นที่เลือกออกมาไม่เกินสองแห่งให้ได้ผลรวมของลำดับย่อยสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยคุณอาจจะเลือกออกมาแห่งเดียว (เช่นช่วงที่ 2 ถึง 4) หรือคุณอาจจะเลือกออกมาสองแห่ง (เช่นช่วงที่ 1 ถึง 3 กับ ช่วงที่ 5 ถึง 8) โดยสองช่วงห้ามเลือกตัวเลขร่วมกัน หรือ คุณอาจจะไม่เลือกเลยก็ได้ (เช่นตัวเลขติดลบหมดก็ไม่เลือกเลยสักช่วง) เช่น ลำดับเริ่มต้นเป็น 4, -6, 3, -2, 6

-หากเราเลือกช่วงเดียว คือช่วงที่ 3 ถึง 5 จะได้ผลรวมเป็น $3+(-2)+6 = 7$

-หากเราเลือกช่วงที่ 1 ถึง 3 (ผลรวมได้ 1) กับ ช่วงที่ 5 ถึง 5 (ผลรวมได้ 6) จะได้ผลรวมเป็น 7

-หากเราเลือกช่วงที่ 1 ถึง 1 (ผลรวมได้ 4) กับ ช่วงที่ 5 ถึง 5 (ผลรวมได้ 6) จะได้ผลรวมเป็น 10

-หากเราเลือกช่วงที่ 1 ถึง 1 (ผลรวมได้ 4) กับ ช่วงที่ 3 ถึง 5 (ผลรวมได้ 7) จะได้ผลรวมเป็น 11 ซึ่งสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้แล้ว

งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมเพื่อหาค่าอนุกรมสูงที่สุดที่ได้จากลำดับเด็ดสองแห่ง

ข้อมูลนำเข้า

บรรทัดแรก รับจำนวนเต็มบวก Q แทนคำถาม โดยที่ Q ไม่เกิน 5 ในแต่ละคำถาม

บรรทัดแรก จำนวนเต็มบวก N แสดงจำนวนตัวเลขในลำดับเริ่มต้น โดยที่ $1 \leq N \leq 100,000$

อีก N บรรทัดต่อมา แสดงตัวเลขจำนวนเต็มที่มีค่าสัมบูรณ์ไม่เกิน 10,000

ข้อมูลส่งออก

Q บรรทัด แต่ละบรรทัดให้แสดงอนุกรมของลำดับเด็ดสองแห่ง

ตัวอย่าง

โจทย์พีพีทมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด
หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
1 5 4 - 6 3 - 2 6	1 1

+++++

7. อไจล์ดีเอ็นเอ กลายพันธุ์ (AG_Mutating DNA)

ที่มา: ข้อสอบ Agile Programming Contest 2021 โจทย์สำหรับตัวผู้แทนศูนย์ สอวน. คอมพิวเตอร์ ม.บูรพา รุ่น17

กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (อังกฤษ: deoxyribonucleic acid) หรือย่อเป็น ดีเอ็นเอ เป็นกรดนิวคลีอิกที่มีคำสั่งพันธุกรรม ซึ่งถูกใช้ในพัฒนาการและการทำหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเท่าที่ทราบ (ยกเว้นอาร์เอ็นเอไวรัส) ส่วนของดีเอ็นเอซึ่งบรรจุข้อมูล พันธุกรรมนี้เรียกว่า ยีน ทำนองเดียวกัน ลำดับดีเอ็นเออื่น ๆ มีความมุ่งหมายด้านโครงสร้าง หรือเกี่ยวข้องกับการควบคุมการใช้ ข้อมูลพันธุกรรมนี้ ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอและโปรตีนเป็นหนึ่งในสามมหโมเลกุลหลักที่สำคัญในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่ทราบ

ดีเอ็นเอประกอบด้วยพอลิเมอร์สองสายยาวประกอบจากหน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โดยมีแกนกลางเป็นน้ำตาลและ หมู่ฟอสเฟตเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอสเทอร์ ทั้งสองสายนี้จัดเรียงในทิศทางตรงกันข้าม จึงเป็น antiparallel น้ำตาลแต่ละตัวมี โมเลกุลหนึ่งในสี่ชนิดเกาะอยู่ คือ นิวคลีโอเบส หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เบส ลำดับของนิวคลีโอเบสทั้งสี่ชนิดนี้ตามแกนกลางที่เข้ารหัส ข้อมูลพันธุกรรม ข้อมูลนี้อ่านโดยใช้รหัสพันธุกรรม ซึ่งกำหนดลำดับของกรดอะมิโนในโปรตีน รหัสนี้ถูกอ่านโดยการคัดลอกดีเอ็นเอ เป็นกรดนิวคลีอิกอาร์เอ็นเอที่เกี่ยวข้องในขบวนการที่เรียกว่า การถอดรหัส

ดีเอ็นเอภายในเซลล์มีการจัดระเบียบเป็นโครงสร้างยาว เรียกว่า โครโมโซม ระหว่างการแบ่งเซลล์ โครโมโซมเหล่านี้ถูก คัดลอกในขบวนการการถ่ายแบบดีเอ็นเอ ทำให้แต่ละเซลล์มีชุดโครโมโซมที่สมบูรณ์ของตัวเอง สิ่งมีชีวิตยูคาริโอต (สัตว์ พืช ฟังไจ และโพรทิสต์) เก็บดีเอ็นเอส่วนมากไว้ในนิวเคลียส และดีเอ็นเอบางส่วนอยู่ในออร์แกเนลล์ เช่น ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ ในทางตรงข้าม โปรคาริโอต (แบคทีเรียและอาร์เคีย) เก็บดีเอ็นเอไว้เฉพาะในไซโทพลาสซึม ในโครโมโซม โปรตีนโครมาติน เช่น ฮิส โตนบิบัติและจัดรูปแบบของดีเอ็นเอ โครงสร้างบีบอัดเหล่านี้ทำอันตรกิริยาระหว่างดีเอ็นเอกับโปรตีนอื่น ช่วยควบคุมส่วนของดี เอ็นเอที่จะถูกถอดรหัส

การกลายพันธุ์ของดีเอ็นเอโดยปกติแล้วอาจจะกลายพันธุ์แบบแทนที่คู่เบส หรืออาจจะกลายพันธุ์แบบ Frameshift แต่ใน มหาวิทยาลัยบูรพาได้พบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่เคยพบเจอในที่ใดมาก่อน และในการกลายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตแปลกประหลาดชนิดนี้ จะมีขั้นตอนซับซ้อนเป็นอย่างมาก โดยการกลายพันธุ์หนึ่งครั้งจะทำให้คู่เบสเกิดการสลับที่กันหนึ่งคู่ เรียกว่า Burapha Mutation ตัวอย่าง Wild Type ของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ นอกจากจะมีการกลายพันธุ์แบบแปลกประหลาดแล้ว สิ่งมีชีวิตนี้ทุกชนิดยังสามารถหัก ขึ้นส่วน DNA เป็นท่อน ๆ ได้ และ ดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตนี้จะพบแค่เบส A (Adenine), C (Cytosine) และ T (Thymine) เท่านั้น จะไม่พบเบส G (Guanine) เป็นอันขาด โดยสารพันธุกรรมที่พบจะเรียกลำดับเบสตั้งแต่ลำดับที่ 0 ถึง N - 1

ตัวอย่างสารพันธุกรรมที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตชนิดนี้

Wild Type

Mutant 1

โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาติจาก นายอัครพนธ์ วัชรพลากร (พีพีที)

ACTACTACTACT

ATCACTACTACT

เกิดการกลายพันธุ์ที่เบสลำดับที่ 1 และ 2

Mutant 2

ACCACTACTATT

เกิดการกลายพันธุ์ที่เบสลำดับที่ 2 และ 10

Mutant 3

ACTACTACTACT

เกิดการกลายพันธุ์ที่เบสลำดับที่ 0 และ 9 แต่ผลลัพธ์เหมือนเดิม

จึงทำให้สิ่งมีชีวิตนี้มีคุณสมบัติเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

การกลายพันธุ์หนึ่งครั้งในสิ่งมีชีวิตชนิดนี้อาจทำให้เกิดผลลัพธ์หลายอย่าง แต่การกลายพันธุ์อาจจะมีรูปแบบ Multiple Mutation ซึ่งก็คือการกลายพันธุ์แบบลูกโซ่ ยกตัวอย่างด้วย Wild Type เดิมที่เกิดการ Multiple Mutation 3 ครั้งดังนี้

ตัวอย่างการกลายพันธุ์แบบลูกโซ่

Wild Type

ACTACTACTACT

เกิดการกลายพันธุ์ที่เบสลำดับที่ 1 และ 2 กลายเป็น

ATCACTACTACT

เกิดการกลายพันธุ์ที่เบสลำดับที่ 2 และ 10 กลายเป็น

ATCACTACTACT แต่ผลลัพธ์เหมือนเดิม

เกิดการกลายพันธุ์ที่เบสลำดับที่ 0 และ 9 กลายเป็น

ATCACTACTACT แต่ผลลัพธ์เหมือนเดิม



ภาพ สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้

เราจะใช้เทคนิคการตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing) ที่เรียกกันว่า Sanger Sequencing ในการตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยการตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์เป็นเทคนิคที่ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณที่สนใจศึกษา หรือในกรณีที่ต้องการรู้รายละเอียดของลำดับนิวคลีโอไทด์ของผลผลิต Polymerase chain reaction (PCR) ว่าถูกต้องหรือไม่ การตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์นี้อาจใช้เพื่อตรวจหา single nucleotide polymorphisms (SNPs), point mutation ทั้งแบบที่เป็น silent, missense และ nonsense mutation, ลำดับนิวคลีโอไทด์เพิ่มขึ้นขนาดเล็ก (small insertion) และลำดับนิวคลีโอไทด์ขาดหายไปขนาดเล็ก (small deletion) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือขาดหายไปของลำดับนิวคลีโอไทด์ขนาดเล็ก มักเรียกว่า INDEL (small insertion and deletion) เทคนิค DNA sequencing ถือเป็นวิธีมาตรฐาน (gold standard) จึงมักใช้เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อสรุปผลที่แน่นอนของทุกเทคนิคที่ใช้ในการตรวจกรอง mutation เพราะเป็นวิธีที่ให้ผลถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์

การตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์มีหลายวิธีแต่วิธีที่นิยม คือวิธีที่ใช้หลักการของแซงเกอร์ (Sanger sequencing method) เรียกอีกอย่างว่า Dideoxy chain termination method ปัจจุบันได้มีการพัฒนามาใช้กับเครื่องอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์อัตโนมัติ (Automated DNA sequencing) โดยในปฏิกิริยาประกอบด้วย

- ดีเอ็นเอต้นแบบที่มีการเพิ่มจำนวนในบริเวณที่ต้องการศึกษาหาลำดับนิวคลีโอไทด์
- ไพรมเมอร์ 1 เส้นเป็น forward หรือ reverse primer

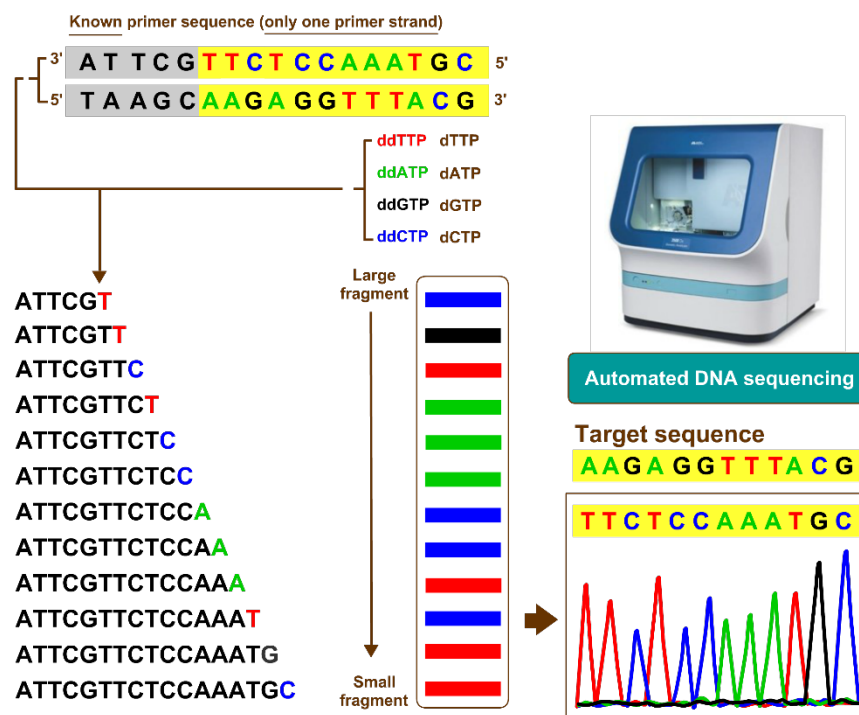
โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีที)

- เอนไซม์ DNA polymerase
- Deoxyribonucleotide triphosphates (dNTPs) 4 ชนิด ได้แก่ dATP, dTTP, dGTP และ dCTP
- Dideoxynucleotide triphosphates (ddNTPs) 4 ชนิด ได้แก่ ddATP, ddTTP, ddGTP และ ddCTP ซึ่งติดฉลากด้วยสารเรืองแสงฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent dye) ที่มีสีแตกต่างกัน

โดย ddNTPs จะมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับ dNTPs ปกติ แต่จะมีความแตกต่างเฉพาะที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 จะมี H แทนที่ OH ซึ่งคุณสมบัตินี้ทำให้ไม่สามารถเกิดพันธะ phosphodiester bond กับนิวคลีโอไทด์ตัวต่อไปได้ จึงเกิดการหยุดต่อสายดีเอ็นเอ (chain termination)

ในปฏิกิริยา DNA sequencing เมื่อมีการสร้างสายดีเอ็นเอใหม่โดยเอนไซม์ DNA polymerase หากมีการนำ ddNTPs ไปใช้ในการต่อสายดีเอ็นเอ จะทำให้ไม่สามารถสร้างสายดีเอ็นเอต่อจากตำแหน่งนั้นได้และทำให้การสร้างหยุดลงตรงตำแหน่งนั้น โดยสายดีเอ็นเอที่สร้างใหม่จะมีนิวคลีโอไทด์ตัวสุดท้ายเป็น ddNTPs ชนิดต่าง ๆ กันเสมอ เมื่อมีการทำปฏิกิริยาซ้ำ ๆ กันจะทำให้ได้สายดีเอ็นเอที่มีขนาดที่แตกต่างกัน จากนั้นจึงนำไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่องอ่านนิวคลีโอไทด์อัตโนมัติ ซึ่งสามารถแยกดีเอ็นเอที่มีความยาวต่างกันเพียงหนึ่งนิวคลีโอไทด์ได้ด้วย capillary electrophoresis แล้วใช้แสงเลเซอร์และตัวตรวจวัดสัญญาณ (detector) ซึ่งสามารถแยกสัญญาณการเรืองแสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกันของสารเรืองแสงตามชนิดของ ddNTPs จึงทำให้ทราบลำดับนิวคลีโอไทด์ของสายดีเอ็นเอนั้นได้



หลักการตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์โดยใช้เครื่องตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์อัตโนมัติ (Automated DNA sequencing)

นักจุลชีววิทยาแห่งมหาวิทยาลัยบูรพาได้เก็บ Sample ของ Strand หนึ่งของสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่เขาพบมาสองจุด นั่นคือ สารพันธุกรรมในเซลล์อสุจิที่อาจเกิด mutation และสารพันธุกรรมบริเวณเซลล์ผิวหนัง แต่นักจุลชีววิทยาต้องการเก็บเซลล์อสุจิที่มีสารพันธุกรรมเหมือนบริเวณเซลล์ผิวหนัง จึงทำการ Burapha Reverse Mutation Forcing (BRMF) ในเซลล์อสุจิของ Wild Type ซึ่งก็คือการบังคับให้เซลล์อสุจิมีการกลายพันธุ์กลับ โดยกรรมวิธีก็จะคล้ายกับการทำ Polymerase chain reaction (PCR) โดยการนำไปใส่เครื่องกระตุ้น โดยขั้นตอนการทำ Burapha Reverse Mutation Forcing (BRMF) มีสามขั้นตอน

โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาติจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลกร (พีพีท)

ขั้นตอนที่หนึ่ง	ปรับอุณหภูมิในเครื่องให้อยู่ที่ประมาณ 90 องศาเซลเซียส เพื่อให้ DNA ตั้งต้นเกิดการแยกตัวออกเป็น Chain ย่อย ๆ
ขั้นตอนที่สอง	เติม Primer ที่จำเพาะไปจับในบริเวณที่ต้องการเพื่อทำให้เกิด Burapha Mutation จำนวนหนึ่งครั้ง
ขั้นตอนที่สาม	ปรับอุณหภูมิในเครื่องอยู่ที่ 72-75 องศาเซลเซียส พร้อมเติม DNA Polymerase เพื่อทำให้ DNA กลายเป็น Chain เดิม

โดยรวมแล้วการทำ BRMF รอบหนึ่งทำให้ DNA ตั้งต้นเกิดการ Burapha Mutation จำนวนหนึ่งครั้ง โดยมีสารตั้งต้นก็คือ DNA polymerase, Burapha Mutationase, Free DNA nucleotides และ Primer ที่เหมาะสม

สมมติต้องการให้เซลล์สุจิที่มีลำดับเบสเป็น ATCTAC กลายเป็นเซลล์ผิวหนังที่มีลำดับเบสเป็น TACTAC อาจทำได้โดยการทำ BRMF สามรอบโดยที่

ครั้งที่ 1 มี Primer สำหรับการ mutation ที่ตำแหน่งที่ 2 และ 3 กลายเป็น ATTCAC

ครั้งที่ 2 มี Primer สำหรับการ mutation ที่ตำแหน่งที่ 0 และ 1 กลายเป็น TATCAC

ครั้งที่ 3 มี Primer สำหรับการ mutation ที่ตำแหน่งที่ 2 และ 3 กลายเป็น TACTAC

แต่การทำ BRMF สามรอบทำให้เปลืองค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก ทำให้การแปลงที่เหมาะสมที่สุดคือการแปลงขั้นตอนเดียวคือมีการใช้ Primer สำหรับการ mutation ที่ตำแหน่งที่ 0 และ 1 กลายเป็น TACTAC

แต่จากที่ได้กล่าวไปตั้งแต่ต้นว่าสิ่งมีชีวิตนี้ทุกชนิดยังสามารถหักชิ้นส่วน DNA เป็นท่อน ๆ ได้คือนักจุลชีววิทยาต้องเตรียมแผนการประหยัดงบในการทำ BRMF สำหรับทุก ๆ ช่วงชิ้นส่วนของสารพันธุกรรม แต่ก็อาจมีบางช่วงของสารพันธุกรรมที่ไม่สามารถทำการ BRMF จากเซลล์สุจิจนกลายเป็นเซลล์ผิวหนังได้ เช่นจาก AAAAAA กลายเป็น AAAAAC ให้ตอบ -1

นักจุลชีววิทยาของมหาวิทยาลัยบูรพาจึงวานให้ผู้แทนศูนย์บูรพาทุกคนวางแผนว่าจำนวนครั้งในการทำ BRMF สำหรับทุก ๆ ช่วงชิ้นส่วนของสารพันธุกรรมที่นักจุลชีววิทยาต้องการจำนวน Q ช่วง เนื่องจากการทำ BRMF มีข้อจำกัดหลายประการ ตั้งแต่

1. ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณที่ต้องการตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่อาจมีมากถึงหนึ่งแสนลำดับเบส
2. ยังไม่มีการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าการทำการ BRMF มีผลต่อตัวอ่อนที่เกิดจากการโคลนสุจิหรือไม่
3. การทำกระบวนการหนึ่งครั้งใช้งบประมาณมาก

ด้วยเหตุปัจจัยเหล่านี้ยังไม่รวมถึงข้อเสียของ DNA sequencing ซึ่งได้แก่

ความยาวของลำดับนิวคลีโอไทด์

ในการทำปฏิกิริยา DNA sequencing แต่ละครั้งจะสามารถอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ได้สูงสุดโดยประมาณไม่เกิน 1000 bp เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องวิเคราะห์ลำดับเบสอัตโนมัติในปัจจุบัน ดังนั้นหากดีเอ็นเอบริเวณที่ต้องการหาลำดับนิวคลีโอไทด์มีความยาวมากกว่า 1000 bp ควรออกแบบไพรเมอร์เพื่อใช้ในการทำ DNA sequencing แต่ละครั้งเป็นชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่มีขนาดเล็กลง นอกจากนี้การทำ DNA sequencing ในแต่ละครั้งนั้นถึงแม้ว่าจะใช้ไพรเมอร์เพียงเส้นเดียว (forward primer หรือ reverse primer) แต่เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่อ่านได้ ควรมีการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ 2 ครั้ง โดยใช้ forward primer และ reverse primer ซึ่งมีทิศสวนทางกัน และอ่านผลร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ได้ผลลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณเดียวกันจึงเป็นการยืนยันผลซึ่งกันและกัน

การตรวจหาการเพิ่มขึ้นหรือขาดหายไปของลำดับนิวคลีโอไทด์ขนาดใหญ่ (large deletion and large duplication)

โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีที)

เทคนิค DNA sequencing ไม่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาการเพิ่มขึ้นหรือขาดหายไปของลำดับนิวคลีโอไทด์ขนาดใหญ่ เนื่องจากหากมีความผิดปกติของลำดับนิวคลีโอไทด์ลักษณะนี้ มักทำให้เกิด Frameshift mutation จึงทำให้เห็นสัญญาณแสง ฟลูออเรสเซนซ์เป็น peak ซ้อนกันตั้งแต่บริเวณที่มีการเพิ่มขึ้นหรือขาดหายไปของลำดับนิวคลีโอไทด์ จนไม่สามารถอ่านผลได้ว่ามี นิวคลีโอไทด์ตัวใดที่ขาดหายไปหรือเพิ่มขึ้นมา ดังนั้นหากต้องการทราบขนาดและตำแหน่งที่แน่ชัดของ large deletion and large duplication จำเป็นต้องมีการตรวจสอบด้วยเทคนิคอื่นที่เหมาะสมเพิ่มเติมต่อไป เช่น เทคนิค real-time PCR, เทคนิค Multiplex ligation-dependent probe amplification (MLPA) หรือ เทคนิค Fluorescence in situ hybridization (FISH) เป็นต้น

ดังนั้นผู้แทนศูนย์บูรพาทุกคนจึงต้องเขียนโปรแกรมเพื่อหาว่าควรทำ BRMF น้อยที่สุดกี่ครั้งสำหรับช่วง DNA ที่ต้องการ กล่าวคือ ได้รับช่วง $[X, X+1, \dots, Y]$ มาแล้วถ้าจะแปลงข้อมูลสารพันธุกรรมจากเซลล์อสุจิในช่วงดังกล่าวเป็นสารพันธุกรรมของเซลล์ ผิวน้ำ แล้วควรทำ BRMF น้อยที่สุดกี่ครั้ง

งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมเพื่อหาว่าควรทำ BRMF น้อยที่สุดกี่ครั้งสำหรับช่วง DNA ที่ต้องการ

ข้อมูลนำเข้า

บรรทัดแรก รับจำนวนเต็มบวกสองจำนวน คือ N และ Q แทนความยาว string (ขอบเขตของตัวแปร N อยู่ในโจทย์ ด้านบน) และ จำนวนคำถาม ตามลำดับ โดยที่ Q มีค่าไม่เกิน 100,000

บรรทัดที่สอง รับสตริงเพื่อแทนลำดับ DNA ของเซลล์อสุจิขนาด N หนึ่งสตริง ประกอบด้วยอักขระ A, C และ T

บรรทัดที่สาม รับสตริงเพื่อแทนลำดับ DNA ของเซลล์ผิวน้ำขนาด N หนึ่งสตริง ประกอบด้วยอักขระ A, C และ T

อีก Q บรรทัดถัดมา รับจำนวนเต็มบวกสองจำนวน คือ X, Y ซึ่ง $0 \leq X \leq Y \leq N - 1$

20% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมี $Y - X \leq 2$

40% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีอักขระแต่ละตัวเป็น "A" หรือ "T" เท่านั้น

ข้อมูลส่งออก

มี Q บรรทัด โดยบรรทัดที่ i แทนว่าควรทำ BRMF น้อยที่สุดกี่ครั้งสำหรับช่วง DNA ที่ต้องการในช่วงที่ i

ตัวอย่าง

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
6 3	2
ATACAT	1
ACTATA	-1
1 3	
4 5	
3 5	

คำอธิบายตัวอย่างที่ 1

ในคำถามย่อยคำถามแรกคือได้รับช่วง DNA ตั้งแต่เบสที่ 1, 2 และ 3 จำเป็นต้องทำ BRMF ที่ตำแหน่งที่ 1 และ 2 ในครั้งแรกและทำ BRMF ที่ตำแหน่งที่ 2 และ 3 ในครั้งที่ 2

ในคำถามย่อยคำถามที่สองคือได้รับช่วง DNA ตั้งแต่เบสที่ 4 และ 5 จำเป็นต้องทำ BRMF ที่ตำแหน่งที่ 4 และ 5 ครั้งเดียว

โจทยพีพีทมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

หากไม่ได้รับความอนุญาติจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

ในคำถามย่อยคำถามที่สามคือได้รับช่วง DNA ตั้งแต่เบสที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งไม่สามารถทำ BRMF จากเซลล์อสุจิ เป็นเซลล์
ผิวหนังได้ จึงตอบ -1

+++++