

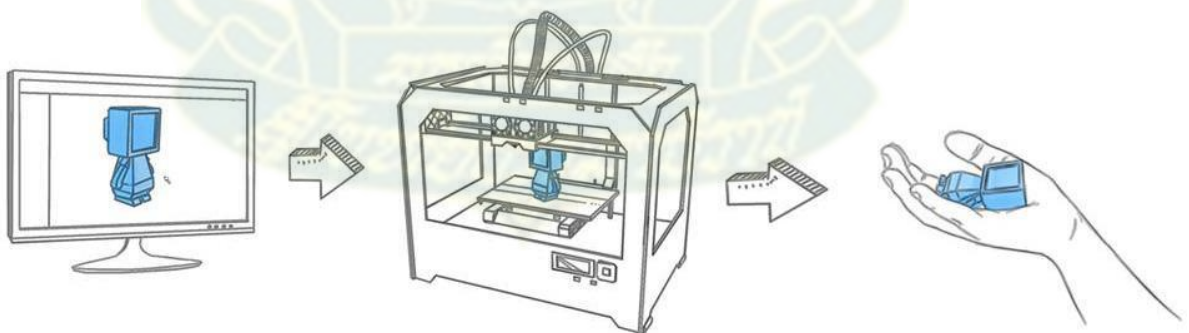
## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและวิธีการที่ถูกใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เทคโนโลยีความจริงเสมือน และแบบจำลองเฮดดี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1. เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

ในปัจจุบันความสามารถในการพัฒนาและการผลิตผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการและตอบสนองต่อความรวดเร็วในการเปลี่ยนแปลงนั้นมีความสำคัญอย่างมาก เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติถูกจัดให้เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่จะเข้ามาในการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 เพราะความสามารถในการผลิตโดยตรงด้วยระบบดิจิทัลที่รวดเร็ว สามารถลดค่าใช้จ่ายของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างมากมาย ที่สำคัญยังมีบทบาทในการช่วยให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นไปได้ง่ายและรวดเร็ว และไม่จำเป็นต้องมีค่านึงถึงข้อจำกัดในการออกแบบที่ส่งผลต่อกรรมวิธีการผลิต เทคโนโลยีนี้จึงถูกนำไปใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น ด้านไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้านยานยนต์ ด้านอากาศยาน ด้านการทหาร ด้านการแพทย์ ด้านการศึกษา และด้านศิลปะ เป็นต้น เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เป็นการผลิตด้วยวิธีเพิ่มเนื้อวัสดุ (Additive Manufacturing) ในลักษณะการเติมเนื้อวัสดุตามรูปร่างของชิ้นงานสามมิติชั้นทีละชั้น (Layer by Layer) โดยใช้ข้อมูลจากไฟล์สามมิติ (3D Model) ซึ่งสร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วส่งข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์สามมิติเพื่อผลิตเป็นชิ้นงานออกมา โดยกลไกที่สำคัญของเครื่องพิมพ์สามมิติจะประกอบด้วยแกนการเคลื่อนที่ในแนวแกน X Y และ Z ซึ่งทำหน้าที่สร้างรูปร่างชิ้นงานให้เป็นรูปทรงสามมิติ ซึ่งมีกลไกในการปล่อยเนื้อวัสดุตามแต่ละชั้นวัสดุและเทคนิคในการขึ้นรูปทรงที่ถูกนำมาใช้ในเครื่องพิมพ์สามมิติแต่ละประเภท (ศรีสิทธิ์ เจริญบุตร, 2560) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของเครื่องพิมพ์สามมิติ

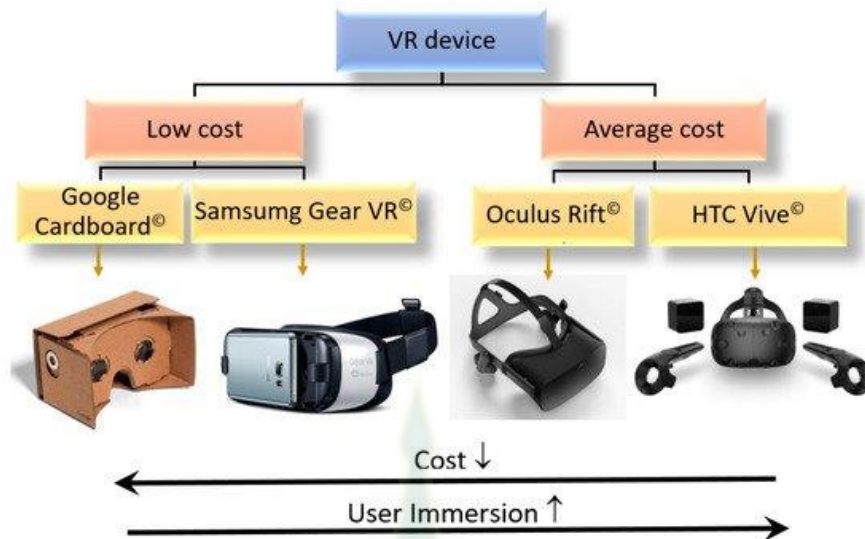
ที่มา: <https://www.technobyte.org/3d-printing-technology-faq-everything-you-must-know/>

สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2563

## 2. เทคโนโลยีความจริงเสมือน

ในด้านการศึกษานั้น คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในการเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอน ตั้งแต่ ช่วง ค.ศ.1950 และมีบทบาทมากขึ้นจนมาถึงปัจจุบัน สำหรับเทคโนโลยีความจริงเสมือนนั้นถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอนในช่วง ค.ศ. 1980 ซึ่งเหตุผลสำคัญ ได้แก่ การที่สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ให้กับผู้เรียนได้แบบหนึ่งต่อหนึ่งและการสร้างประสบการณ์ของการเรียนที่วิธีการเรียนแบบเดิมไม่สามารถทำได้ (Pantelidis, 2010) เช่น การสร้างความเข้าใจได้หลากหลายวิธี สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและสามารถที่จะเลือกเนื้อหาตามที่ตนเองสนใจ มีความยืดหยุ่นในเรื่องของเวลาและสถานที่ของผู้เรียนที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการ สามารถลดค่าใช้จ่ายของการลงทุนเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์จริงที่มีราคาแพง รวมถึงลดปัญหาจากการเสียหายจากการฝึกอบรมและอุปกรณ์สิ้นเปลืองที่เกิดขึ้นในขณะฝึก เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้นเทคโนโลยีความจริงเสมือนยังสามารถสร้างการเรียนรู้ตามสถานการณ์ (Situated Learning) ที่ถูกออกแบบไว้ในกระบวนการเรียนการสอนทำให้เกิดการถ่ายทอดความรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะการจำลองสถานการณ์ในโลกความจริง (Dede et al., 2017)

การแบ่งระดับระบบแอปพลิเคชันของเทคโนโลยีความจริงเสมือน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ (Vergara et al., 2017) ได้แก่ 1) ระดับต่ำ เป็นลักษณะเชิงรับ (Passive) ที่ผู้ใช้งานเป็นผู้สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัว โดยไม่สามารถควบคุมเหตุการณ์ต่างๆ ได้ 2) ระดับปานกลาง เป็นลักษณะการสำรวจ (Exploratory) โดยผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนที่และสามารถเลือกสิ่งที่ต้องการสังเกตเองได้ และ 3) ระดับสูง คือ มีการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้ใช้กับสภาพแวดล้อมเสมือนที่จำลองขึ้นมาได้หลายรูปแบบ โดยผู้ใช้งานสามารถสังเกต สำรวจ ควบคุม หรือแม้แต่ปรับแต่งสภาพแวดล้อมเสมือนด้วยตัวเองได้ สำหรับราคาของอุปกรณ์ของเทคโนโลยีความจริงเสมือนนั้นอาจจำแนกตามราคาได้เป็นสองประเภทคือ 1) ราคาระดับล่าง ซึ่งจำเป็นต้องมีสมาร์ตโฟนเข้าไปติดตั้งในอุปกรณ์สวม เช่น Google Cardboard จะราคาต่ำที่สุดเนื่องจากใช้กล่องกระดาษเป็นวัสดุหลัก หรือ Samsung Gear ที่เป็นวัสดุพลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทานและมีสายรัดเพื่อความสะดวกในการใช้งาน และ 2) ราคาระดับปานกลาง เช่น Oculus Rift หรือ HTC Vice ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่ต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์พ่วงกับอุปกรณ์สวมใส่ โดยอุปกรณ์สวมใส่นั้นจะติดตั้งลำโพง อุปกรณ์ควบคุมระยะไกลผ่านมือซ้าย-ขวา และเซนเซอร์ในการรับรู้ตำแหน่งการเคลื่อนไหวของผู้สวมใส่ ซึ่งประเภทหลังนี้จะให้ประสบการณ์ความรู้สึกเสมือนจริงกับผู้ใช้งานที่มากขึ้น ซึ่งความรู้สึกเสมือนจริงยิ่งสูง ราคาของอุปกรณ์ก็จะยิ่งสูงตามมากขึ้นไปด้วย ดังภาพที่ 2.2



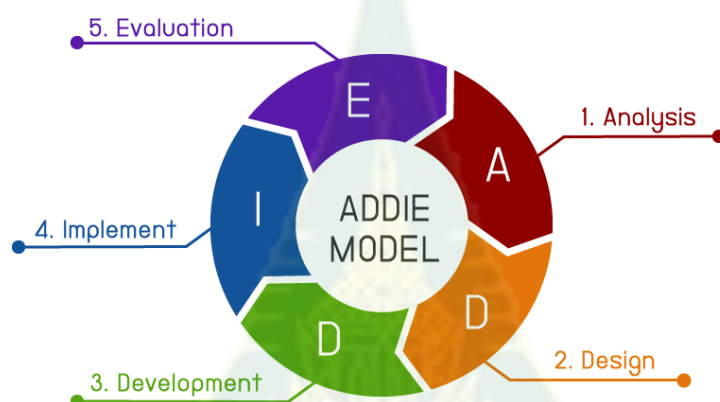
ภาพที่ 2.2 ลักษณะของอุปกรณ์สวมที่ใช้ในเทคโนโลยีความจริงเสมือนจำแนกตามราคา  
ที่มา : (Anjarichert et al., 2016)

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้ในหลากหลายกิจกรรมทั้งการเรียน การฝึกอบรม การพัฒนาทักษะ ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาทั้งทางวิศวกรรม (Valdez et al., 2015 and Abulrub et al., 2011) ทางการแพทย์ (Vaughan et al., 2016) หรือในโรงงานอุตสาหกรรม (Carruth, 2017, Im et al., 2017 and Pan et al., 2006) โดยให้ผลลัพธ์ที่ดีและช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะผ่านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวเนื้อหา สถานการณ์ และประสบการณ์ของผู้เรียนที่แตกต่างกันได้ จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อีกทั้งช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นสิ่งที่น่าสนใจ (Mellet-d'Huart, 2009) นอกจากนี้ การนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้งานร่วมกับ Google Cardboard ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและใช้งานได้ง่าย ยังช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนและนักศึกษาได้ใช้อุปกรณ์พกพา (Mobile Device) มาใช้ประโยชน์กับการเรียน ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ที่เพิ่มมากขึ้นกว่าวิธีการเรียนแบบเดิม (Andone and Frydenberg, 2019) รวมไปถึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนและทำซ้ำได้อย่างไม่จำกัด (Hodgson et al., 2019) จึงเป็นการเพิ่มพูนประสบการณ์ให้กับผู้เรียนตามความสนใจในลักษณะที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้อย่างไม่มีข้อจำกัดทั้งในเรื่องของระยะเวลา และค่าใช้จ่าย

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาปรับใช้กับการเรียนการสอนในเรื่องของเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญในปัจจุบันและจะมีความต้องการมากขึ้นต่อไปในอนาคต จะเป็นส่วนช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งสร้างประสบการณ์เรียนรู้เสมือนจริงให้กับนักศึกษาได้มากขึ้นกว่าการเรียนรู้เพียงแค่อ่านตำรา หรือการสาธิตให้ดูโดยปราศจากการฝึกฝนและทดลองด้วยตัวของนักศึกษาเอง ซึ่งในปัจจุบันการสอนปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิตียังมีข้อจำกัดเนื่องจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติมีราคาสูง อีกทั้งมีผู้เรียนจำนวนมากและมีเวลาที่จำกัด

### 3. แบบจำลองเอ็ดดี้

แบบจำลองเอ็ดดี้ (ADDIE Model) เป็นแบบจำลองสำหรับใช้ในการออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนที่ได้รับความนิยม สาเหตุจากมีขั้นตอนการดำเนินการที่เข้าใจได้ง่ายและมีขั้นตอนที่ชัดเจน แบบจำลองนี้มีการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1975 โดยทุนสนับสนุนของกองทัพของสหรัฐอเมริกา และถูกนำมาใช้ในสถานศึกษาเพื่อใช้สำหรับออกแบบการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง โดยมีขั้นตอนสำคัญดังภาพที่ 2.3 ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ (Analysis, A) การออกแบบ (Design, D) การพัฒนา (Development, D) การนำไปใช้ (Implement, I) และการประเมินผล (Evaluation, E) (McGriff and Steven, 2000) โดยรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของ ADDIE Model

แหล่งที่มา: <https://www.peoplevalue.co.th/content/9119/addie-model-คืออะไร>

#### ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis Phase)

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาของการเรียนการสอน วางวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเรียนการสอน รวมไปถึงการสร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ รวมไปถึงทำความเข้าใจถึงทักษะและพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นของผู้เรียน โดยคำถามสำหรับการวิเคราะห์ ได้แก่

- ผู้เรียนคือใคร มีพื้นฐานความรู้ และความสนใจเป็นอย่างไร
- พฤติกรรมใดที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน
- อะไรคือข้อจำกัดในการเรียนรู้
- มีทางเลือกใดบ้างในการเรียนรู้
- รูปแบบและหลักการสอนมีลักษณะเป็นเช่นใด
- มีระยะเวลาการพัฒนาเป็นอย่างไร
- มีปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นอะไรบ้าง



## ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design Phase)

เป็นการออกแบบองค์ประกอบของการเรียน ได้แก่ การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การกำหนดเครื่องมือวัดผล การวางแผนการสอน การกำหนดเนื้อหา การเลือกสื่อการสอน และแบบฝึกหัด โดยต้องทำอย่างมีระบบ เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ และมีความเฉพาะเจาะจงของการออกแบบการสอน ในรายละเอียดต่างๆ เช่น

- การกำหนดแนวทางการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน
- การจำแนกเนื้อหาในการออกแบบการสอนให้สอดคล้องกับเทคนิคที่ใช้ในการออกแบบการสอนและสื่อ
- การวางลำดับเนื้อเรื่องและสื่อที่ใช้ประกอบ โดยอาจสร้างเป็นสตอรี่บอร์ด (Storyboard)
- การออกแบบส่วนติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ (User Interface)
- การสร้างต้นแบบสื่อการสอน

## ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development Phase)

เป็นการสร้างส่วนต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design Phase) ประกอบด้วย การสร้างเนื้อหา การสร้างแบบฝึกหัด การสร้างเครื่องมือประเมินผล และการพัฒนาโปรแกรมสื่อการสอน เมื่อได้จัดทำเป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงดำเนินการทดสอบการใช้งานสื่อการสอน เพื่อหาจุดบกพร่องหรือข้อผิดพลาดแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

## ขั้นที่ 4 การนำไปใช้งาน (Implementation Phase)

เป็นการนำสื่อการสอนไปใช้ในชั้นเรียน การฝึกอบรม การทดลอง การปฏิบัติการ หรือการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อส่งเสริมความความรู้เข้าใจของผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่ตั้งไว้

## ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation Phase)

เป็นการประเมินสื่อการสอนใน 2 ส่วน ได้แก่ 1) การประเมินผลรูปแบบ (Formative) คือ การประเมินผลในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนในแต่ละขั้นของ ADDIE Model และ 2) การประเมินผลในภาพรวม (Summative) คือ การประเมินผลหลังการสอนเสร็จสิ้นเพื่อประเมินประสิทธิผลการสอนทั้งหมดที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน

## 4. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การเปรียบเทียบผลคะแนนที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังที่เรียนเมื่อได้เรียนด้วยบทเรียนที่ได้พัฒนา โดยจะพิจารณาว่า ผลที่ได้สูงกว่าผลคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผู้เรียนสามารถทำคะแนนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าบทเรียนที่ได้

พัฒนานั้นมีผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งจะใช้การวิเคราะห์ t-test ประกอบกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ศยามน อินสะอาด, 2561)

โดยคุณลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ดีนั้น (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2565) ได้แก่

- ความเที่ยงตรง คือ ต้องสามารถวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของการเรียนที่วางไว้
- ความเชื่อมั่น คือ ต้องสามารถวัดให้คะแนนที่ได้มีความสัมพันธ์กันดีไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม
- ความสามารถในการจำแนก คือ แบบทดสอบต้องมีความยากที่เหมาะสม ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะตอบได้ และไม่ง่ายจนผู้เรียนทุกคนตอบได้ เพื่อให้สามารถจำแนกผู้เรียนจากอ่อนสุดจนถึงเก่งสุดได้
- ความเป็นปรนัย คือ ต้องมีคำถามที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักวิชา และผู้เรียนเข้าใจได้ตรงกัน
- ความยุติธรรม คือ ต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ชี้ช่องให้ผู้เรียนใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้อง และไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ไม่เข้าเรียนตอบได้โดยง่าย

ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่นิยมใช้ มีด้วยกัน 6 แบบ (สมนึก ภัททิยธนี, 2565) คือ

- แบบอัตนัย คือ เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม ให้ผู้เรียนเขียนบรรยายตามความรู้ หรือข้อคิดเห็นได้อย่างเสรี
- แบบถูกผิด คือ เป็นแบบทดสอบที่มี 2 ตัวเลือก ที่เป็นแบบคู่ตรงข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เป็นต้น
- แบบเติมคำ คือ เป็นแบบทดสอบที่มีช่องว่างหรือเติมในประโยค หรือเป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์ แล้วให้เติมข้อความให้ถูกต้องหรือสมบูรณ์
- แบบตอบสั้น คือ เป็นแบบทดสอบที่มีประโยคคำถามที่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้เรียนตอบให้สั้น กระชับได้ใจความ
- แบบจับคู่ คือ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ที่มีการแยกข้อความหรือคำเป็น 2 ส่วนแล้วให้ผู้เรียนตอบจับคู่ว่าข้อความหรือคำในแต่ละชุดให้เป็นไปตามความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง
- แบบเลือกตอบ คือ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ที่ประกอบด้วย คำถาม กับตัวเลือก โดยตัวเลือกจะประกอบด้วยคำตอบที่ถูกและคำตอบที่เป็นตัวลวง