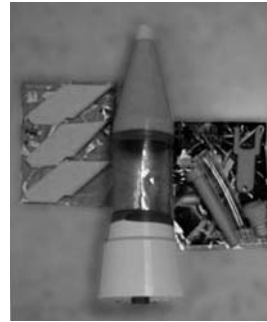




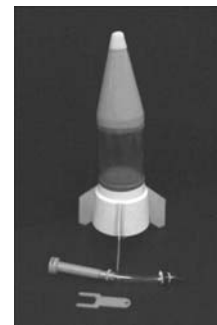
ชาญณรงค์ รัตน์นะ*

U ณะน้ำจรวดน้ำหรือจรวดขวด PET (Poly Ethylene Terephthalate) กำลังเป็นของเล่นที่แพร่หลายในหมู่นักเรียน และคนทั่วไป ซึ่งเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ สามารถเล่นได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ เป็นของเล่นที่ต้องคิดประดิษฐ์ ดัดแปลง ปรับปรุงให้จรวดเคลื่อนที่ไปได้ไกลหรือสูงที่สุด จะเห็นได้จากมีหน่วยงานต่าง ๆ จัดการแข่งขันอย่างต่อเนื่อง ทั้งในภาครัฐและเอกชน เช่น ที่สนามหญ้าเมืองทองธานี จัดการแข่งขัน 2 ครั้ง ต่อเดือน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โรงเรียนนายเรืออากาศ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ฯลฯ มีการจัดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการที่องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) โรงเรียนสาธิตเกษตร อีกทั้งมีการตั้งชมรมจรวดน้ำของจังหวัดต่าง ๆ เช่น ชมรมจรวดน้ำจังหวัดหนองคาย จังหวัดนครพนม และปัจจุบันมีบริษัทเอกชนในประเทศผลิตจรวดน้ำสำเร็จรูปออกจำหน่ายเป็น แบบมือถือเวลายิง แต่เทคนิคหรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ยังสู้ของประเทศญี่ปุ่นไม่ได้เพราะมีการเล่นหรือแข่งขันกันมานานแล้ว

จรวดขวด PET คือจรวดที่สร้างจากขวดพลาสติกน้ำอัดลม (ขวด PET) ขับเคลื่อนด้วยน้ำ



จรวดสำเร็จรูปผลิตในประเทศไทย



จรวดเมื่อประกอบแล้ว



ใช้มือถือเวลายิงระบบลอคคอขวด

โดยอาศัยแรงดันของอากาศที่บรรจุอยู่ภายในจรวดขวด PET ที่สร้างด้วยขวดขนาด 1.25 หรือ 2 ลิตร และเติมน้ำประมาณ 1 ใน 3 ของขวด ใส่แรงดันอากาศ ที่ 80 psi จะมีความเร็วต้นไม่น้อยกว่า 76 เมตรต่อวินาที หรือ 170 ไมล์ต่อชั่วโมง การทำจรวดน้ำควรใช้ขวด PET จากขวดน้ำอัดลม เพราะทนแรงอัดอากาศได้ดีกว่าขวด PET จากขวดน้ำดื่ม

* เจ้าหน้าที่เทคนิคอาวุโส สาขาออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ สสวท. E-mail : Cratt@ipst.ac.th

Bar = 14.5037 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

แรงดัน 1 บรรยากาศ = 14.695 psi = 0.76

Standard Column of Mercury

at 0 Degree C

ขวด PET คืออะไร

ขวด PET เริ่มเข้ามามีบทบาทในวงการน้ำอัดลมของประเทศไทย เมื่อประมาณ 10 ปีที่แล้ว และมีปริมาณการใช้เพิ่มสูงขึ้นทุกปี สาเหตุที่ทำให้ขวด PET ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายนั้น เนื่องจากเป็นขวดที่มีน้ำหนักเบา (Light Weight) มีความสามารถในการซึมผ่านของแก๊สต่ำ (Low Gas Permeability) และมีความต้านทานแรงกระแทกดี (Good Impact Strength) การที่ขวด PET มีความสามารถในการซึมผ่านของแก๊ส CO₂ และ O₂ ต่ำนั้น เนื่องมาจากการจัดเรียงโมเลกุลแบบ Biaxial Orientation ซึ่งเป็นการจัดเรียงโมเลกุลทั้งแนวตั้งและแนวนอนคล้ายร่างแห และยังส่งผลให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นด้วย กระบวนการผลิตขวด PET นั้น เริ่มจากการนำเม็ด PET มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 160 ถึง 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเม็ด PET และความชื้นที่มีอยู่ในเม็ด PET หลังการอบแล้ว เม็ด PET จะต้องมีความชื้นต่ำกว่า 0.0005% จากนั้น เม็ด PET จะถูกส่งไปยังเครื่องฉีด (Injection Machine) และผลิตหลอดพรีฟอร์ม

(Preform) ซึ่งจะถูกส่งเข้า เครื่องเป่า (Blowing Machine) เพื่อทำให้ร้อนและ ส่งเข้าสู่ Mold เพื่อผ่านกระบวนการเป่าแล้วยืดด้วยลม (Stretch Blow) ที่ความดันประมาณ 40 บาร์ (Bar) ขวดที่อยู่ใน Mold จะถูกทำให้เย็นลงด้วยน้ำหล่อเย็น ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 8 องศาเซลเซียส จากนั้นขวด PET จะถูกส่งต่อมายังสายพานลำเลียง และส่งเข้าเครื่องจัดเรียงขวดบนแท่นรองรับ ขบวนการเป่าถือเป็นขบวนการที่เป็นปัจจัยสำคัญของปัญหาการแตกที่ก้นขวด ดังนั้นจึงต้องมีการปรับขบวนการเป่าให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ขวดที่มีการกระจายตัวของเนื้อพลาสติกสม่ำเสมอ ทั้งบริเวณลำตัว และก้นขวด



หลอดพรีฟอร์ม (Preform)



ขวด PET ที่นิยมใช้ในการทำจรวด เป็นขวดน้ำอัดลม ขนาด 1.25 และ 2 ลิตร เพื่อรับแรงอัดอากาศ ส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้รับแรงดันจะใช้ขวดอะไรก็ได้ ยกเว้นขวดแก้ว โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับทั้งทางด้านฟิสิกส์ (แรงดัน) เคมี (คุณสมบัติของของเหลว) คณิตศาสตร์ (การคำนวณวิถีจรวด)

หลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับจรวด

การเคลื่อนที่ของจรวดพลังน้ำ สามารถอธิบายได้ด้วย กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (Newton's Third Law of Motion) ซึ่งคิดค้นโดย

เซอร์ ไอแซค นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ซึ่งอธิบายไว้ว่า ในธรรมชาติเมื่อมีการกระทำ (หรือแรง) ใด ๆ ต่อวัตถุอันหนึ่ง จะปรากฏแรงที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม กระทำกลับต่อแรงนั้น ๆ (For every action (force) in nature there is an equal and opposite reaction.)

กฎข้อที่ 1 เรียกว่า "กฎของความเฉื่อย" กล่าวคือ วัตถุที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ จะรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของมันไว้ โดยเคลื่อนที่ไปทิศทางเดิม ด้วยความเร็วเท่าเดิม เช่น ถ้าลูกบอลที่วางอยู่ไม่มีใครมาเตะ มันก็จะยังอยู่นิ่ง ๆ อย่างนั้น หรือถ้าลูกบอลที่กำลังกลิ้งอยู่บนพื้นเรียบและลื่น (มีแรงเสียดทานน้อยมาก) มันก็จะกลิ้งไปข้างหน้าด้วยความเร็วที่คงที่

กฎข้อที่ 2 กล่าวว่า เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำกับวัตถุ จะทำให้มันเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง หรือมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ซึ่งมีขนาดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำ ดังสมการ

$$F = ma$$

โดยที่ F คือ ขนาดของแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุ
m คือ มวลของวัตถุ
a คือ ความเร่งของวัตถุเนื่องจากแรงภายนอกที่มากระทำ

เช่น ลูกบอลที่วางอยู่นิ่ง ๆ เมื่อมีคนมาเตะ (มีแรงภายนอกมากระทำ) มันก็จะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง โดยถ้ามันถูก

เตะออกไปด้วยแรงที่มาก มันก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมากเช่นกัน

กฎข้อที่ 3 แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา แต่มีทิศทางตรงข้าม กล่าวหาว่า ถ้าวัตถุ A ให้แรงจำนวนหนึ่งแก่วัตถุ B วัตถุ B ก็ให้แรงจำนวนที่เท่ากับกับที่ได้รับมาส่งกลับให้วัตถุ A เช่น การที่เราออกแรงเตะไปที่ลูกบอล (แรงกิริยา) ลูกบอลก็จะออกแรงเตะมาที่เท้าของเราเช่นกัน (แรงปฏิกิริยา) ซึ่งทำให้เราเจ็บเท้าได้ เราจำเป็นต้องสวมรองเท้าเพื่อไม่ให้เท้าเราเจ็บ หรืออีกตัวอย่าง ให้เด็กคนหนึ่งยืนขวางลูกบอลอยู่บนรถเข็นที่ลื่นไม่มีความฝืด เมื่อให้เด็กขวางลูกบอลออกไปอย่างแรง พบว่ารถเข็นจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ตรงข้ามกับกับทิศทางที่เด็กคนนั้นขวางลูกบอลออกไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเด็กออกแรงกระทำต่อลูกบอล (โดยการขว้างลูกบอลออกไปอย่างแรง) ลูกบอลก็มีแรงกระทำตอบกลับไปยังเด็ก ซึ่งส่งผลให้รถเข็นที่จอดนิ่งอยู่เฉย ๆ เคลื่อนที่ได้ จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตันสามารถนำมาอธิบายถึงสาเหตุที่จรวดพลังน้ำสามารถขับเคลื่อนขึ้นไปได้ ด้วยแรงดันลมที่ถูกบรรจุอยู่ในขวด จะขับเคลื่อนน้ำ พ่นออกทางท้ายของจรวด และส่งผลให้เกิดมีแรงในทิศทางตรงกันข้ามซึ่งถูกเรียกว่า แรงผลัก หรือ Thrusting Force ผลักดันให้จรวดเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้าเช่นกัน นอกจากแรงผลักแล้ว ยังมีแรงอื่น ๆ ที่มีส่วนสำคัญในการเคลื่อนที่ไป หรือต่อต้านการเคลื่อนที่ของจรวดอีก ซึ่งได้แก่ น้ำหนัก (Weight) แรงต้าน (Drag) และแรงยก (Lift)

น้ำหนัก (Weight)

คือแรงเนื่องจากสนามความโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ โดยทั่วไปในการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เราจะพิจารณาถึงน้ำหนักรวมของวัตถุ (Total Weight) ซึ่งเป็นแรงจากสนามความโน้มถ่วงที่กระทำ ณ ตำแหน่ง จุดศูนย์กลางมวล (Center of Gravity)

แรงต้าน (Drag)

คือแรงที่ขัดขวางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ผ่านในตัวกลางที่เป็นของเหลว (รวมถึงอากาศ) มีทิศในทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงต้านนี้เกิดเนื่องจากความแตกต่างของความเร็วที่ผิวสัมผัสของของแข็ง ในระหว่างที่มันเคลื่อนตัวผ่านไปของเหลว ดังนั้นทุก ๆ ส่วนของวัตถุจึงมีผลในการก่อให้เกิดแรงต้านนี้ ดังนั้นในการออกแบบจรวด หรืออากาศยานใด ๆ จำเป็นต้องพิจารณาถึงรูปร่างของวัตถุนั้นด้วย

แรงยก (Lift)

เป็นแรงที่ทำหน้าที่พยุงอากาศยานให้ลอยได้ในอากาศ แรงยกโดยทั่วไปจะเกิดที่ส่วนของปีกและแพนหาง ที่มีการเคลื่อนที่ และระบบกวนในการไหลของอากาศ ให้มีการเบี่ยงเบนทิศทาง ดังนั้นถ้าไม่มีการเคลื่อนที่ก็ไม่เกิดแรงยกขึ้น

ก่อนที่จะเริ่มทำจรวดน้ำ
เราสามารถรู้จักส่วนประกอบกันก่อนครับ

ส่วนประกอบของจรวด

ส่วนฐานยิง

ประกอบด้วย 5 ส่วนสำคัญคือ ส่วนตัวฐานยิง ส่วนปลดล็อก ส่วนประกอบขวด ส่วนปรับองศาที่จะยิงและป้อนลม

ฐานยิงได้มีการออกแบบฐานยิงออกมาหลายรูปแบบ แต่ระบบที่ใช้ยิงหรือปล่อยจรวดออกจากฐานที่ใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทยมี 2 ระบบ คือ ระบบปลดล็อกคอขวด และระบบปลดล็อกเร็ว ทั้ง 2 ระบบมีข้อดีข้อเสีย ดังนี้

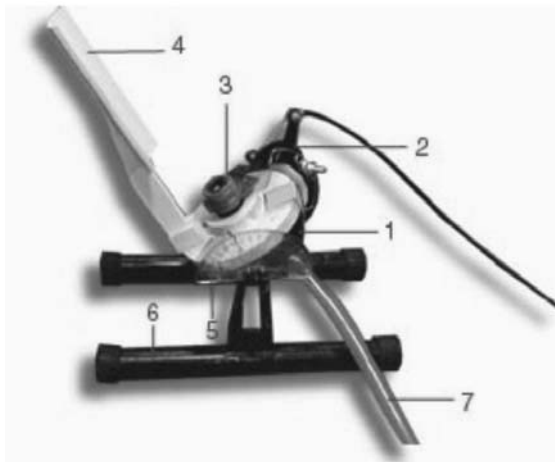
	ระบบปลดล็อกคอขวด	ระบบปลดล็อกเร็ว
ราคาถูก	✓	-
ทำงานขั้นตอนไม่ซับซ้อน	✓	-
ยิงได้อย่างต่อเนื่อง (มีจรวดอยู่หลายลำ)	✓	-
ไม่ต้องใช้ท่าเทียบฐานเวลายิง	-	✓
รูปทรงกระทัดรัดกว่า	-	✓
น้ำหนักเบา	-	✓
ผู้ยิงไม่เปียก(จากแรงดันน้ำในจรวด)	-	✓



ตัวอย่างฐานยิงระบบปลดล็อกเร็ว

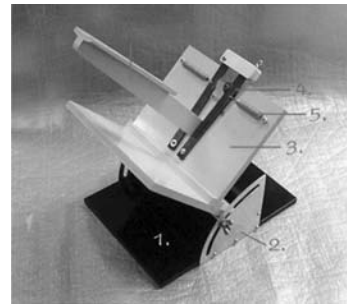


ตัวอย่างฐานยิงระบบปลดล็อกเร็ว



ฐานยิงปลดล็อกเร็ว ออกแบบโดย สสวท.
โดยใช้กระโหลกไฟหน้ารถจักรยานยนต์และ
ชุดเบรคหลังรถจักรยาน

- ชนิดเครื่องกลม)
 - 6. ขาตั้ง
 - 7. สายลมเข้า
- และยังมีเกจวัดความดันลม (Air Pressure Gauge), วาล์วกันกลับและปั๊มลมจักรยาน



ฐานยิงระบบปลดล็อกคอขวด ออกแบบโดย สสวท.

ฐานยิงระบบปลดล็อกเร็ว

ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

1. กระโหลกไฟหน้ารถจักรยานยนต์
2. ชุดเบรคหลังรถจักรยาน
3. ชุดข้อสวมเร็วสายฉีดน้ำ (ใช้ทั้งตัวผู้และตัวเมีย)
4. ตัวประกอบจรวด
5. แผ่นวัดองศาการยิง (ไม้โปรแทรกเตอร์)

ฐานยิงระบบปลดล็อกคอขวด

ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

1. ฐาน
2. แผ่นวัดองศาการยิง
3. แผ่นป้องกันการยิง
4. ก้านล็อกคอขวด
5. สปริงดึงก้านล็อกคอขวด
6. ตัวประกอบจรวด



ตัวอย่างฐานยิงระบบปลดล็อกคอขวดโดยทั่วไป



ตัดขวด PET โดยใช้คัตเตอร์ยาวพอให้ปลายกรรไกรสอดเข้าไปได้

ส่วนลำตัวจรวด

1. ตัวจรวด คือส่วนที่ต้องใช้ขวด PET เพื่อรับแรงอัดอากาศและน้ำ (Pressure tank)
2. หัวจรวด คือส่วนที่ต่อกันของขวด PET (โดยปกติจรวดจะพุ่งไปข้างหน้าโดยใช้กันขวด ส่วนปากขวดทำหน้าที่ปล่อยอากาศและน้ำเพื่อขับเคลื่อนตัวจรวด) ทำหน้าที่แหวกอากาศเพื่อลดแรงต้านของอากาศ
3. ครีบทอง แพนหางหรือปีก (Fin) ทำหน้าที่บังคับทิศทาง

เราสามารถทำจรวดเองแบบง่าย ๆ โดยใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ดังกล่าว โดยเริ่มจากขวด PET 2 ใบ



ขีดแนวเส้นใช้กรรไกรตัดจากส่วนล่างจะได้แนวตัดตรงกว่า ตัดจากด้านบนลงล่าง



เมื่อได้ขวดที่ตัดกันออกแล้ว นำดินน้ำมันมาอุดที่ปากขวดเพื่อถ่วงน้ำหนักให้จรวดพุ่งไปข้างหน้า น้ำหนักของดินน้ำมันขึ้นอยู่กับน้ำหนักของตัวจรวดด้วย ซึ่งเราจะต้องทดสอบขณะยิงจรวดเป็นระยะว่าน้ำหนักมากหรือน้อยเกินไป





ต่อขวดทั้งสองใบด้วยเทปกาวที่ใช้ติดสันหนังสือเพื่อแยกการเกาะออก เพื่อถ่วงน้ำหนักดินน้ำมัน แต่ถ้าวางน้ำหนักที่พอดีแล้ว การเชื่อมต่อขวดควรใช้กาวที่ใช้ติดกระจกตู้ปลาหรือกาวซีแลนท์กันรั่วซึม หรือใช้เทปกาวติดสันหนังสือ เพราะใช้กาวอื่นๆ เช่น กาวช่างจะไม่เกาะติดกับขวดPET ผู้เขียนแนะนำให้ใช้เทปกาวติดสันหนังสือ เพราะช่วยเพิ่มเสถียรให้แก่วจรรวดด้วย

ตัดส่วนแพนหางจากพลาสติกลูกฟูกหรือวัสดุอื่นที่มีน้ำหนักเบา ส่วนรูปแบบขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้ทำ 2,3 หรือ 4 ชิ้น ซึ่งอาจจะทดลองเปลี่ยนรูปแบบอื่น ๆ ว่าแบบใดทำให้จรวดพุ่งไปได้ไกล หรือตรงมากที่สุด ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เท่ากันได้แก่ จำนวนน้ำในขวด แรงดันอากาศและองศาของการยิงต้องเท่ากัน

ติดแพนหางเข้ากับตัวจรวดโดยใช้เทปกาว 2 หน้าอย่างหนาและอย่างดี เพราะจะติดกับขวด PET ได้แน่นกว่าเทปกาวราคาถูก

ได้ตัวจรวดตามต้องการ อาจจะมีการต่อตัวจรวดให้ยาวขึ้น หรือต่อชิ้นส่วนทำเป็นจรวด 2 ตอน ติดร่มชูชีพ หรือตกแต่งเพิ่มขึ้นเพื่อความสวยงาม

จรวดติดตั้งบนฐานยิง พร้อมทั้งจะทำการทดสอบ เพื่อหาข้อบกพร่อง เพื่อการปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไป

อย่างไรก็ดีการเล่นจรวดน้ำต้องคำนึงถึงความปลอดภัยให้มาก

จรวดขวด PET ถึงจะดูเหินๆ คล้ายของเล่น แต่เนื่องจากมันสามารถวิ่งไปด้วยความเร็วต้น ไม่น้อยกว่า 76 เมตรต่อวินาที (หรือ 170 ไมล์ต่อชั่วโมง) ดังนั้นในการเล่นจรวดขวด PET จึงมีข้อควรระวัง และจำเป็นต้องปฏิบัติตามดังนี้

1. เด็ก ๆ ที่อายุน้อย ควรเล่นภายใต้การควบคุมอย่างใกล้ชิดจากผู้ใหญ่
2. ไม่ควรปล่อยจรวดในทิศทางที่มีคน หรือกลุ่มคน
3. ไม่ควรเล่นจรวดในที่คับแคบ และใกล้เคียงกับอาคาร รถยนต์ หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่แตกหักเสียหายได้จากการพุ่งชนของจรวด
4. ไม่ควรเล่นจรวดใกล้สายไฟฟ้าแรงสูง หรือถนนที่มีรถยนต์วิ่งไปมา
5. ห้ามใช้วัสดุอื่นใดที่ไม่ใช่ขวดน้ำอัดลม (ขวด PET) อาทิเช่น ขวดแก้ว ขวดน้ำดื่มพลาสติกในการทำตัวจรวด
6. ห้ามปล่อยจรวดในที่ที่มีลมพัดแรง ทั้งนี้จะทำให้จรวดเปลี่ยนทิศทาง และก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ครอบครองได้
7. ควรมีอุปกรณ์สวมป้องกันศีรษะ และดวงตา ในการเล่นจรวดขวด PET
8. ไม่ยิงจรวดขวด PET ในบริเวณใกล้เคียงกับสนามบิน หรือที่ที่มีการขึ้นลงของเครื่องบินโดยสาร หรือเครื่องบินขนาดเล็ก
9. ก่อนสูบลมเข้าไปในขวด ให้ตรวจสอบระบบล็อกให้เรียบร้อยแน่นอน
10. ในขณะที่สูบลม อย่าให้มีคนขวางเส้นทางของจรวด เนื่องจาก จรวดอาจหลุดออกจากฐานได้ โดยไม่ตั้งใจ หมั่นตรวจสอบอุปกรณ์ของฐานยิง, อุปกรณ์สูบลม, และ ส่วนประกอบต่างๆ ของจรวดอย่างสม่ำเสมอ ของแต่ละชิ้น จะมีอายุการใช้งานต่างกัน และมีขีดจำกัดในการรับแรงต่างกัน เมื่อใช้ไปหลาย ๆ ครั้ง อาจเกิดการเสื่อมสภาพขึ้นได้ โดยเฉพาะตัวขวด PET เมื่อมีการยิงไปหลาย ๆ ครั้ง ทำให้มีรอยร้าวซึม รอยขีดข่วน หรือรอยแตกเล็ก ๆ ที่เกิดจากการกระทบพื้น เกิดจุดอ่อนซึ่งทำให้ความทนทานต่อแรงดันของขวดต่ำลง
11. ไม่ควรใช้แผ่นซีดี (CD-ROM) ทำแทนหางของจรวด หากขวด PET เกิดการระเบิด แผ่นซีดีนี้จะแตกกระจายทำอันตรายแก่ผู้ที่อยู่บริเวณนั้นได้
12. ระวังเมื่อมีการใช้แรงดันสูง ๆ ในการยิงจรวด
13. ใช้วิถึการณญานในการเล่นตลอดเวลา อย่าประมาท .