



รายงานการวิจัย

โปรแกรม QM 1.0

QM 1.0 Program

สำคัญ รัตนบุรี Samkhan Rattanaburi

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ.2552

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย จากงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ.2552 ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.นิคม ชูศิริ เป็นอย่างสูงที่ให้ คำปรึกษาในส่วนของเนื้อหาวิชาทฤษฎีควอนตัม และ ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัยและ ยืมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทำการวิจัย

ผู้วิจัย



โปรแกรม QM 1.0

สำคัญ รัตนบุรี

บทคัดย่อ

โปรแกรม QM 1.0 ได้พัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยศักยภาพของ Visual Basics 2008 เพื่อใช้คำนวณเกี่ยวกับวิชากลศาสตร์ควอนตัมโดยเฉพาะ มีเนื้อหาเกี่ยวกับการแผ่รังสีของวัตถุดำ ปราภฏการณ์ โฟโตอิเล็กทริก การกระเจิงของคอมป์ตัน การสังเคราะห์ฟูเรียร์และกลุ่มคลื่น ศักย์บ่อ จัตุรัส ศักย์บ่อคู่ การแกว่งกวัดฮาร์มอนิกเชิงเดี่ยว อนุภาคอิสระ ณ บันไดศักย์ และการฝ่าทะลุกำแพง

จากการศึกษาวิจัยได้พบว่าสามารถ คำนวณค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมือนกับโปรแกรม โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีราคาสูง Mathematica , Matlab เป็นต้น

คำสำคัญ: กลศาสตร์ควอนตัม, การแผ่รังสีของวัตถุดำ, ปราภฏการณ์ โฟโตอิเล็กทริก, การกระเจิงของคอมป์ตัน, การสังเคราะห์ฟูเรียร์และกลุ่มคลื่น, ศักย์บ่อจัตุรัส, บ่อคู่, การแกว่งกวัดฮาร์มอนิกเชิงเดี่ยว, อนุภาคอิสระ ณ บันไดศักย์ และ การฝ่าทะลุกำแพง

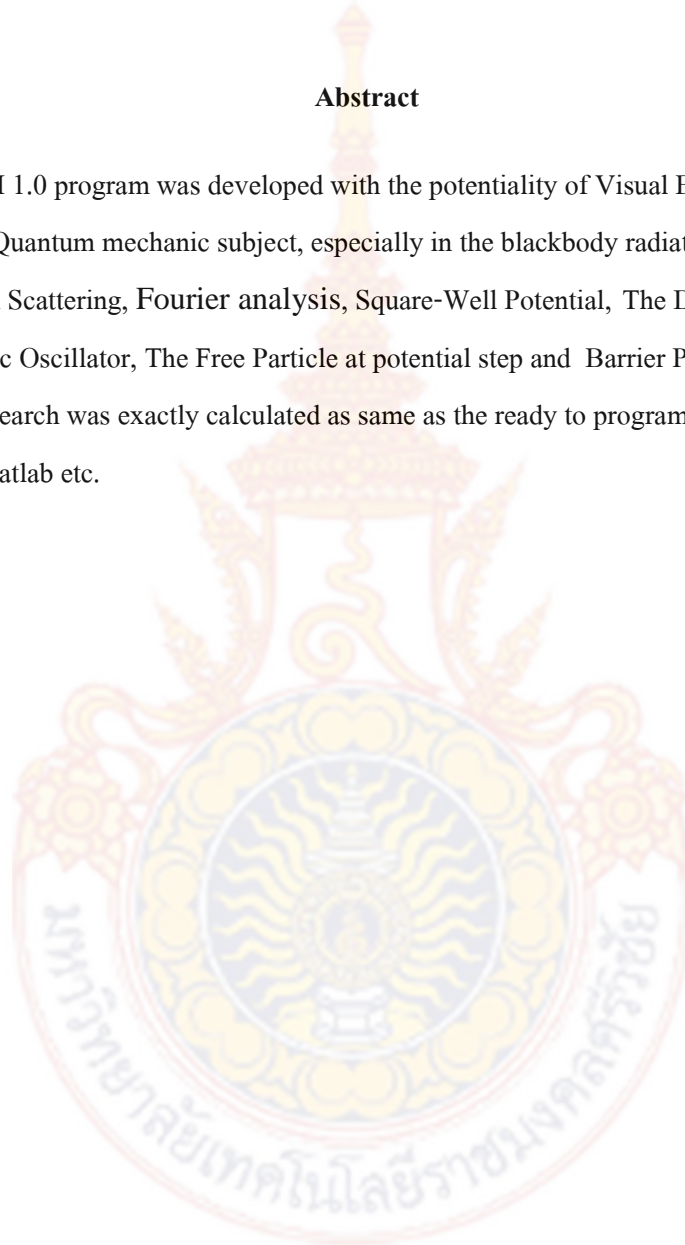
Program QM 1.0

Samkhan Rattanaburi

Abstract

The QM 1.0 program was developed with the potentiality of Visual Basics 2008 for calculate in the Quantum mechanic subject, especially in the blackbody radiation, Photoelectric Effect, Compton Scattering, Fourier analysis, Square-Well Potential, The Double Well , The Simple Harmonic Oscillator, The Free Particle at potential step and Barrier Penetration

This research was exactly calculated as same as the ready to program such as Mathematica, Matlab etc.



Keywords: Quantum Mechanic, Blackbody Radiation, The Photoelectric Effect, Compton Scattering ,Fourier analysis, Square-Well Potential, The Double Well , The Simple Harmonic Oscillator, The Free Particle , Barrier Penetration

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2.เนื้อเรื่อง(Main Body) และ ข้อวิจารณ์ (Discussion)	6
บทที่ 3.สรุป(Conclusion)	83
เอกสารอ้างอิง	84



สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 1 การแจกแจงสเปกตรัมของการแผ่รังสี	1
รูปที่ 2 แสดงมุมที่โฟตอนและอิเล็กตรอนนกระดอนไปในการกระเจิงคอมป์ตัน	2
รูปที่ 3 แสดงฟังก์ชัน $\psi(x)$ สำหรับ $b/a = 1/3$ รูป (a) แสดงผลบวกของเทอม จำนวน 10 เทอมของอนุกรมฟูเรียร์ (b) แสดงเทอมต่างๆแต่ละเทอมของอนุกรม	2
รูปที่ 4 แสดงผลเฉลยของสมการชเรอดิงเงอร์ที่ไม่ขึ้นต่อเวลาสำหรับพลังงานขนาด ต่างๆ ในสก็ร์บ่อจัตุรัส	3
รูปที่ 5 แสดงบ่อคู่แบบสมมาตรอันหนึ่ง พร้อมด้วยฟังก์ชันคลื่นที่สมนัยกับ พลังงานต่ำสุดของบ่อคู่นี้	3
รูปที่ 6 แสดงพฤติกรรมตามกลศาสตร์ยุคเก่าของกระแสนุภาคซึ่งกำลังตัดผ่านบัน ไดศกย์ หลังจากฝ่าทะลุผ่านบัน ได อนุภาคมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น และระยะห่าง ระหว่างอนุภาคเหล่านั้นมีค่าเพิ่มขึ้นในทิศทางที่เป็นปฏิภาคโดยตรงกับอัตราเร็ว ของมัน	4
รูปที่ 7 (a) แสดงกำแพงศักย์จัตุรัสที่มีความกว้าง a และสูง $V_0 = \hbar^2 / 2ma^2$ (b) แสดงความหนาแน่นของความน่าจะเป็น $ \psi ^2$ สำหรับอนุภาคที่ตกกระทบ กำแพงจากทางด้านซ้าย ด้วยพลังงาน $E = V_0/2$ ให้สังเกตว่า $ \psi ^2$ แกว่งไกวเมื่อ $x < -a$ ทว่าลดทอนลงในย่านกำแพงจนกระทั่งมันมีความชัน เป็นศูนย์ ณ ตำแหน่ง $x = 0$ และต่อมากลับกลายเป็น ค่าคงที่	4
รูปที่ 8 หน้าจอขณะเปิดโปรแกรมโปรแกรม QM 1.0	12
รูปที่ 9 หน้าจอกราฟการแผ่รังสีของวัตถุดำ	15
รูปที่ 10 หน้าจอกราฟปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	18
รูปที่ 11 หน้าจอการเกิดการกระเจิงคอมป์ตัน	30
รูปที่ 12 หน้าจอการวาดกราฟสังเคราะห์ฟูเรียร์	40, 41
รูปที่ 13 หน้าจอการวาดกราฟศักย์บ่อจัตุรัส	55, 56
รูปที่ 14 หน้าจอการวาดกราฟกราฟศักย์บ่อคู่	64
รูปที่ 15 หน้าจอการวาดกราฟการแกว่งกวัดฮาร์มอนิกเชิงเดี่ยว	72

รูปที่ 16 หน้าจอการวาดกราฟความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาคอิสระ ณ บันไดศักร์	75
รูปที่ 17 หน้าจอการวาดกราฟความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาคทะลุผ่านกำแพง และ สัมประสิทธิ์การทะลุผ่านกำแพง T	81, 82



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

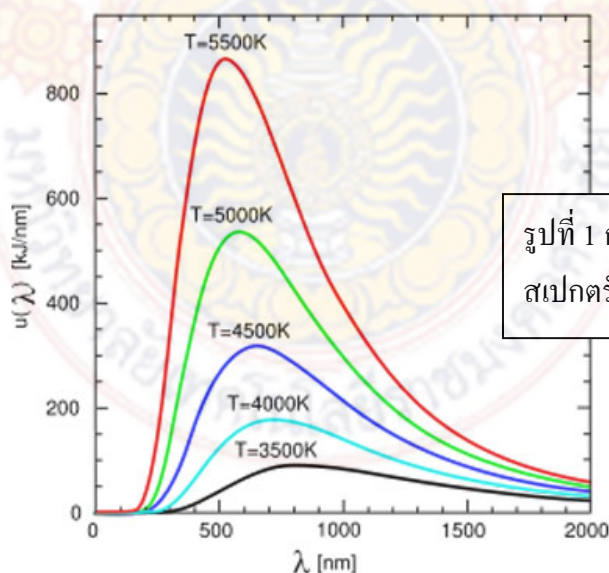
โปรแกรม QM 1.0 เป็นโปรแกรมสำหรับการคำนวณใน วิชากลศาสตร์ควอนตัม ซึ่งเป็นวิชาฟิสิกส์ขั้นสูงการใช้คณิตศาสตร์ เช่น แคลคูลัส เมตริก อย่างเดียวสำหรับวิชากลศาสตร์ควอนตัมไม่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจสมบูรณ์ได้เพราะการแก้สมการบางสมการต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วย เช่นโปรแกรมสำเร็จรูป Mathematica , Matlab เป็นต้น โปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมที่กว้างเกินไป ไม่เจาะจงจึงไม่สะดวกในการใช้งานอีกทั้ง เป็นองค์ความรู้ของต่างชาติ เป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ ดังนั้นเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับนักศึกษาของสาขาวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องเตรียมเครื่องมือสำหรับการสอนและเป็นการเพิ่มความชำนาญของอาจารย์เฉพาะทางเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้นักศึกษาในสาขาวิชาฟิสิกส์ต่อไป

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง(Literature review)

จะพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้กับกฎและทฤษฎีต่อไปนี้

1.2.1 การแผ่รังสีของวัตถุดำในหน่วยกำลังต่อพื้นที่

$$I(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda KT} - 1}$$

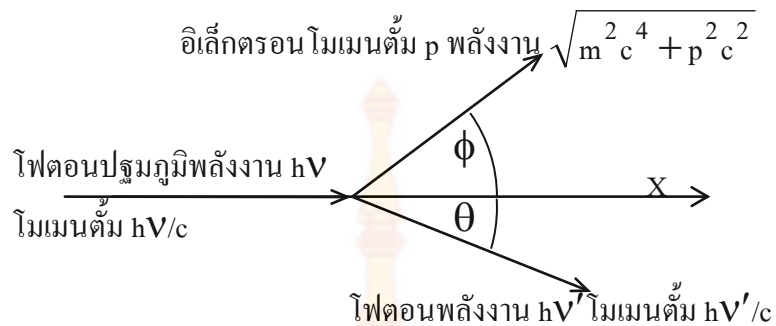


รูปที่ 1 การแจกแจงสเปกตรัมของการแผ่รังสี

1.2.2 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก(The Photoelectric Effect)

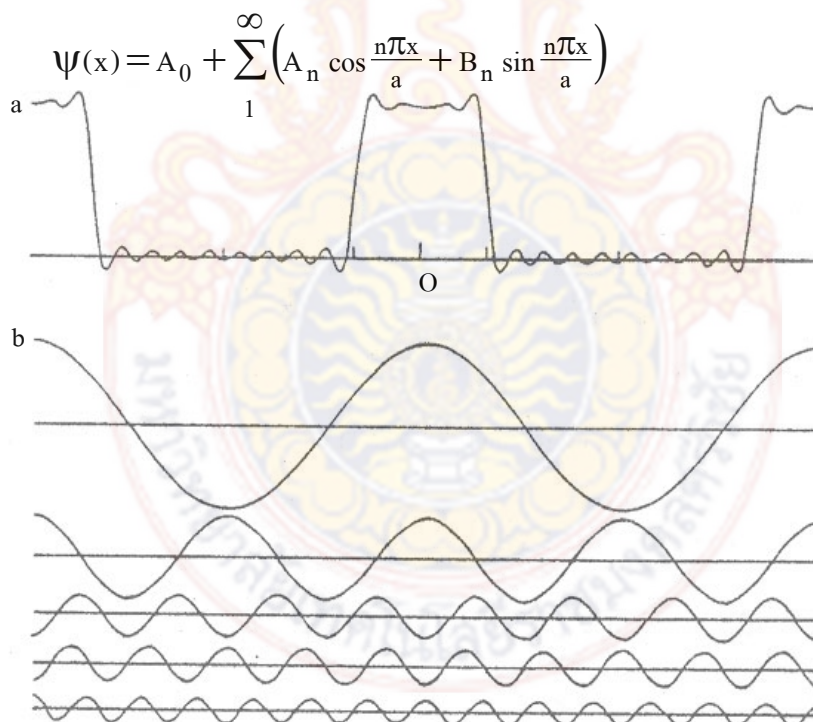
$$K_{\max} = h\nu - W$$

1.2.3 การกระเจิงคอมป์ตัน



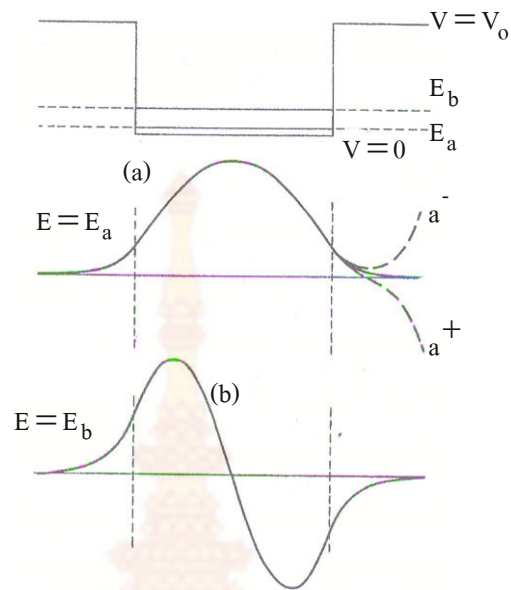
รูปที่ 2 แสดงมุมที่โฟตอนและอิเล็กตรอนกระดอนไปในการกระเจิงคอมป์ตัน

1.2.4 การสังเคราะห์ฟูรีเยร์ และกลุ่มคลื่น



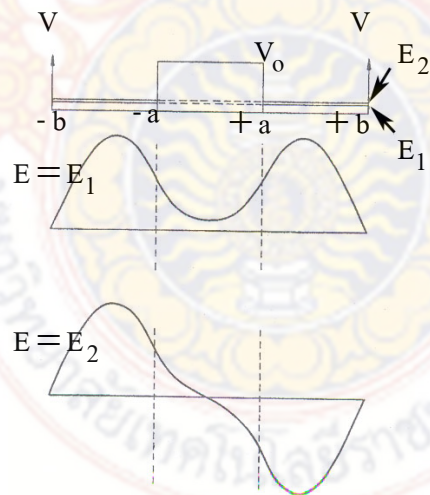
รูปที่ 3 แสดงฟังก์ชัน $\psi(x)$ สำหรับ $b/a = 1/3$ รูป (a) แสดงผลบวกของเทอมจำนวน 10 เทอมของอนุกรมฟูรีเยร์ (b) แสดงเทอมต่างๆแต่ละเทอมของอนุกรม

1.2.5 ศักย์บ่อจตุรัส



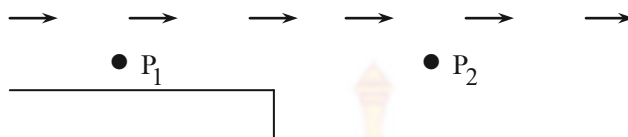
รูปที่ 4 แสดงผลเฉลยของสมการชเรอดิงเงอร์ที่ไม่ขึ้นต่อเวลาสำหรับพลังงานขนาดต่างๆ ในศักย์บ่อจตุรัส

1.2.6 บ่อคู่ (The Double Well)



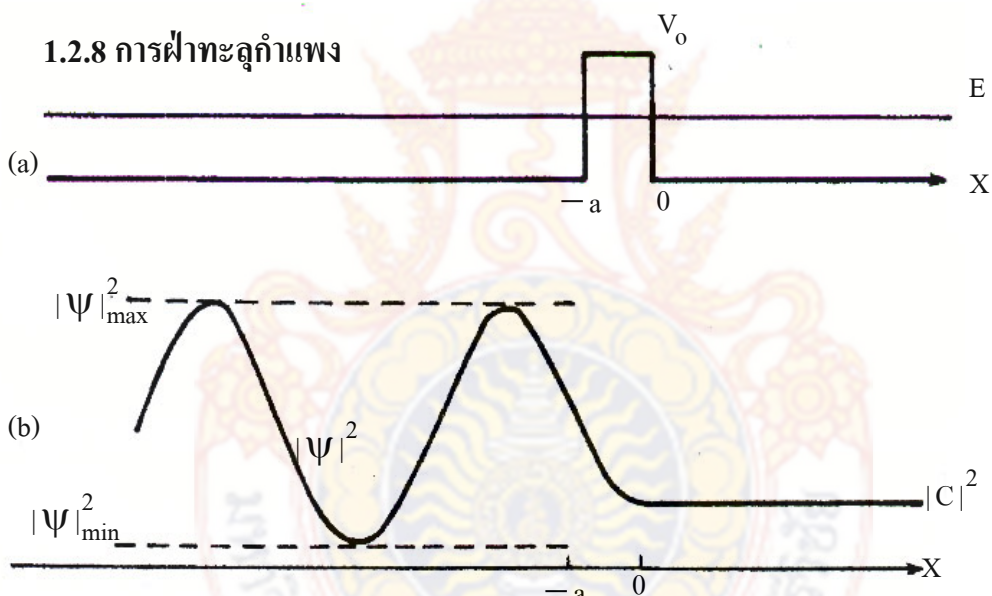
รูปที่ 5 แสดงบ่อคู่แบบสมมาตรอันหนึ่ง พร้อมด้วยฟังก์ชันคลื่นที่สมนัยกับพลังงานต่ำสุดของบ่อคู่นี้

1.2.7 อนุภาคอิสระ : คลื่นจร



รูปที่ 6 แสดงพฤติกรรมตามกลศาสตร์ยุคเก่าของกระแสนุภาคซึ่งกำลังตัดผ่านบันไดศักย์ หลังจากฝ่าทะลุผ่านบันได อนุภาคมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น และระยะห่างระหว่างอนุภาคเหล่านั้นมีค่าเพิ่มขึ้นในทิศทางที่เป็นปฏิภาคโดยตรงกับอัตราเร็วของมัน

1.2.8 การฝ่าทะลุกำแพง



รูปที่ 7 (a) แสดงกำแพงศักย์จัตุรัสที่มีความกว้าง a และสูง $V_0 = \hbar^2 / 2ma^2$ (b) แสดงความหนาแน่นของความน่าจะเป็น $|\psi|^2$ สำหรับอนุภาคที่ตกกระทบกำแพงจากทางด้านซ้ายด้วยพลังงาน $E = V_0 / 2$ ให้สังเกตว่า $|\psi|^2$ แกว่งไกวเมื่อ $x < -a$ ทว่าลดทอนลงในย่านกำแพง จนกระทั่งมันมีความชันเป็นศูนย์ ณ ตำแหน่ง $x = 0$ และต่อมากลับกลายเป็นค่าคงที่

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.3.1 นำโปรแกรมมาใช้ในวิชากลศาสตร์ควอนตัม

1.3.2 เพื่อสร้างโปรแกรมพัฒนาด้วยคนไทยลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

1.3.3 เป็นการลงทุนที่เดียวได้ผลระยะยาวและประหยัดต้นทุน

1.3.4 สร้างองค์ความรู้ด้วยคนไทยเอง

1.4 แนวความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ มีโปรแกรมที่ใช้คำนวณในวิชากลศาสตร์ควอนตัมซึ่งเป็น ฟิสิกส์ระดับสูงที่สร้างองค์ความรู้ขึ้นเองโดยคนไทยมีความคุ้มค่าในระยะยาว หน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ นักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์และสาขาที่เกี่ยวข้องในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ



บทที่ 2

เนื้อเรื่อง(Main Body) และข้อวิจารณ์(Discussion)

2.1 วิธีดำเนินการวิจัย

2.1.1 ประกาศตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้โปรแกรมย่อยเรียกใช้ตามความต้องการของแต่ละโปรแกรมย่อย ดังนี้

Dim QMGrp As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟวัตถุดำ

Dim bmp As System.Drawing.Bitmap 'วัตถุดำ

Dim QMGrpPT As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟไฟฟ้โตอิลี้กตริก

Dim bmpPT As System.Drawing.Bitmap 'ไฟฟ้โตอิลี้กตริก

Dim QMGrpCopTon As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟคอบตัน

Dim bmpCopTon As System.Drawing.Bitmap 'คอบตัน

Dim QMGrpFurea As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟฟูเรีย

Dim bmpFurea As System.Drawing.Bitmap 'ฟูเรีย

Dim QMGrpSqw As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟศ้กย้บ่จตุรัส

Dim bmpSqw As System.Drawing.Bitmap 'ศ้กย้บ่จตุรัส

Dim QMGrpDW As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟศ้กย้บ่คู้

Dim bmpDW As System.Drawing.Bitmap 'ศ้กย้บ่คู้

Dim QMGrpSHM As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟSHM

Dim bmpSHM As System.Drawing.Bitmap 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟSHM

Dim BlackPen As New Pen(Color.Black, 1) 'สร้จงปากกาสีดำ

Dim ColorPen As New Pen(Color.Blue, 1) 'สร้จงปากกาสี

Dim ColorPen1 As New Pen(Color.Red, 1) 'สร้จงปากกาสี

Dim QmFont As Font 'สร้จงfont

Dim QmSymFont As Font 'สร้จงfont

Dim FreFont As Font 'สร้จงfont

Dim QMGrpFreeP As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟอนุภาคอสิสระ

ณ บันไดศ้กย้

Dim bmpFreeP As System.Drawing.Bitmap 'อนุภาคอสิสระ ณ บันไดศ้กย้

Dim QMGrpBarrier As System.Drawing.Graphics 'ประกาศตัวแปรเพื่อวาดกราฟการทะลุผ่าน
กำแพง

Dim bmpBarrier As System.Drawing.Bitmap 'อนุภาคอิสระ การทะลุผ่านกำแพง

Dim GrapColor As New Color

Dim GrapBrush As Brush = Brushes.Blue

'Dim Fnt As New Font

Const h = $6.626176 * 10^{-34}$ กำหนดค่าคงที่ของพลังค์

Const k = $1.380662 * 10^{-23}$ กำหนดค่าคงที่ของโบลต์มันน์

Const c = $2.99792458 * 10^8$ กำหนดค่าความเร็วแสง

Const Pi = Math.PI กำหนดค่า π

Const em = $9.109534 * 10^{-31}$ กำหนดค่ามวลอิเล็กตรอน

Dim Ee#

Dim Lamda# 'การแผ่รังสีของวัตถุดำ

Dim LamdaNex# 'การแผ่รังสีของวัตถุดำถัดไป

Dim Lamdadet# 'ความยาวคลื่นกระเจิง

Dim T% 'ค่าเลขธรรมชาติ

Dim V% 'ความเร็ว

Dim Zeta# 'มุมที่รังสีกระเจิงเนยนี้ทำกับแกน X

Dim Beta# 'มุมที่อิเล็กตรอนทำกับแกน x

Dim StFu# 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันได

Dim StFuNex# 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันไดถัดไป

Dim iStFu% 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันได

Dim iStFuNex% 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันไดถัดไป

Dim StFuC# 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันได

Dim StFuNexC# 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันไดถัดไป

Dim iStFuC% 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันได

Dim iStFuNexC% 'ตัวแปรเขียนกราฟฟูเรียของหังก์ซันขึ้นบันไดถัดไป

Dim n% 'จำนวนเทอมของฟังก์ชันย่อยฟูเรีย

Dim SqwFuC# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักย์บ่อจตุรัส

Dim SqwFuCNex# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักย์บ่อจตุรัสถัดไป

Dim LSqwFuC# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งจตุรัสของ เส้นตรง ka เพื่อใช้คำนวณพลังงาน
 Dim LSqwFuCNex# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งจตุรัสถัดไป ของเส้นตรง ka เพื่อใช้คำนวณ
 พลังงาน

Dim iSqwFuC% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งจตุรัส
 Dim iSqwFuCNex% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งจตุรัสถัดไป
 Dim iDSqwFuC% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งจตุรัส
 Dim iDSqwFuCNex% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งจตุรัสถัดไป
 Dim Vo# 'ตัวแปรศักร์บ่งจตุรัส
 Dim a# 'ตัวแปรความกว้างศักร์บ่งจตุรัส
 Dim Bata# 'ตัวเบต้าบ่งจตุรัส
 Dim offon As Boolean

Dim DWAmplitude# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ Amplitude
 Dim DWFuC# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ $\cot k(b-a)$
 Dim DWFuCNex# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ถัดไป $\cot k(b-a)$
 Dim iDWFuC% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ $\cot k(b-a)$
 Dim iDWFuCNex% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ถัดไป $\cot k(b-a)$
 Dim DWFuCh# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ \tanh
 Dim DWFuCNexh# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ถัดไป \tanh
 Dim iDWFuCh% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ \tanh
 Dim iDWFuCNexh% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ถัดไป \tanh
 Dim DWFuCcot# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ \coth
 Dim DWFuCNexcot# 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ถัดไป \coth
 Dim iDWFuCcot% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ \coth
 Dim iDWFuCNexcot% 'ตัวแปรเขียนกราฟศักร์บ่งอู่ถัดไป \coth
 Dim DWVo# 'ตัวแปรศักร์บ่งอู่
 Dim iDWVo% 'ตัวแปรศักร์บ่งอู่
 Dim FreFuc#, FreFucNex# 'ตัวแปรอนุภาคอิสระ ณ บันไดศักร์
 Dim iFreFuc%, iFreFucNex% 'ตัวแปรอนุภาคอิสระ ณ บันไดศักร์

 Dim BarFuc#, BarFucNex# 'ตัวแปรอนุภาคอิสระ ณ บันไดศักร์
 Dim iBarFuc%, iBarFucNex% 'ตัวแปรอนุภาคอิสระ ณ บันไดศักร์

Dim bkDW# 'ตัวแปรเขียนกราฟสัคย์บ่อคู่รากที่สองของเบต้ากำลังสองลบเคกำลังสอง

Dim DWa# 'ตัวแปรความกว้างเนินบ่อคู่

Dim iDWa% 'ตัวแปรความกว้างเนินบ่อคู่

Dim DWb# 'ตัวแปรความกว้างสัคย์บ่อคู่

Dim DWba# 'ตัวแปรความกว้างจากขอบบ่อถึงเนินสัคย์บ่อคู่

Dim iDWba% 'ตัวแปรความกว้างจากขอบบ่อถึงเนินสัคย์บ่อคู่

Dim kW# 'ตัวแปร k บ่อคู่

Dim DWBata# 'ตัวเบต้าบ่อคู่

Dim DWalfa# 'ตัวเบต้าบ่อคู่

Dim DWoffon As Boolean

'ตัวแปรตัวแกว่งกวัดฮาร์มอนิกเชิงเดี่ยว

Dim FreQShm#, AShm#, BShm#, kShm#, EoShm#, EnShm#

Dim ShmX# 'ตัวแปรทั่วไป

Dim ShmY#

Dim ShmZ#

Dim EnShmTex As String

Dim EnShmSelect# 'จำค่าพลังงานที่คลิกเลือก

Dim kSqW#

Dim Alfa#

Dim Amp#

Dim nPo#

Dim EnTex As String 'ระดับพลังงานที่เป็นเท็ก

Dim EnT# 'ระดับพลังงานที่เป็นตัวเลข

'ตัวแปรอนุภาคอิสระ ณ บันไดศกย์

Dim FreVo%, FreE%, FreC%, Ka#, Kb#, FreA#, FreB#

'การทะลุผ่านกำแพง

Dim BarrierVo%, BarrierE%, BarrierA#, GBar#, KBar#, AlfaBar#, PBar#, QBar#, BarAA#

Dim BarD#, BarE#, BarF#, BarG#, BarR#, TexBa#

Dim TexBar As String

Dim x% 'ตัวแปรทั่วไป

Dim y% 'ตัวแปรทั่วไป

Dim y1% 'ตัวแปรทั่วไป

Dim z% 'ตัวแปรทั่วไป

Dim Ix# 'ค่าเริ่มต้นในการเขียนกราฟcot

Dim Amplitud%

2.1.2 การโหลดค่าต่าง ๆ ขึ้นมาขณะเปิดโปรแกรม

Private Sub FrmQM_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)

Handles MyBase.Load

Ee = Math.E '2.718281828459

Zeta = 30 * Pi / 180

Beta = 75 * Pi / 180

QmFont = New Font("Angsana New", 16, FontStyle.Italic)

QmSymFont = New Font("Symbol", 16, FontStyle.Italic)

bmp = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,

System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)

bmp.MakeTransparent()

QMGrap = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmp)

bmpPT = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,

System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)

bmpPT.MakeTransparent()

QMGrapPT = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpPT)

```
    bmpCopTon = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,  
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)  
    bmpCopTon.MakeTransparent()  
    QMGrapCopTon = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpCopTon)  
    bmpFurea = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,  
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)  
    bmpFurea.MakeTransparent()  
    QMGrapFurea = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpFurea)  
  
    bmpSqw = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,  
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)  
    bmpSqw.MakeTransparent()  
    QMGrapSqw = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpSqw)  
  
    bmpSHM = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,  
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)  
    bmpSHM.MakeTransparent()  
    QMGrapSHM = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpSHM)  
    Call XYShm()  
  
    LabelQM.Text = ""  
    n = Int(CmbFuTerm.Text)  
    PanelLogo.BringToFront()  
    PanelLogo.Refresh()  
End Sub
```

หลังจากโหลดโปรแกรมหน้าจะแสดงผลดังรูป



2.1.3 โปรแกรมวาดกราฟการแผ่รังสีของวัดมูลค่า การเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Private Sub GrapPlack() ‘โปรแกรมย่อยวาดกราฟวัดมูลค่าของพลังค์

Dim IPlack%

Dim IPlackNex%

If CmbGrap.Text = 3500 Then

 GrapColor = Color.DimGray

ElseIf CmbGrap.Text = 3750 Then

 GrapColor = Color.Aqua

ElseIf CmbGrap.Text = 4000 Then

 GrapColor = Color.Orange

ElseIf CmbGrap.Text = 4250 Then

 GrapColor = Color.Yellow

ElseIf CmbGrap.Text = 4500 Then

 GrapColor = Color.Blue

ElseIf CmbGrap.Text = 4750 Then

 GrapColor = Color.Brown

ElseIf CmbGrap.Text = 5000 Then

 GrapColor = Color.BurlyWood

```

ElseIf CmbGrap.Text = 5250 Then
    GrapColor = Color.Red
ElseIf CmbGrap.Text = 5500 Then
    GrapColor = Color.BlueViolet
ElseIf CmbGrap.Text = 5750 Then
    GrapColor = Color.YellowGreen
Else
    GrapColor = Color.Black
End If
Dim GrapPen As New Pen(GrapColor, 2)
GrapPen.LineJoin = Drawing2D.LineJoin.Round
T = CmbGrap.Text
For x = 10 To 500
    Lamda = x * 4 * 10 ^ -9 '10-9คือ นาโนเมตร
    LamdaNex = (x + 1) * 4 * 10 ^ -9
    IPLack = (4 * Pi * h * c * 0.001 / Lamda ^ 5) / ((Ee ^ (h * c / (Lamda * k * T))) - 1)
    IPLackNex = (4 * Pi * h * c * 0.001 / LamdaNex ^ 5) / ((Ee ^ (h * c / (LamdaNex * k * T))) - 1)
    QMGrap.DrawLine(GrapPen, 100 + x, 550 - IPLack, 101 + x, 550 - IPLackNex)

Next
' QMGrap.Save()
Me.PictureBox1.Image = bmp
End Sub

Private Sub LineXY() 'เขียนกราฟ แกนX,Y ของวัตต์คู่ค่า

For x = 1 To 10
    QMGrap.DrawLine(BlackPen, 100 + 50 * x, 545, 100 + 50 * x, 555)
    QMGrap.DrawLine(BlackPen, 95, 550 - 50 * x, 105, 550 - 50 * x)
    QMGrap.DrawString(Str(2 * x) & "00", Me.Font, GrapBrush, 80 + 50 * x, 560)
    QMGrap.DrawString(Str(x) & "00", Me.Font, GrapBrush, 50, 535 - 50 * x)
Next x

BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

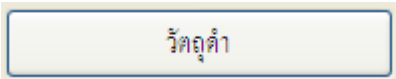
```

```

QMGrp.DrawLine(BlackPen, 50, 550, 650, 550)
QMGrp.DrawLine(BlackPen, 100, 600, 100, 0)
QMGrp.DrawString("ความยาวคลื่น(nm)", Me.Font, GrapBrush, 300, 580)
BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat
Me.PictureBox1.Image = bmp

```

End Sub

เมื่อคลิก  จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub BtBlack_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
```

Handles BtBlack.Click

```

PanelLogo.Visible = False
PanelBK.Visible = True
PanelBK.BringToFront()
PanelPT.Visible = False
Panelcopton.Visible = False
PanelFurai.Visible = False
PanelSqWell.Visible = False
PanelDW.Visible = False
PanelSHM.Visible = False
PanelFreeP.Visible = False
PanelBarrier.Visible = False
Call LineXY()
LabelQM.Text = "วัดฤๅษี"

```

End Sub

เมื่อคลิก  จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้มาใช้

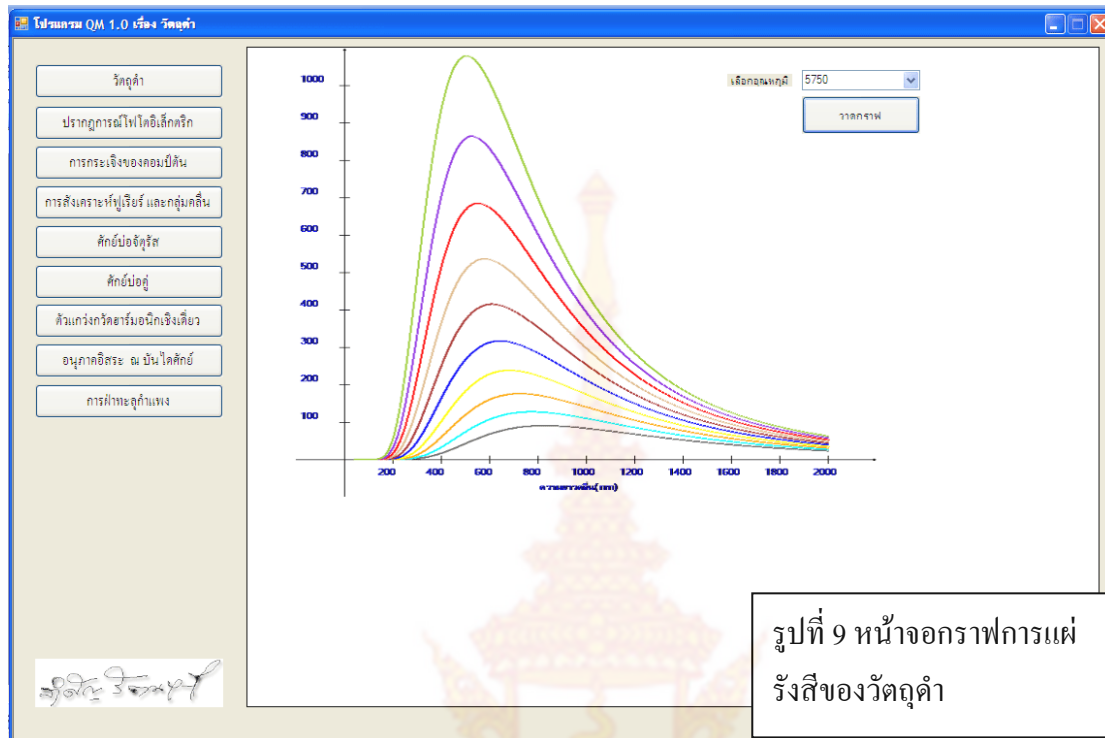
```
Private Sub btGrapPlack_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
```

tGrapPlack.Click

```
Call GrapPlack()
```

End Sub

ในที่สุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟการแผ่รังสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ดังรูป



2.1.4 โปรแกรมวาดกราฟปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก การเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Private Sub LineXYPT() ‘ วาดกราฟแกน XY ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

For x = 0 To 10

QMGrpPT.DrawLine(BlackPen, 100 + 50 * x, 295, 100 + 50 * x, 305)

QMGrpPT.DrawLine(BlackPen, 95, 550 - 50 * x, 105, 550 - 50 * x)

QMGrpPT.DrawString(Str(2 * x), Me.Font, GrapBrush, 80 + 50 * x, 305)

QMGrpPT.DrawString(Str(x - 5), Me.Font, GrapBrush, 80, 555 - 50 * x)

Next x

BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

QMGrpPT.DrawLine(BlackPen, 50, 300, 650, 300)

QMGrpPT.DrawLine(BlackPen, 100, 600, 100, 0)

QMGrpPT.DrawString("ความถี่", Me.Font, GrapBrush, 610, 305)

QMGrpPT.DrawString("14", Me.Font, GrapBrush, 628, 318)

QMGrpPT.DrawString("X10", Me.Font, GrapBrush, 610, 325)

QMGrpPT.DrawString("Hz", Me.Font, GrapBrush, 640, 325)

QMGrpPT.DrawString("พลังงานจลน์(ev)", Me.Font, GrapBrush, 110, 10)

BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat


```
Me.PictureBox2.Image = bmpPT
```

```
End Sub
```

```
Private Sub GrpPT() ‘ วาดกราฟปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก
```

```
Dim WF#
```

```
Dim IPT%
```

```
Dim IPTNex%
```

```
If CmbPT.Text = "Cesium Work Function 2.10eV" Then
```

```
GrpColor = Color.DimGray
```

```
WF = 2.1
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Sodium Work Function 2.28eV" Then
```

```
GrpColor = Color.Aqua
```

```
WF = 2.28
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Potassium Work Function 2.30eV" Then
```

```
GrpColor = Color.Orange
```

```
WF = 2.3
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Calcium Work Function 2.90eV" Then
```

```
GrpColor = Color.Yellow
```

```
WF = 2.9
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Uranium Work Function 3.60eV" Then
```

```
GrpColor = Color.Blue
```

```
WF = 3.6
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Magnesium Work Function 3.68eV" Then
```

```
GrpColor = Color.Brown
```

```
WF = 3.68
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Aluminum Work Function 4.08eV" Then
```

```
GrpColor = Color.Red
```

```
WF = 4.0
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Lead Work Function 4.14eV" Then
```

```
GrpColor = Color.BlueViolet
```

```
WF = 4.14
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Zinc Work Function 4.30eV" Then
```

```
GrpColor = Color.YellowGreen
```

```
WF = 4.3
```

```
ElseIf CmbPT.Text = "Iron Work Function 4.50eV" Then
```

```

GrapColor = Color.Bisque
WF = 4.5
ElseIf CmbPT.Text = "Copper   Work Function 4.70eV" Then
    GrapColor = Color.DarkKhaki
    WF = 4.7
ElseIf CmbPT.Text = "Beryllium   Work Function 5.00eV" Then
    GrapColor = Color.DeepSkyBlue
    WF = 5.0

End If
Dim GrapPenPT As New Pen(GrapColor, 1)
GrapPenPT.LineJoin = Drawing2D.LineJoin.Round
For x = 0 To 10
    IPT = (x * 0.8272 - WF) * 50 'ความถี่ 10 ยกกำลัง 14 เฮิร์ต
    IPTNex = ((x + 1) * 0.8272 - WF) * 50
    QMGrpPT.DrawLine(GrapPenPT, 100 + 50 * x, 300 - IPT, 150 + 50 * x, 300 - IPTNex)
Next x
Me.PictureBox2.Image = bmpPT

End Sub

```

เมื่อคลิกที่

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

```

Private Sub BtPhoto_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtPhoto.Click
    PanelLogo.Visible = False
    PanelBK.Visible = False
    PanelPT.Visible = True
    PanelPT.BringToFront()
    Panelcopton.Visible = False
    PanelFurai.Visible = False
    PanelSqWell.Visible = False
    PanelDW.Visible = False
    PanelSHM.Visible = False
    PanelFreeP.Visible = False
    PanelBarrier.Visible = False

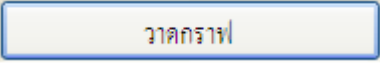
```

Call LineXYPT()

Me.PictureBox2.Image = bmpPT

LabelQM.Text = "ปรากฏการณ์ โฟโตอิเล็กตริก"

End Sub

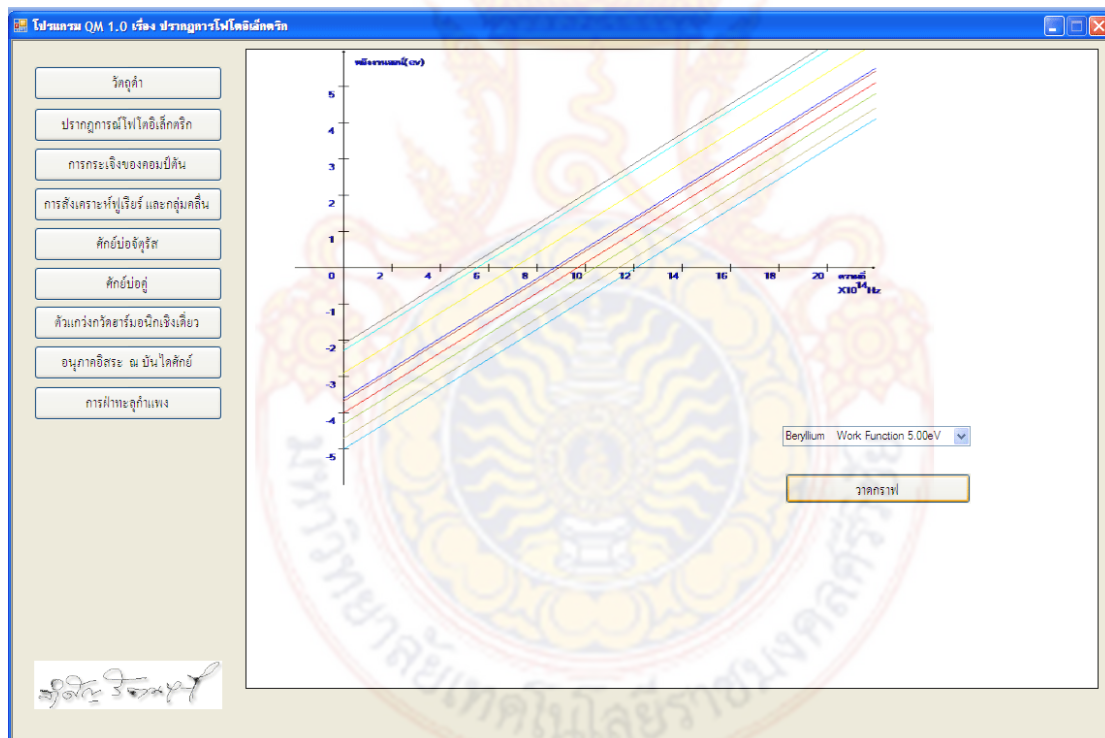
เมื่อคลิกที่  จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

```
Private Sub BtnPTGrp_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
  BtnPTGrp.Click
```

Call GrpPT()

End Sub

ในที่สุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกได้ดังรูป



รูปที่ 10 หน้าจอกราฟ
ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

2.1.5 แบบจำลองการกระเจิงคอมป์ตันการเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

```

Private Sub LineXYCopTon() 'โปรแกรมย่อยวาดแกน XY ปราบกฎการคอมป์ตัน
    GrapColor = Color.AliceBlue
    BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor
    QMGrapCopTon.DrawLine(BlackPen, 50, 300, 700, 300) 'แกน x
    QMGrapCopTon.DrawLine(BlackPen, 350, 600, 350, 50) 'แกน y
    BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat
    Me.PictureBox3.Image = bmpCopTon

End Sub

Private Sub LDchange() 'โปรแกรมย่อยกำหนดค่าความยาวคลื่นตกกระทบปรากฏการคอมป์ตัน
    If CmbDeGe.Text = "30" Then
        Zeta = 30 * Pi / 180
        If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
            LblLamdet.Text = "10.0003 nm"
            LblBeta.Text = "75"
            Beta = 75 * Pi / 180
        ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then
            LblLamdet.Text = "1.00034 nm"
            LblBeta.Text = "75"
            Beta = 75 * Pi / 180
        ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
            LblLamdet.Text = "0.10034 nm"
            LblBeta.Text = "75"
            Beta = 75 * Pi / 180
        ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
            LblLamdet.Text = "0.01034 nm"
            LblBeta.Text = "71"
            Beta = 71 * Pi / 180
        ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
            LblLamdet.Text = "1.34 pm"
            LblBeta.Text = "47"
            Beta = 47 * Pi / 180
        ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then

```

```

LblLamdet.Text = "0.84 pm"
LblBeta.Text = "32"
Beta = 32 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "0.44 pm"
    LblBeta.Text = "8.1"
    Beta = 8.1 * Pi / 180
End If
ElseIf CmbDeGe.Text = "45" Then
    Zeta = 45 * Pi / 180
    If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
        LblLamdet.Text = "10.0007 nm"
        LblBeta.Text = "67"
        Beta = 67 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "1.00074 nm"
        LblBeta.Text = "67"
        Beta = 67 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.10074 nm"
        LblBeta.Text = "67"
        Beta = 67 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.01074 nm"
        LblBeta.Text = "63"
        Beta = 63 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
        LblLamdet.Text = "1.74 pm"
        LblBeta.Text = "34"
        Beta = 34 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then
        LblLamdet.Text = "1.24 pm"
        LblBeta.Text = "22"
        Beta = 22 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
        LblLamdet.Text = "0.84 pm"

```

```

    LblBeta.Text = "5.3"
    Beta = 5.3 * Pi / 180
End If
ElseIf CmbDeGe.Text = "60" Then
    Zeta = 60 * Pi / 180
    If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
        LblLamdet.Text = "10.0013 nm"
        LblBeta.Text = "60"
        Beta = 60 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "1.00126 nm"
        LblBeta.Text = "60"
        Beta = 60 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.10126 nm"
        LblBeta.Text = "59"
        Beta = 59 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.01126 nm"
        LblBeta.Text = "54"
        Beta = 54 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
        LblLamdet.Text = "2.66 pm"
        LblBeta.Text = "26"
        Beta = 26 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then
        LblLamdet.Text = "1.76 pm"
        LblBeta.Text = "16"
        Beta = 16 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
        LblLamdet.Text = "1.36 pm"
        LblBeta.Text = "3.8"
        Beta = 3.8 * Pi / 180
    End If
ElseIf CmbDeGe.Text = "90" Then
    Zeta = 90 * Pi / 180

```



```

If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
    LblLamdet.Text = "10.0025 nm"
    LblBeta.Text = "45"
    Beta = 45 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then
    LblLamdet.Text = "1.00253 nm"
    LblBeta.Text = "45"
    Beta = 45 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
    LblLamdet.Text = "0.10253 nm"
    LblBeta.Text = "44"
    Beta = 44 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
    LblLamdet.Text = "0.01253 nm"
    LblBeta.Text = "39"
    Beta = 39 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "3.53 pm"
    LblBeta.Text = "16"
    Beta = 16 * Pi / 180
ElseIf CmbDeGe.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then
    LblLamdet.Text = "3.03 pm"
    LblBeta.Text = "9.4"
    Beta = 9.4 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "2.63 pm"
    LblBeta.Text = "2.2"
    Beta = 2.2 * Pi / 180
End If
ElseIf CmbDeGe.Text = "120" Then
    Zeta = 120 * Pi / 180
If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
    LblLamdet.Text = "10.0038 nm"
    LblBeta.Text = "30"
    Beta = 30 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then

```



```

LblLamdet.Text = "1.00379 nm"
LblBeta.Text = "30"
Beta = 30 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
    LblLamdet.Text = "0.10379 nm"
    LblBeta.Text = "29"
    Beta = 29 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
    LblLamdet.Text = "0.01379 nm"
    LblBeta.Text = "25"
    Beta = 25 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "4.79 pm"
    LblBeta.Text = "9.3"
    Beta = 9.3 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then
    LblLamdet.Text = "4.29 pm"
    LblBeta.Text = "5.4"
    Beta = 5.4 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "3.89 pm"
    LblBeta.Text = "1.3"
    Beta = 1.3 * Pi / 180
End If
ElseIf CmbDeGe.Text = "135" Then
    Zeta = 135 * Pi / 180
If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
    LblLamdet.Text = "10.0043 nm"
    LblBeta.Text = "22"
    Beta = 22 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then
    LblLamdet.Text = "1.00431 nm"
    LblBeta.Text = "22"
    Beta = 22 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
    LblLamdet.Text = "0.10431 nm"

```

```

LblBeta.Text = "22"
Beta = 22 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
    LblLamdet.Text = "0.01431 nm"
    LblBeta.Text = "18"
    Beta = 28 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "5.31 pm"
    LblBeta.Text = "6.7"
    Beta = 6.7 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then
    LblLamdet.Text = "4.81 pm"
    LblBeta.Text = "3.9"
    Beta = 3.9 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "1.41 pm"
    LblBeta.Text = "0.9"
    Beta = 0.9 * Pi / 180
End If
ElseIf CmbDeGe.Text = "150" Then
    Zeta = 150 * Pi / 180
    If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
        LblLamdet.Text = "10.0047 nm"
        LblBeta.Text = "15"
        Beta = 15 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "1.00471 nm"
        LblBeta.Text = "15"
        Beta = 15 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.10471 nm"
        LblBeta.Text = "15"
        Beta = 15 * Pi / 180
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.01471 nm"
        LblBeta.Text = "12"

```

```

Beta = 12 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "5.71 pm"
    LblBeta.Text = "4.3"
    Beta = 4.3 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then
    LblLamdet.Text = "5.21 pm"
    LblBeta.Text = "2.5"
    Beta = 2.5 * Pi / 180
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "4.81 pm"
    LblBeta.Text = "0.6"
    Beta = 0.6 * Pi / 180
End If
ElseIf CmbDeGe.Text = "180" Then
    Zeta = Pi
    If CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 10 nm" Then
        LblLamdet.Text = "10.0051 nm"
        LblBeta.Text = "0"
        Beta = 0
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "1.00505 nm"
        LblBeta.Text = "0"
        Beta = 0
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.1 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.10505 nm"
        LblBeta.Text = "0"
        Beta = 0
    ElseIf CmbXray.Text = "X-ray ความยาวคลื่น 0.01 nm" Then
        LblLamdet.Text = "0.01505 nm"
        LblBeta.Text = "0"
        Beta = 0
    ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 1 pm" Then
        LblLamdet.Text = "6.05 pm"
        LblBeta.Text = "0"
        Beta = 0

```

```

ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.5 pm" Then
    LblLamdet.Text = "5.55 pm"
    LblBeta.Text = "0"
    Beta = 0
ElseIf CmbXray.Text = "Gamma-ray ความยาวคลื่น 0.1 pm" Then
    LblLamdet.Text = "5.15 pm"
    LblBeta.Text = "0"
    Beta = 0
End If
End If
End Sub

Private Sub GrpCopTon() 'โปรแกรมย่อยจำลอง ปรากฏการณ์คอมป์ตันขณะ โฟตอนวิ่งเข้าชนอิเล็กตรอน

    Dim ICopTon#
    Dim ICopTonNex#
    Dim ICop%
    Dim ICopNex%
    Dim GrapCopTon As New Pen(Color.Blue, 1)
    GrpCopTon.LineJoin = Drawing2D.LineJoin.Round

    For x = -20 To 20
        ICopTon = (Ee ^ (-(x / 10) ^ 2)) * Math.Sin(2 * Pi * x / 10)
        ICopTonNex = (Ee ^ (-(x + 1) / 10) ^ 2)) * Math.Sin(2 * Pi * (x + 1) / 10)
        ICop = 20 * ICopTon
        ICopNex = 20 * ICopTonNex
        QMGrpCopTon.DrawLine(GrapCopTon, 70 + V + x, 300 - ICop, 71 + V + x, 300 - ICopNex)

    Next x

    ' QMGrp.Save()
    QMGrpCopTon.DrawEllipse(GrapCopTon, 340, 290, 20, 20)
    QMGrpCopTon.DrawString("e", Me.Font, GrapBrush, 345, 295)

    Me.PictureBox3.Image = bmpCopTon
End Sub

```

Private Sub GrpCopTonDet() ‘โปรแกรมย่อยจำลอง ปรากฏการณ์คอมป์ตันหลังจากโฟตอนวิ่งเข้าชน อิเล็กตรอนทำให้อิเล็กตรอนกระเด็น ทำมุม β กับแกน X และโฟตอนทำมุม θ กับแกน X

```

Dim ICopTonDet# 'คลื่นบนแกนx
Dim ICopTonNexDet#
Dim ICopDet% 'คลื่นบนแกนxจำนวนเต็ม
Dim ICopNexDet%
Dim IXCopDet% 'แกนx detจำนวนเต็ม
Dim IXCopNexDet%
Dim GrapCopTon As New Pen(Color.Red, 1)
GrapCopTon.LineJoin = Drawing2D.LineJoin.Round
GrapCopTon.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat
For x = -30 To 30
    ICopTonDet = (Ee ^ (-(x / 15) ^ 2)) * Math.Sin(2 * Pi * x / 15) 'ค่าบนแกนyได้ค
    ICopTonNexDet = (Ee ^ (-(x + 1) / 15) ^ 2)) * Math.Sin(2 * Pi * (x + 1) / 15)
    ICopDet = (V - 260 + x) * Math.Sin(Zeta) + 20 * ICopTonDet * Math.Cos(Zeta) 'ค่าบนแกนy
y=x'sin0+y'cos0
    ICopNexDet = (V - 259 + x) * Math.Sin(Zeta) + 20 * ICopTonNexDet * Math.Cos(Zeta)
    IXCopDet = (V - 260 + x) * Math.Cos(Zeta) - 20 * ICopTonDet * Math.Sin(Zeta) 'ค่าบนแกนx
x=x'cos0-y'sin0
    IXCopNexDet = (V - 259 + x) * Math.Cos(Zeta) - 20 * ICopTonNexDet * Math.Sin(Zeta)
    QMGrpCopTon.DrawLine(GrapCopTon, 350 + IXCopDet, 300 - ICopDet, 350 + IXCopNexDet, 300 -
ICopNexDet)
Next x
Dim ICopDetVx%
Dim ICopDetVy%
ICopDetVx = (V - 260) * Math.Cos(Zeta)
ICopDetVy = (V - 260) * Math.Sin(Zeta)
Dim GrapCopTonE As New Pen(Color.Blue, 1)

GrapCopTonE.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor
QMGrpCopTon.DrawLine(GrapCopTon, 350, 300, 350 + ICopDetVx, 300 - ICopDetVy)
Dim ElecX%
Dim ElecY%
ElecX = (0.8 * (V - 260)) * Math.Cos(Beta)

```

```

ElecY = (0.8 * (V - 260)) * Math.Sin(Beta)
GrapCopTonE.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor
QMGrpCopTon.DrawEllipse(GrapCopTonE, 340 + ElecX, 290 + ElecY, 20, 20)
QMGrpCopTon.DrawLine(GrapCopTonE, 350, 300, 350 + ElecX, 300 + ElecY)
QMGrpCopTon.DrawString("e", Me.Font, GrapBrush, 345 + ElecX, 295 + ElecY)

GrapCopTonE.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat
Me.PictureBox3.Image = bmpCopTon
End Sub

Private Sub TimerCopTon_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
TimerCopTon.Tick 'เป็นโปรแกรมย่อยกำหนดจังหวะเวลาเพื่อกำหนดภาพเคลื่อนไหว
    V = V + 10
    If V > 260 Then
        GoTo XDet
    End If

    bmpCopTon = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpCopTon.MakeTransparent()
    QMGrpCopTon = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpCopTon)
    Call LineXYCopTon()
    Call GrpCopTon()
    Exit Sub
XDet:
    bmpCopTon = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpCopTon.MakeTransparent()
    QMGrpCopTon = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpCopTon)
    Call LineXYCopTon()
    Call GrpCopTonDet()

    If V > 500 Then
        TimerCopTon.Enabled = False
        V = 0
        y = CmbDeGe.Text 'วาดส่วนโค้งและมุมซีกดา

```



```

QMGrpCopTon.FillPie(Brushes.BurlyWood, 250, 200, 200, 200, 0, -y)
QMGrpCopTon.DrawString("q", QmSymFont, GrapBrush, 340 + 50 * Math.Cos(Pi * y / 360), 275 -
20 * Math.Sin(Pi * y / 360)) 'ชื่อมุมZeta
QMGrpCopTon.DrawArc(BlackPen, 250, 200, 200, 200, 0, -y)
y = LblBeta.Text 'วาดส่วนโค้งและมุมเบต้า
QMGrpCopTon.FillPie(Brushes.Bisque, 250, 200, 200, 200, 0, y)
QMGrpCopTon.DrawString("b", QmSymFont, GrapBrush, 340 + 50 * Math.Cos(Pi * y / 360), 290 +
20 * Math.Sin(Pi * y / 360)) 'ชื่อมุมBeta
QMGrpCopTon.DrawArc(BlackPen, 250, 200, 200, 200, 0, y)
End If
Call LineXYCopTon()

```

End Sub

เมื่อกด มุมรัศมีกระเจิงเท่ากับแกน X ซีต้า(องศา) 30 จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี่มาใช้

```

Private Sub CmbDeGe_SelectedIndexChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CmbDeGe.SelectedIndexChanged 'โปรแกรมย่อยเรียกค่ามุม  $\theta$ 
Call LDchange()

```

End Sub

เมื่อกด คลื่นตกกระทบ X-ray ความยาวคลื่น 10 nm จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี่มาใช้

```

Private Sub CmbXray_SelectedIndexChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CmbXray.SelectedIndexChanged 'โปรแกรมย่อยเรียกค่าความยาวคลื่น
Call LDchange()

```

End Sub

เมื่อกด การกระเจิงของคอมป์ตัน จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี่มาใช้

```

Private Sub Btcopton_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
Btcopton.Click
PanelLogo.Visible = False
PanelBK.Visible = False
PanelPT.Visible = False
Panelcopton.Visible = True

```



```

PanelFurai.Visible = False
PanelSqWell.Visible = False
PanelDW.Visible = False
PanelSHM.Visible = False
PanelFreeP.Visible = False
PanelBarrier.Visible = False

```

```

Call LineXYCopTon()
PanelcopTon.BringToFront()
LabelQM.Text = "การกระเจิงของคอมป์ตัน"
End Sub

```

เมื่อคลิก  จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี้มาใช้

```

Private Sub BtnCopTon_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnCopTon.Click
    TimerCopTon.Enabled = True

End Sub

```

ในที่สุดโปรแกรมสามารถจำลองการเกิดการกระเจิงคอมป์ตันดังรูป



2.1.6 การสังเคราะห์ฟูเรียร์และกลุ่มคลื่น การเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

```

Private Sub LineXYFurea()
    For x = 0 To 12
        QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 50 + 50 * x, 295, 50 + 50 * x, 305) 'ขีดบนแกนX
        QMGrapFurea.DrawString(Str(x - 6), Me.Font, GrapBrush, 37 + 50 * x, 303) 'ตัวเลขบนแกนX
    Next x
    For x = 0 To 5
        QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 345, 300 - 50 * x, 355, 300 - 50 * x) 'ขีดบนแกนY
        QMGrapFurea.DrawString(Str(x), Me.Font, GrapBrush, 337, 303 - 50 * x) 'ตัวเลขบนแกนY
    Next x
    BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

    QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 0, 300, 700, 300) 'แกนX
    QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 350, 320, 350, 0) 'แกนY
    QMGrapFurea.DrawString("X", Me.Font, GrapBrush, 655, 305)
    QMGrapFurea.DrawString("Y", Me.Font, GrapBrush, 355, 5)

    BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat
    Me.PictureBox4.Image = bmpFurea

End Sub

Private Sub StepFuncnt() ฟังก์ชันต่างๆที่นำมาสังเคราะห์ฟูเรียร์
    If CmbFurea.Text = "ฟังก์ชันขั้นบันได" Then

        ColorPen.Color = Color.Blue
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 0, 200, 50, 200)
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 50, 200, 50, 300)
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 250, 200, 450, 200)
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 250, 200, 250, 300)
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 450, 200, 450, 300)
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 650, 200, 750, 200)
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 650, 200, 650, 300)
    
```

```

Me.PictureBox4.Image = bmpFurea
ElseIf CmbFurea.Text = "ฟังชั่นพาราโบลา" Then

For z = 250 To 450
    StFuC = ((z - 350) ^ 2) / 50
    StFuNexC = ((z - 349) ^ 2) / 50
    iStFuC = StFuC
    iStFuNexC = StFuNexC
    ColorPen.Color = Color.Blue
    QMGrpFurea.DrawLine(ColorPen, z, 300 - iStFuC, z + 1, 300 - iStFuNexC)
Next z

Me.PictureBox4.Image = bmpFurea
ElseIf CmbFurea.Text = "ฟังชั่นเอกโปเนนเชียล" Then

For z = 275 To 425
    StFuC = 50 * Ee ^ ((z - 350) / 50)
    StFuNexC = 50 * Ee ^ ((z - 349) / 50)
    iStFuC = StFuC
    iStFuNexC = StFuNexC
    ColorPen.Color = Color.Blue
    QMGrpFurea.DrawLine(ColorPen, z, 300 - iStFuC, z + 1, 300 - iStFuNexC)
Next z

Me.PictureBox4.Image = bmpFurea
End If
End Sub
Private Sub FureaFunc() วาดกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ฟูเรีย

If CmbFurea.Text = "ฟังชั่นซึ้นบันได" Then
    StFu = 100 / 2

For y = 1 To n
    StFu = StFu + (200 / (y * Pi)) * Math.Sin(y * Pi / 2) * Math.Cos(y * Pi * (x - 350) / (200))
    iStFu = StFu
Next y

For x = 0 To 750
    StFuNex = 100 / 2

```

```

For y = 1 To n
    StFuNex = StFuNex + (200 / (y * Pi)) * Math.Sin(y * Pi / 2) * Math.Cos(y * Pi * (x - 349) / (200))
Next y
iStFuNex = StFuNex
ColorPen.Color = Color.Red
QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, x, 300 - iStFu, x + 1, 300 - iStFuNex)
iStFu = iStFuNex
Next x
Me.PictureBox4.Image = bmpFurea

ElseIf CmbFurea.Text = "ฟิ่งชั้นพาราโบลดา" Then
    StFu = 75

    For y = 1 To n
        StFu = StFu + ((900 / (y * Pi)) * Math.Sin(y * Pi / 2) + (3600 / ((y * Pi) ^ 2)) * Math.Cos(y * Pi / 2) -
(7200 / (y * Pi) ^ 3) * Math.Sin(y * Pi / 2)) * Math.Cos(y * Pi * (-100) / 300)
    Next y
    iStFu = StFu
    For x = 250 To 450
        StFuNex = 75
        For y = 1 To n
            StFuNex = StFuNex + ((900 / (y * Pi)) * Math.Sin(y * Pi / 2) + (3600 / ((y * Pi) ^ 2)) * Math.Cos(y
* Pi / 2) - (7200 / (y * Pi) ^ 3) * Math.Sin(y * Pi / 2)) * Math.Cos(y * Pi * (x - 349) / 300)
        Next y
        iStFuNex = StFuNex
        ColorPen.Color = Color.Red
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, x, 300 - iStFu, x + 1, 300 - iStFuNex)
        iStFu = iStFuNex
    Next x
    Me.PictureBox4.Image = bmpFurea

ElseIf CmbFurea.Text = "ฟิ่งกัชั้นเอกโปเนนเชียด" Then
    StFu = ((Ee ^ 2) - (Ee ^ -2)) * 25 / 6

    For y = 1 To n
        StFu = StFu + (50 * (6 * ((Ee ^ 4) - 1) * Math.Cos(y * Pi / 3) _

```

```

+ y * Pi * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(y * Pi / 3)) * Math.Cos(y * Pi * (-75) / 300) _
+ 50 * (6 * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(y * Pi / 3) - y * Pi * ((Ee ^ 4) - 1) _
    * Math.Cos(y * Pi / 3)) * Math.Sin(y * Pi * (-75) / 300)) / (Ee ^ 2 * (36 + (y * Pi) ^ 2))
Next y
iStFu = StFu
For x = 275 To 425
    StFuNex = ((Ee ^ 2) - (Ee ^ -2)) * 25 / 6
    For y = 1 To n
        StFuNex = StFuNex + (50 * (6 * ((Ee ^ 4) - 1) * Math.Cos(y * Pi / 3) _
            + y * Pi * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(y * Pi / 3)) * Math.Cos(y * Pi * (x - 350) / 300) _
            + 50 * (6 * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(y * Pi / 3) - y * Pi * ((Ee ^ 4) - 1) _
                * Math.Cos(y * Pi / 3)) * Math.Sin(y * Pi * (x - 350) / 300)) / (Ee ^ 2 * (36 + (y * Pi) ^ 2))
    Next y
    iStFuNex = StFuNex
    ColorPen.Color = Color.Red
    QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, x, 300 - iStFu, x + 1, 300 - iStFuNex)
    iStFu = iStFuNex
Next x
Me.PictureBox4.Image = bmpFurea
End If

End Sub

Private Sub LineXFurea() ฟังก์ชันย่อยต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ฟูเรีย
    If CmbFurea.Text = "ฟังก์ชันขั้นบันได" Then
        y = 0
        y1 = 0
        QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 0, 385, 700, 385)
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 0, 321, 700, 321)
        For x = 1 To n
            Amplitud = 200 * Math.Sin(x * Pi / 2) / (x * Pi)
            If Amplitud < 0 Then
                Amplitud = -1 * Amplitud
            ElseIf Amplitud = 0 Then
                Amplitud = -1
            End If
        Next x
    End If
End Sub

```

```

    GoTo Nx
End If
y = 385 + (2 * y1) + (x * 2) + Amplitud
QMGrpFurea.DrawLine(BlackPen, 0, y, 700, y) 'ขีดบนแกนXย่อย
Nx:
    y1 = y1 + Amplitud
Next x
y = 0
y1 = 0
For x = 1 To n
    Amplitud = 200 * Math.Sin(x * Pi / 2) / (x * Pi)

    For z = 0 To 700
        StFuC = Amplitud * Math.Cos(x * Pi * (z - 350) / 200)
        StFuNexC = Amplitud * Math.Cos(x * Pi * (z - 349) / 200)
        iStFuC = StFuC
        iStFuNexC = StFuNexC
        If Amplitud < 0 Then
            Amplitud = -1 * Amplitud
        ElseIf Amplitud = 0 Then
            Amplitud = -1
            GoTo Ny
        End If
        y = 385 + 2 * y1 + x * 2 + Amplitud
        QMGrpFurea.DrawLine(ColorPen, z, y - iStFuC, z + 1, y - iStFuNexC)
    Next z
Ny:
    y1 = y1 + Amplitud
Next x
Me.PictureBox4.Image = bmpFurea

ElseIf CmbFurea.Text = "ฟังชั่นพาราโบลา" Then
    y = 0
    y1 = 0
    QMGrpFurea.DrawLine(BlackPen, 150, 355, 550, 355)
    QMGrpFurea.DrawLine(ColorPen, 150, 320, 550, 320)

```



```

For x = 1 To n
    Amplitud = (360 / (x * Pi)) * Math.Sin(x * Pi / 2) + (1440 / ((x * Pi) ^ 2)) * Math.Cos(x * Pi / 2) -
(2880 / (x * Pi) ^ 3) * Math.Sin(x * Pi / 2)
    If Amplitud < 0 Then
        Amplitud = -1 * Amplitud
    End If
    y = 355 + (2 * y1) + (x * 2) + Amplitud
    QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 150, y, 550, y)
    y1 = y1 + Amplitud
Next x
y = 0
y1 = 0
For x = 1 To n
    Amplitud = (360 / (x * Pi)) * Math.Sin(x * Pi / 2) + (1440 / ((x * Pi) ^ 2)) * Math.Cos(x * Pi / 2) -
(2880 / (x * Pi) ^ 3) * Math.Sin(x * Pi / 2)

    For z = 150 To 550
        StFuC = Amplitud * Math.Cos(x * Pi * (z - 350) / 300)
        StFuNexC = Amplitud * Math.Cos(x * Pi * (z - 349) / 300)
        iStFuC = StFuC
        iStFuNexC = StFuNexC
        If Amplitud < 0 Then
            Amplitud = -1 * Amplitud
        End If
        y = 355 + 2 * y1 + x * 2 + Amplitud
        QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, z, y - iStFuC, z + 1, y - iStFuNexC)
    Next z
    y1 = y1 + Amplitud
Next x
Me.PictureBox4.Image = bmpFurea

ElseIf CmbFurea.Text = "ฟังก์ชันเอกโปเนนเชียล" Then

y = 0
y1 = 0
QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 10, 351, 310, 351)

```

```

QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, 10, 321, 310, 321)
For x = 1 To n
  Amplitud = (50 * (6 * ((Ee ^ 4) - 1) * Math.Cos(x * Pi / 3) + x * Pi * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(x * Pi
/ 3))) _
  / (Ee ^ 2 * (36 + (x * Pi) ^ 2))
  If Amplitud < 0 Then
    Amplitud = -1 * Amplitud
  End If
  y = 351 + (2 * y1) + (x * 2) + Amplitud
  QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 10, y, 310, y) 'ขีดบนแกนXย่อย
  y1 = y1 + Amplitud
Next x
y1 = 0
For x = 1 To n
  Amplitud = (50 * (6 * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(x * Pi / 3) - x * Pi * ((Ee ^ 4) - 1) * Math.Cos(x * Pi /
3))) _
  / (Ee ^ 2 * (36 + (x * Pi) ^ 2))
  If Amplitud < 0 Then
    Amplitud = -1 * Amplitud
  End If
  y = 340 + (2 * y1) + (x * 2) + Amplitud

  QMGrapFurea.DrawLine(BlackPen, 320, y, 620, y) 'ขีดบนแกนXย่อย
  y1 = y1 + Amplitud
Next x
y = 0
y1 = 0
For x = 1 To n
  Amplitud = (50 * (6 * ((Ee ^ 4) - 1) * Math.Cos(x * Pi / 3) + x * Pi * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(x * Pi
/ 3))) _
  / (Ee ^ 2 * (36 + (x * Pi) ^ 2))
  For z = 10 To 310
    StFuC = Amplitud * Math.Cos(x * Pi * (z - 160) / 300)
    StFuNexC = Amplitud * Math.Cos(x * Pi * (z - 159) / 300)
    iStFuC = StFuC
    iStFuNexC = StFuNexC

```

```

ColorPen.Color = Color.Red
If Amplitud < 0 Then
    Amplitud = -1 * Amplitud
End If
y = 351 + (2 * y1) + (x * 2) + Amplitud
QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, z, y - iStFuC, z + 1, y - iStFuNexC)
Next z

y1 = y1 + Amplitud
Next x
y = 0
y1 = 0
For x = 1 To n
    Amplitud = (50 * (6 * ((Ee ^ 4) + 1) * Math.Sin(x * Pi / 3) - x * Pi * ((Ee ^ 4) - 1) * Math.Cos(x * Pi /
3))) _
/ (Ee ^ 2 * (36 + (x * Pi) ^ 2))

For z = 320 To 620
    StFuC = Amplitud * Math.Sin(x * Pi * (z - 470) / 300)
    StFuNexC = Amplitud * Math.Sin(x * Pi * (z - 469) / 300)
    iStFuC = StFuC
    iStFuNexC = StFuNexC
    ColorPen.Color = Color.Blue
    If Amplitud < 0 Then
        Amplitud = -1 * Amplitud
    End If
    y = 340 + (2 * y1) + (x * 2) + Amplitud
    QMGrapFurea.DrawLine(ColorPen, z, y - iStFuC, z + 1, y - iStFuNexC)
Next z
y1 = y1 + Amplitud
Next x
ColorPen.Color = Color.Red
Me.PictureBox4.Image = bmpFurea
End If

End Sub

```

เมื่อคลิก การสังเคราะห์ฟูเรียร์ และกลุ่มคลื่น จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub BtFurea_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtFurea.Click
    PanelLogo.Visible = False
    PanelBK.Visible = False
    PanelPT.Visible = False
    Panelcopton.Visible = False
    PanelSqWell.Visible = False
    PanelFurai.Visible = True
    PanelDW.Visible = False
    PanelSHM.Visible = False
    PanelFreeP.Visible = False
    PanelFurai.BringToFront()
    LabelQM.Text = "การสังเคราะห์ฟูเรียร์ และกลุ่มคลื่น"
    Call LineXYFurea()
    Call StepFunct()
End Sub
```

เมื่อคลิก ฟังก์ชันซิมป์สัน จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub CmbFurea_SelectedIndexChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CmbFurea.SelectedIndexChanged
    bmpFurea = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpFurea.MakeTransparent()
    QMGrapFurea = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpFurea)
    Call LineXYFurea()
    Call StepFunct()
End Sub
```

เมื่อคลิก จำนวนเทอมของอนุกรมฟูเรียร์ 10 จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub CmbFuTerm_SelectedIndexChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CmbFuTerm.SelectedIndexChanged
```

```
n = Int(CmbFuTerm.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CmbFuTerm_TextChanged(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles  
CmbFuTerm.TextChanged
```

```
n = Int(CmbFuTerm.Text)
```

```
End Sub
```

เมื่อคลิก จะเรียกโปรแกรมต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub BtAnalyFurea_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles  
BtAnalyFurea.Click
```

```
    bmpFurea = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
```

```
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
```

```
    bmpFurea.MakeTransparent()
```

```
    QMGrapFurea = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpFurea)
```

```
    Call LineXYFurea()
```

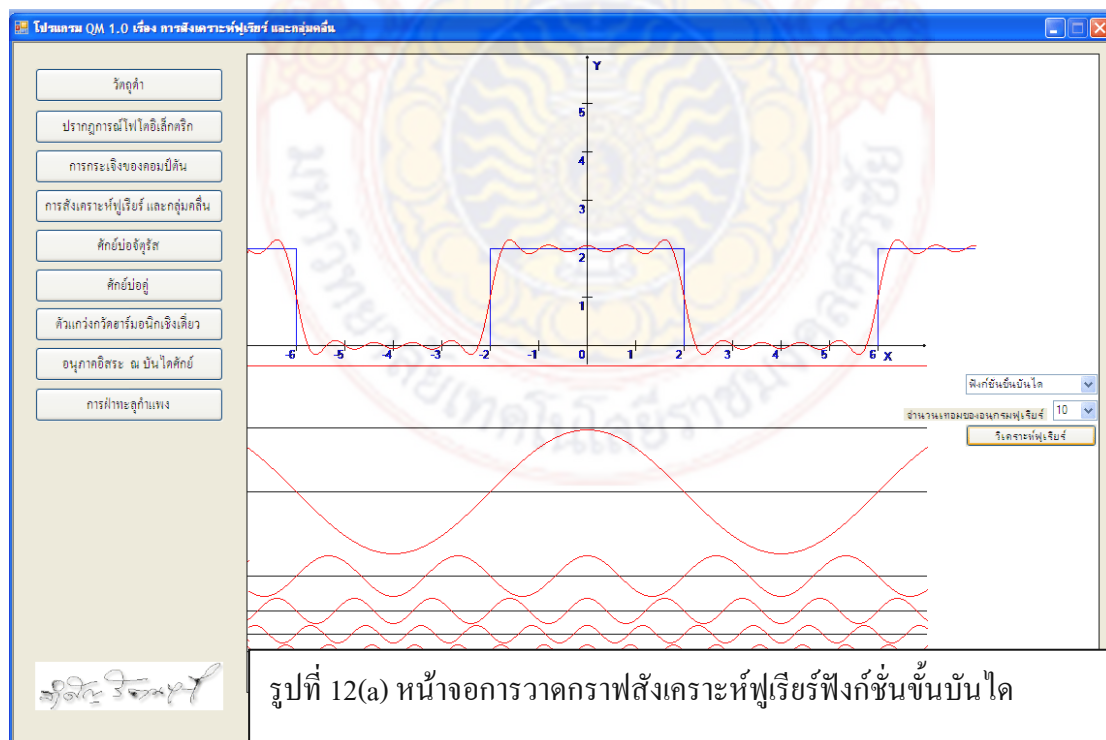
```
    Call StepFunct()
```

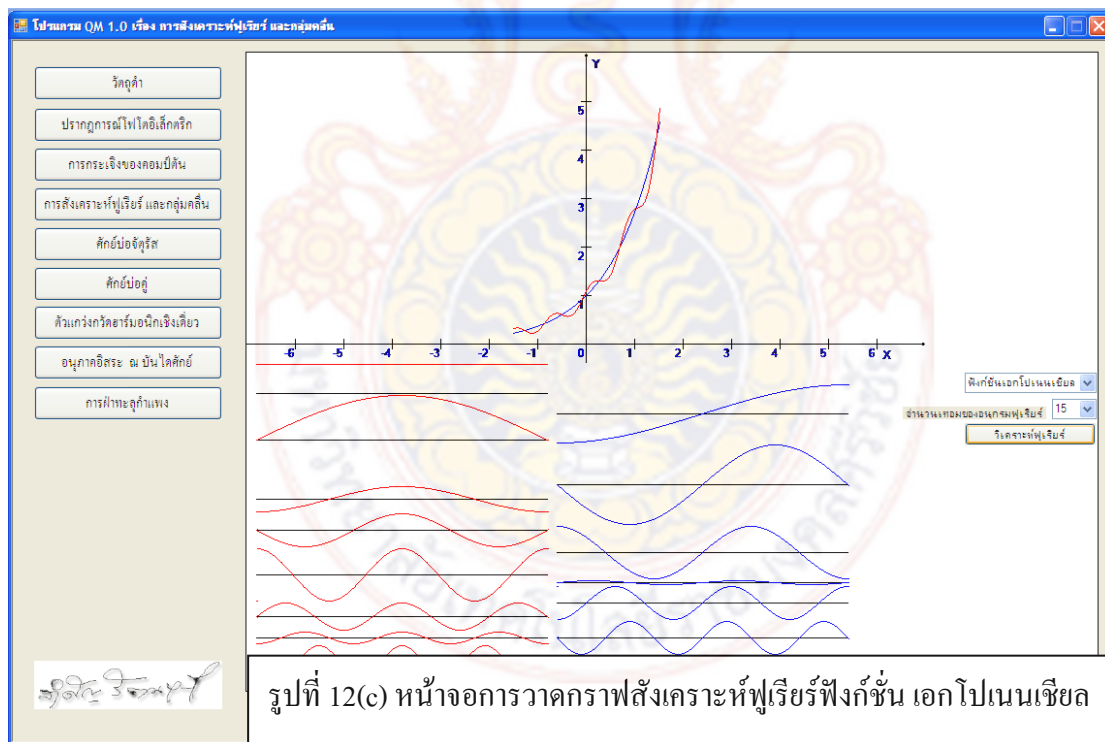
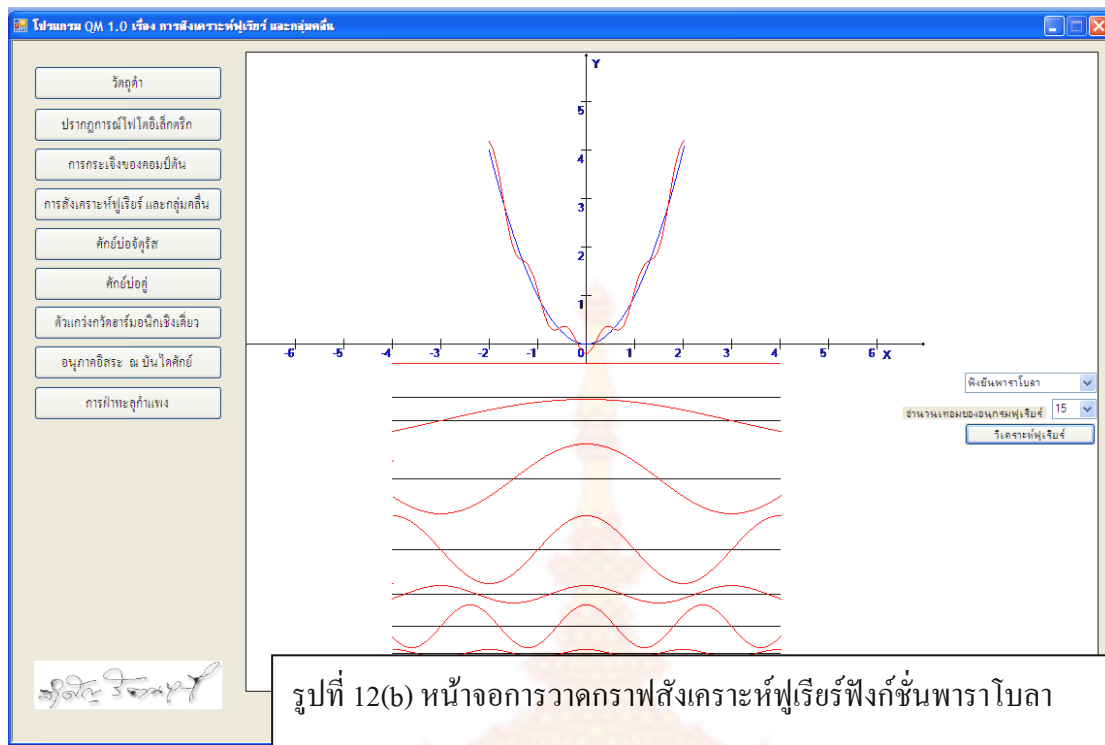
```
    Call FureaFunct()
```

```
    Call LineXFurea()
```

```
End Sub
```

ในที่สุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟสังเคราะห์ฟูเรียร์ได้ดังรูป





2.1.7 ตักย่บ่อจัตุรัสการเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Private Sub LineXYSqw() ‘โปรแกรมย่อวาดภาพบ่อและที่ใช้คำนวณหาระดับพลังงาน

```

bmpSqw = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
bmpSqw.MakeTransparent()
QMGrapSqw = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpSqw)

Vo = CSqpoten.Text 'มีหน่วยเป็น ev
a = (CmbWell.Text) / 2 'มีหน่วยเป็น nm
Bata = (20 * Pi * Math.Sqrt(Vo * 10220)) / 1240 'มีหน่วยเป็น 1/nm
nPo = 2 * Bata * a / Pi
nPo = (nPo - nPo Mod 1) + 1
LbLevelE.Text = "จำนวนระดับพลังงาน n=" & nPo

BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 0, 150, 800, 150) 'แกนX
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 20, 225, 20, 75) 'แกนY
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 0, 375, 800, 375) 'แกนX2
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 20, 400, 20, 250) 'แกนY2

QMGrapSqw.DrawString("X(ka)", QmFont, GrapBrush, 805, 155) 'ชื่อแกนx1
QMGrapSqw.DrawString("Y", QmFont, GrapBrush, 20, 65) 'ชื่อแกนy1

QMGrapSqw.DrawString("y = cos(ka)", QmFont, GrapBrush, 40, 50) 'ชื่อฟังก์ชันy=coska
QMGrapSqw.DrawString("y = sin(ka)", QmFont, GrapBrush, 60, 70) 'ชื่อฟังก์ชันy=sinka
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40, 65, 25, 100) 'ลูกศรบอกชื่อ coska
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 60, 85, 45, 100) 'ลูกศรบอกชื่อ sinka

QMGrapSqw.DrawString("y = cos(ka)", QmFont, GrapBrush, 35, 260) 'ชื่อฟังก์ชันy=coska จตุภาคที่ 1
QMGrapSqw.DrawString("y = sin(ka)", QmFont, GrapBrush, 50, 270) 'ชื่อฟังก์ชันy=sinkaจตุภาคที่ 2
QMGrapSqw.DrawString("y = | cos(ka) |", QmFont, GrapBrush, 80, 280) 'ชื่อฟังก์ชันy=coska จตุภาคที่ 3
QMGrapSqw.DrawString("y = | sin(ka) |", QmFont, GrapBrush, 95, 295) 'ชื่อฟังก์ชันy=sinkaจตุภาคที่ 4

QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40, 275, 20, 325) 'ลูกศรบอกชื่อ coska จตุภาคที่ 1

```

```

QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 50, 290, 40, 325) 'ลูกศรบอกชื่อ sinka จตุภาคที่ 2
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 80, 300, 60, 325) 'ลูกศรบอกชื่อ |coska| จตุภาคที่ 3
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 95, 310, 80, 325) 'ลูกศรบอกชื่อ |sinka| จตุภาคที่ 4

QMGrapSqw.DrawString("y=ka /", QmFont, GrapBrush, 140, 70) 'ชื่อฟังก์ชัน y=ka/Ba
QMGrapSqw.DrawString("b", QmSymFont, GrapBrush, 175, 70) 'ชื่อฟังก์ชัน y=ka/Ba
QMGrapSqw.DrawString("a", QmFont, GrapBrush, 190, 70) 'ชื่อฟังก์ชัน y=ka/Ba

QMGrapSqw.DrawString("y=ka /", QmFont, GrapBrush, 140, 390) 'ชื่อฟังก์ชัน y2=ka/Ba
QMGrapSqw.DrawString("b", QmSymFont, GrapBrush, 175, 390) 'ชื่อฟังก์ชัน y2=ka/Ba
QMGrapSqw.DrawString("a", QmFont, GrapBrush, 190, 390) 'ชื่อฟังก์ชัน y2=ka/Ba

QMGrapSqw.DrawString("y= - ka /", QmFont, GrapBrush, 150, 250) 'ชื่อฟังก์ชัน y=-ka/Ba
QMGrapSqw.DrawString("b", QmSymFont, GrapBrush, 200, 250) 'ชื่อฟังก์ชัน y=ka/Ba
QMGrapSqw.DrawString("a", QmFont, GrapBrush, 215, 250) 'ชื่อฟังก์ชัน y=ka/Ba

x = 50 * (Pi * (150 - 19) / 40) / (a * Bata)
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 150, 90, 150, 150 - x) 'ลูกศรบอกชื่อเส้นตรง y=ka/Ba
x = 50 * (Pi * (160 - 19) / 40) / (a * Bata)
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 160, 260, 160, 150 + x) 'ลูกศรบอกชื่อเส้นตรง y=-ka/Ba

x = 50 * (Pi * (140 - 19) / 40) / (a * Bata)
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 140, 400, 140, 375 - x) 'ลูกศรบอกชื่อเส้นตรง y=ka/Ba |coska|,|sinka|
BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

QMGrapSqw.DrawString("X(ka)", QmFont, GrapBrush, 805, 380) 'ชื่อแกน x2
QMGrapSqw.DrawString("Y", QmFont, GrapBrush, 25, 240) 'ชื่อแกน y2
For x = 0 To 38
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 20 + 20 * x, 145, 20 + 20 * x, 155) 'ขีดบนแกน X

    'If x < 18 Then
    'QMGrapSqw.DrawString(Str(x + 1) & " Pi", Me.Font, GrapBrush, 47 + 40 * x, 155) 'ตัวเลขบนแกน X
    'End If

Next x
For x = 0 To 38 'ขีด x2

```

```

QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 20 + 20 * x, 370, 20 + 20 * x, 380)

' If x < 18 Then
'QMGrapSqw.DrawString(Str(x + 1) & " Pi", Me.Font, GrapBrush, 47 + 40 * x, 330) 'ตัวเลขบนแกนX
'End If

Next x
For x = -1 To 1
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 15, 150 - 50 * x, 25, 150 - 50 * x) 'ขีดบนแกนY
    QMGrapSqw.DrawString(Str(x), QmFont, GrapBrush, 2, 143 - 50 * x) 'ตัวเลขบนแกนY
Next x
For x = 0 To 1 'ขีดy2
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 15, 375 - 50 * x, 25, 375 - 50 * x) 'ขีดบนแกนY
    QMGrapSqw.DrawString(Str(x), QmFont, GrapBrush, 2, 368 - 50 * x) 'ตัวเลขบนแกนY
Next x
SqwFuC = 1
iSqwFuC = 50
For x = 20 To 79 + nPo * 20 'cos(ka)
    SqwFuCNex = 50 * Math.Cos(Pi * (x - 19) / 40)
    iSqwFuCNex = SqwFuCNex
    If Math.Tan(Pi * (x - 19) / 40) >= 0 Then
        ColorPen1.Color = Color.Red
    Else
        ColorPen1.Color = Color.Blue
    End If
    QMGrapSqw.DrawLine(ColorPen1, x, 150 - iSqwFuC, x + 1, 150 - iSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
Next x
For x = 20 To 79 + nPo * 20 '|cos(ka)|
    SqwFuCNex = 50 * Math.Cos(Pi * (x - 19) / 40)
    iSqwFuCNex = Math.Abs(SqwFuCNex)
    ColorPen1.Color = Color.Red
    If Math.Tan(Pi * (x - 19) / 40) > 0 Then
        QMGrapSqw.DrawLine(ColorPen1, x, 375 - iSqwFuC, x + 1, 375 - iSqwFuCNex)
    End If
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
Next x

```

```

SqwFuC = 0
iSqwFuC = 0
For x = 20 To 79 + nPo * 20 'cos(ka)เส้นตรง+
    SquFuCNex = 50 * (Pi * (x - 19) / 40) / (a * Bata)
    iSqwFuCNex = SquFuCNex

    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, x, 150 - iSqwFuC, x + 1, 150 - iSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
Next x

SqwFuC = 0
iSqwFuC = 0
For x = 20 To 79 + nPo * 20 'cos(ka)เส้นตรง-
    SquFuCNex = (-50) * (Pi * (x - 19) / 40) / (a * Bata)
    iSqwFuCNex = SquFuCNex

    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, x, 150 - iSqwFuC, x + 1, 150 - iSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
Next x

SqwFuC = 0
iSqwFuC = 0
For x = 20 To 79 + nPo * 20 'sin(ka)
    SquFuCNex = 50 * Math.Sin(Pi * (x - 19) / 40)
    iSqwFuCNex = SquFuCNex
    If Math.Tan(Pi * (x - 19) / 40) <= 0 Then
        ColorPen1.Color = Color.Red
    Else
        ColorPen1.Color = Color.Blue
    End If

    QMGrpSqw.DrawLine(ColorPen1, x, 150 - iSqwFuC, x + 1, 150 - iSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
Next x

For x = 20 To 79 + nPo * 20 'sin(ka)

```

```

SqwFuCNex = 50 * Math.Sin(Pi * (x - 19) / 40)
iSqwFuCNex = Math.Abs(SqwFuCNex)
ColorPen1.Color = Color.Red
If Math.Tan(Pi * (x - 19) / 40) < 0 Then
    QMGrapSqw.DrawLine(ColorPen1, x, 375 - iSqwFuC, x + 1, 375 - iSqwFuCNex)
End If
iSqwFuC = iSqwFuCNex
Next x
SqwFuC = 0
iSqwFuC = 0
For x = 20 To 79 + nPo * 20 'sin(ka)เส้นตรง+
    SquFuCNex = 50 * (Pi * (x - 19) / 40) / (Bata * a)
    iSqwFuCNex = SquFuCNex
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, x, 375 - iSqwFuC, x + 1, 375 - iSqwFuCNex)
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, x, 150 - iSqwFuC, x + 1, 150 - iSqwFuCNex)

    iSqwFuC = iSqwFuCNex
Next x

SqwFuC = 0
iSqwFuC = 0
Me.PictureBox5.Image = bmpSqw

'คำนวณระดับพลังงานลงในListEn
ListEn.Items.Clear()
SqwFuC = 1
LSqwFuC = 0
y = (90 * nPo) - 1
For x = 0 To y
    If Math.Tan(Pi * x / 180) > 0 Then
        SquFuCNex = 100 * Math.Cos(Pi * x / 180)
        SquFuCNex = Math.Abs(SqwFuCNex)
    ElseIf Math.Tan(Pi * x / 180) < 0 Then
        SquFuCNex = 100 * Math.Sin(Pi * x / 180)
        SquFuCNex = Math.Abs(SqwFuCNex)
    End If

```

```

LSqwFuCNex = 100 * Pi * x / 180 / (Bata * a)
If (SqwFuC > LSqwFuC) And (SqwFuCNex < LSqwFuCNex) Then
    EnT = Pi * (x + (SqwFuC - LSqwFuC) / ((SqwFuC - LSqwFuC) + (LSqwFuCNex - SqwFuCNex))) /
180
    EnT = Vo * (EnT / (a * Bata)) ^ 2
    EnTex = EnT.ToString("00.000")
    ListEn.Items.Add(EnTex)
ElseIf SqwFuCNex = LSqwFuCNex Then
    EnT = Pi * (x + 1) / 180
    EnT = Vo * (EnT / (a * Bata)) ^ 2
    EnTex = EnT.ToString("00.000")
    ListEn.Items.Add(EnTex)
End If
SqwFuC = SqwFuCNex
LSqwFuC = LSqwFuCNex

Next x

'วาดภาพบ่อในPictureBox6
bmpSqw = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
bmpSqw.MakeTransparent()
QMGrapSqw = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpSqw)
z = Vo * 10
y = a * 80 * 2
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 0, 260 - z, 40, 260 - z) 'ขอบบ่อ1
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40, 260 - z, 40, 260) 'ขอบบ่อ1
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40, 260, 40 + y, 260) 'ขอบบ่อ1
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40 + y, 260, 40 + y, 260 - z) 'ขอบบ่อ1
QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40 + y, 260 - z, 80 + y, 260 - z) 'ขอบบ่อ1

LblLa.Visible = True
LblLa.Left = 30
LblLa.Top = 240 - z + PictureBox6.Top
LblLa.Text = "-a"
LblRa.Visible = True

```



```

LblRa.Left = 40 + y
LblRa.Top = 240 - z + PictureBox6.Top
LblRa.Text = "+a"
Me.PictureBox6.Image = bmpSqw
End Sub

```

```

Private Sub EnSqw() 'โปรแกรมย่อยวาดฟังก์ชันคลื่น

```

```

    bmpSqw = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpSqw.MakeTransparent()
    QMGrapSqw = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpSqw)
    z = Vo * 10
    y = a * 80 * 2
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 0, 260 - z, 40, 260 - z) 'ขอบบ่อ1
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40, 260 - z, 40, 260) 'ขอบบ่อ1
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40, 260, 40 + y, 260) 'ขอบบ่อ1
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40 + y, 260, 40 + y, 260 - z) 'ขอบบ่อ1
    QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, 40 + y, 260 - z, 80 + y, 260 - z) 'ขอบบ่อ1

    EnT = ListEn.Text
    kSqw = (2 * Pi * Math.Sqrt(1022000) / 1240) * Math.Sqrt(EnT) 'มีหน่วยเป็น 1/nm
    Alfa = (2 * Pi * Math.Sqrt(1022000) / 1240) * Math.Sqrt(Vo - EnT) 'มีหน่วยเป็น 1/nm
    Amp = (kSqw / Bata) * Math.Sqrt(Alfa / (1 + Alfa * a)) * Ee ^ (Alfa * a)

    'กราฟด้านซ้ายบ่อ
    SqwFuC = Amp * Ee ^ (Alfa * (-(40 / 80) - a))
    iSqwFuC = 30 * SqwFuC
    iDSqwFuC = 30 * SqwFuC ^ 2
    For y = 0 To 39
        SqwFuCNex = Amp * Ee ^ (Alfa * ((y - 39) / 80 - a))
        iSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex
        iDSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex ^ 2
        QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, y, 215 - iSqwFuC, y + 1, 215 - iSqwFuCNex)
        QMGrapSqw.DrawLine(BlackPen, y, 140 - iDSqwFuC, y + 1, 140 - iDSqwFuCNex)
    Next y
End Sub

```

```

iSqwFuC = iSqwFuCNex
iDSqwFuC = iDSqwFuCNex
Next y
'กราฟบ่อ
For y = 40 To (39 + 160 * a)
  If Math.Tan(kSqw * a) > 0 Then
    SqwFuCNex = (Amp / Math.Cos(kSqw * a)) * (Ee ^ (-1 * Alfa * a)) * Math.Cos(kSqw * (y - 39 - 80
* a) / 80)
    iSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex
    iDSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex ^ 2
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 215 - iSqwFuC, y + 1, 215 - iSqwFuCNex)
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 140 - iDSqwFuC, y + 1, 140 - iDSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
    iDSqwFuC = iDSqwFuCNex
  ElseIf Math.Tan(kSqw * a) < 0 Then
    SqwFuCNex = (Amp / Math.Sin(kSqw * a)) * (Ee ^ (-1 * Alfa * a)) * Math.Sin(kSqw * (y - 39 - 80 *
a) / 80)
    iSqwFuCNex = -30 * SqwFuCNex
    iDSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex ^ 2
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 215 - iSqwFuC, y + 1, 215 - iSqwFuCNex)
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 140 - iDSqwFuC, y + 1, 140 - iDSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
    iDSqwFuC = iDSqwFuCNex
  End If
Next y

'กราฟด้านขวาบ่อ
For y = 40 + 160 * a To (80 + 160 * a)
  If Math.Tan(kSqw * a) > 0 Then
    SqwFuCNex = Amp * Ee ^ (-Alfa * (y - 39 - 80 * a) / 80)
    iSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex
    iDSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex ^ 2
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 215 - iSqwFuC, y + 1, 215 - iSqwFuCNex)
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 140 - iDSqwFuC, y + 1, 140 - iDSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
    iDSqwFuC = iDSqwFuCNex
  End If
Next y

```

```

ElseIf Math.Tan(kSqw * a) < 0 Then
    SqwFuCNex = Amp * Ee ^ (-Alfa * (y - 39 - 80 * a) / 80)
    iSqwFuCNex = -30 * SqwFuCNex
    iDSqwFuCNex = 30 * SqwFuCNex ^ 2
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 215 - iSqwFuC, y + 1, 215 - iSqwFuCNex)
    QMGrpSqw.DrawLine(BlackPen, y, 140 - iDSqwFuC, y + 1, 140 - iDSqwFuCNex)
    iSqwFuC = iSqwFuCNex
    iDSqwFuC = iDSqwFuCNex
End If
Next y
y1 = EnT * 10
y = a * 80 * 2
QMGrpSqw.DrawLine(ColorPen1, 300 + y, 260 - y1, 350 + y, 260 - y1) 'เส้นตรงพลังงาน
LbLeE.Visible = True
LbLeE.Text = "E" & ListEn.SelectedIndex + 1 & " = " & ListEn.Text & " ev"
LbLeE.Left = 355 + y
LbLeE.Top = 255 - y1 + PictureBox6.Top
LbFWave.Visible = True
LbFWave.Left = 80 + y
LbFWave.Top = 220 + PictureBox6.Top
LbIPob.Visible = True
LbIPob.Left = 80 + y
LbIPob.Top = 100 + PictureBox6.Top

Me.PictureBox6.Image = bmpSqw
End Sub

Private Sub LineXYDW() 'กราฟแกน x,y และ cot,tanh,coth

    bmpDW = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpDW.MakeTransparent()
    QMGrpDW = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpDW)
    DWVo = CmbPDW.Text 'มีหน่วยเป็น ev
    DWa = (CmbBumpW.Text) / 2 'มีหน่วยเป็น nm
    DWb = (CmbDw.Text) / 2

```

```

DWBata = (20 * Pi * Math.Sqrt(DWVo * 10220)) / 1240 'มีหน่วยเป็น 1/nm
BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 0, 345, 300, 345) 'แกนX
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20, 665, 20, 25) 'แกนY
GrapBrush = Brushes.Black
QMGrapDW.DrawString("X(k)", QmFont, GrapBrush, 305, 340) 'ชื่อแกนx1
QMGrapDW.DrawString("Y", QmFont, GrapBrush, 20, 25) 'ชื่อแกนy1
QMGrapDW.DrawString("y= -kcotk(b-a)", QmFont, GrapBrush, 40, 380) 'ชื่อ y= -kcotk(b-a)
Ix = 21 * Pi / 80
DWFuC = -Ix * (Math.Cos(Ix * (DWb - DWa)) / Math.Sin(Ix * (DWb - DWa)))
iDWFuC = 30 * DWFuC
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 40, 390, 40, 345 - iDWFuC) 'จุดที่ y= -kcotk(b-a)
GrapBrush = Brushes.Red
ColorPen1.Color = Color.Red
QMGrapDW.DrawString("y = ", QmFont, GrapBrush, 40, 250) 'ชื่อ y= Itanh (la)
QMGrapDW.DrawString("a", QmSymFont, GrapBrush, 60, 250) 'ชื่อ y= Itanh (la)
QMGrapDW.DrawString("tanh(", QmFont, GrapBrush, 75, 250) 'ชื่อ y= Itanh (la)
QMGrapDW.DrawString("a", QmSymFont, GrapBrush, 102, 250) 'ชื่อ y= Itanh (la)
QMGrapDW.DrawString("a)", QmFont, GrapBrush, 116, 250) 'ชื่อ y= Itanh (la)
Ix = 31 * Pi / 80
ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor
DWFuCh = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)) * Math.Tanh(DWa * Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)))
iDWFuCh = 30 * DWFuCh
QMGrapDW.DrawLine(ColorPen1, 40, 250, 50, 345 - iDWFuCh) 'y= Itanh (la)
GrapBrush = Brushes.Blue
ColorPen1.Color = Color.Blue
QMGrapDW.DrawString("y = ", QmFont, GrapBrush, 100, 100) 'ชื่อ y= lcoth (la)
QMGrapDW.DrawString("a", QmSymFont, GrapBrush, 120, 100) 'ชื่อ y= lcoth (la)
QMGrapDW.DrawString("coth(", QmFont, GrapBrush, 135, 100) 'ชื่อ y= lcoth (la)
QMGrapDW.DrawString("a", QmSymFont, GrapBrush, 162, 100) 'ชื่อ y= lcoth (la)
QMGrapDW.DrawString("a)", QmFont, GrapBrush, 176, 100) 'ชื่อ y= lcoth (la)
Ix = 41 * Pi / 80
ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor
DWFuCcot = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)) / Math.Tanh(DWa * Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)))
iDWFuCcot = 30 * DWFuCcot
QMGrapDW.DrawLine(ColorPen1, 100, 120, 60, 345 - iDWFuCcot) 'จุดที่ y= -kcotk(b-a)

```

BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

For x = 0 To 6

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20 + 40 * x, 340, 20 + 40 * x, 350) 'ขีดบนแกนX

If x < 3 Then

QMGrapDW.DrawString(Str(x + 1), Me.Font, GrapBrush, 87 + 80 * x, 350) 'ตัวเลขบนแกนX

QMGrapDW.DrawString("p", QmSymFont, GrapBrush, 95 + 80 * x, 340) 'ตัวเลขบนแกนY

End If

Next x

For x = -10 To 10

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 15, 345 - 30 * x, 25, 345 - 30 * x) 'ขีดบนแกนY

QMGrapDW.DrawString(Str(x), QmFont, GrapBrush, 2, 338 - 30 * x) 'ตัวเลขบนแกนY

Next x

Ix = Pi / 80

DWFuC = -Ix * (Math.Cos(Ix * (DWb - DWa)) / Math.Sin(Ix * (DWb - DWa)))

iDWFuC = 30 * DWFuC

DWFuCh = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)) * Math.Tanh(DWa * Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)))

iDWFuCh = 30 * DWFuCh

DWFuCcot = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)) / Math.Tanh(DWa * Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)))

iDWFuCcot = 30 * DWFuCcot

z = DWBata * 80 / Pi

For x = 21 To 21 + z

kDW = Pi * (x - 19) / 80

DWFuCNex = -(kDW / Math.Sin(kDW * (DWb - DWa))) * Math.Cos(kDW * (DWb - DWa)) 'กราฟ -
kcot(kb-ka)

```

If Math.Abs(DWFuCNex) > 10000 Then
    GoTo NNx
End If
iDWFuCNex = 30 * DWFuCNex
If iDWFuC > iDWFuCNex Then
    GoTo NNx
End If

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, x, 345 - iDWFuC, x + 1, 345 - iDWFuCNex)
NNx:
If kDW > DWBata Then
    Exit For
End If

bkDW = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (kDW ^ 2))
DWFuCNexh = bkDW * Math.Tanh(DWa * bkDW)
iDWFuCNexh = 30 * DWFuCNexh
DWFuCNexcot = bkDW / Math.Tanh(DWa * bkDW)
iDWFuCNexcot = 30 * DWFuCNexcot
ColorPen1.Color = Color.Red
QMGrapDW.DrawLine(ColorPen1, x, 345 - iDWFuCh, x + 1, 345 - iDWFuCNexh) 'กราฟ
alfa.tanh(a.alfa)

ColorPen1.Color = Color.Blue
QMGrapDW.DrawLine(ColorPen1, x, 345 - iDWFuCcot, x + 1, 345 - iDWFuCNexcot) 'กราฟ
alfa.coth(a.alfa)

iDWFuC = iDWFuCNex
iDWFuCh = iDWFuCNexh
iDWFuCcot = iDWFuCNexcot

Next x

Me.PictureBox9.Image = bmpDW

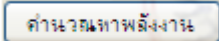
End Sub

```

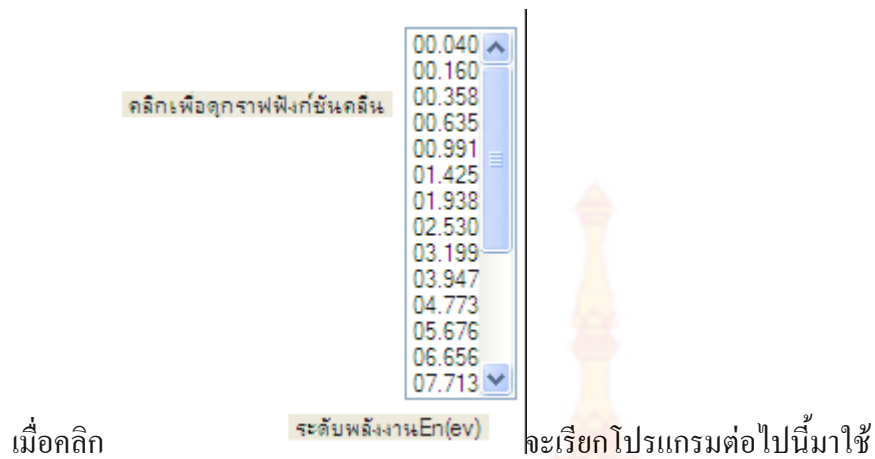

เมื่อคลิก  จะเรียก โปรแกรมต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub BtSqw_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtSqw.Click
    PanelLogo.Visible = False
    PanelBK.Visible = False
    PanelPT.Visible = False
    Panelcopton.Visible = False
    PanelFurai.Visible = False
    PanelSqWell.Visible = True
    PanelDW.Visible = False
    PanelSHM.Visible = False
    PanelFreeP.Visible = False
    PanelBarrier.Visible = False

    PanelSqWell.BringToFront()
    LabelQM.Text = "สักย๋บ่อจตุรัส"
    If offon = False Then
        Call LineXYSqw()
        offon = True
    End If
End Sub
```

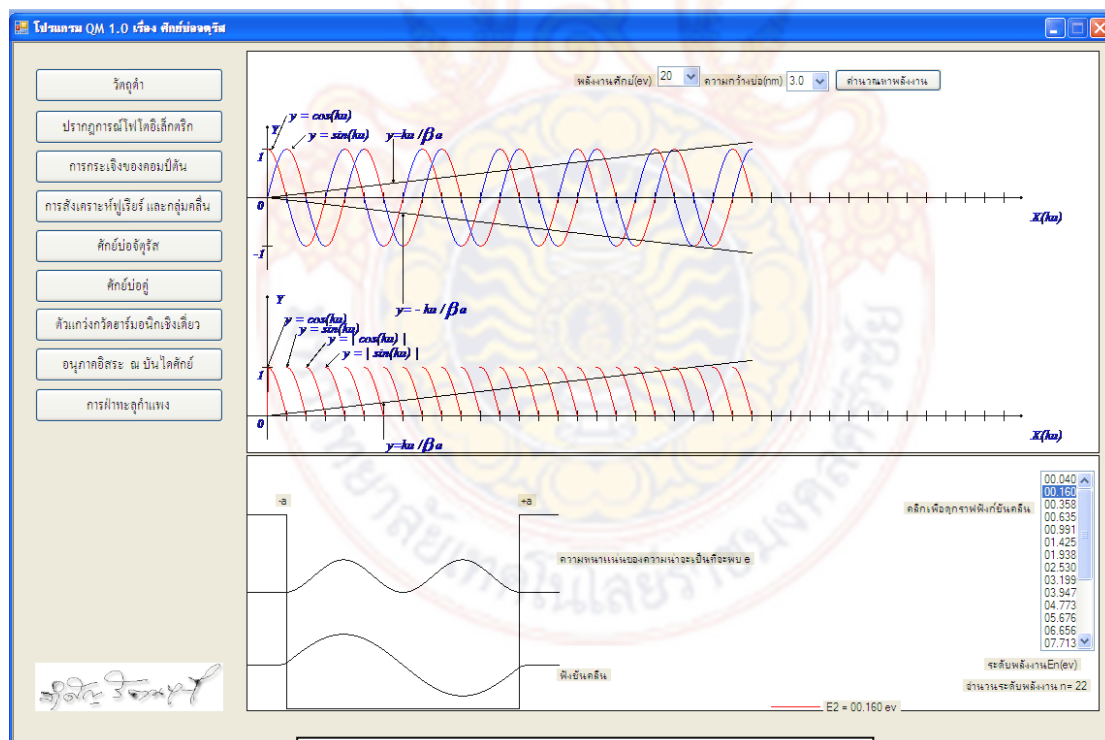
เมื่อคลิก  จะเรียก โปรแกรมต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub Button7_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
Button7.Click
    bmpSqw = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpSqw.MakeTransparent()
    QMGrapSqw = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpSqw)
    Call LineXYSqw()
    LbLeE.Visible = False
    LblFWave.Visible = False
    LblPob.Visible = False
End Sub
```

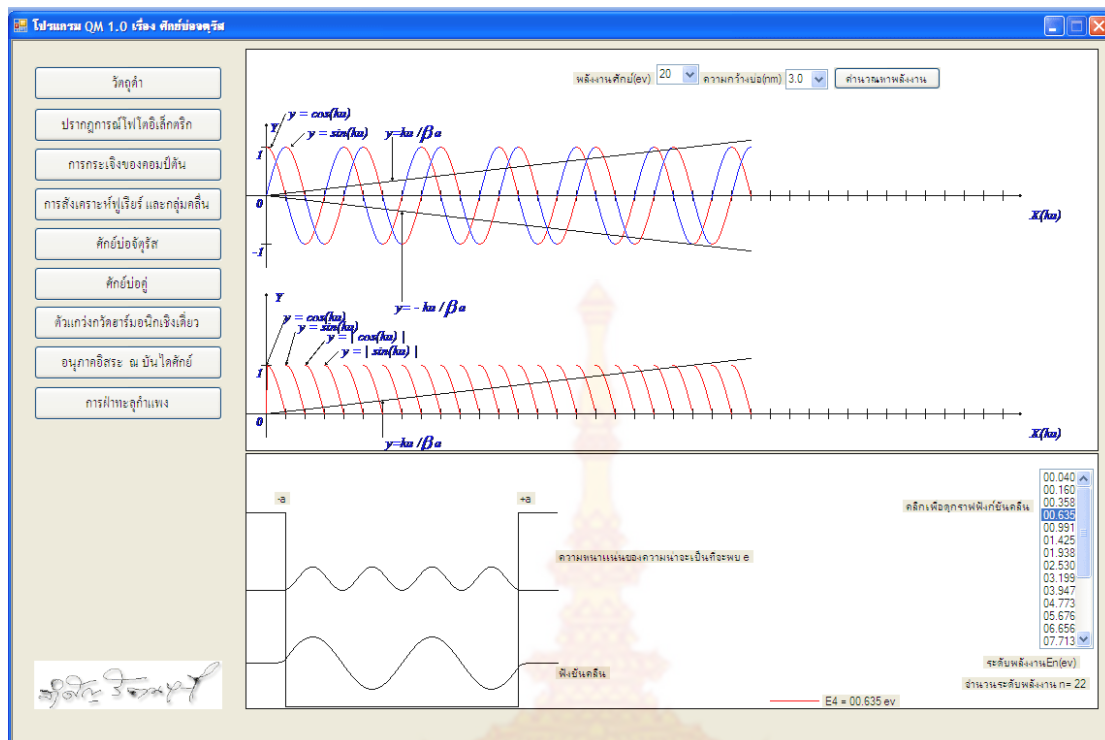


```
Private Sub ListEn_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles ListEn.Click
    Call EnSqw()
End Sub
```

ในที่สุุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟฟังก์ชันบ่อจตุรัสได้ดังรูป



รูปที่ 13(a) หน้าจอการวาดกราฟฟังก์ชันบ่อจตุรัส



รูปที่ 13(b) หน้าจอการวาดกราฟศักย์บ่อจตุรัส

2.1.8 ศักย์บ่อคู่ การเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Private Sub DWwell() 'เขียนภาพบ่อคู่

```

bmpDW = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
bmpDW.MakeTransparent()
QMGrpDW = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpDW)
Me.PictureBox8.Image = bmpDW

```

DWVo = CmbPDW.Text 'มีหน่วยเป็น ev

DWa = (CmbBumpW.Text) / 2 'มีหน่วยเป็น nm

DWb = (CmbDw.Text) / 2

iDWVo = 100 * DWVo 'เริ่มวาดเนินบ่อ100พิกเซลเท่ากับ1ev

iDWba = 60 * (DWb - DWa) '40พิกเซล 1นาโน

iDWa = 60 * DWa

BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

```

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20, 500, 20, 100) 'ขอบบ่อซ้าย
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 500, 20 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 100)
'ขอบบ่อขวา
BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20, 500, 20 + iDWba, 500) 'แกนY
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20 + iDWba, 500, 20 + iDWba, 500 - iDWVo) 'เริ่มวาดเนินบ่อ100ฟุต
'เซลดเท่ากับlev
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20 + iDWba, 500 - iDWVo, 20 + iDWba + 2 * iDWa, 500 - iDWVo)
'เนินบ่อ
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20 + iDWba + 2 * iDWa, 500 - iDWVo, 20 + iDWba + 2 * iDWa, 500)
'เนินบ่อ
QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, 20 + iDWba + 2 * iDWa, 500, 20 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 500) 'เนิน
บ่อ

QMGrapDW.DrawString("-b", QmFont, GrapBrush, 10, 492) '-b
QMGrapDW.DrawString("+b", QmFont, GrapBrush, 10 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 492) '+b
QMGrapDW.DrawString("-a", QmFont, GrapBrush, 10 + iDWba, 492) '-a
QMGrapDW.DrawString("+a", QmFont, GrapBrush, 10 + iDWba + 2 * iDWa, 492) '+a

End Sub

Private Sub AddDWE() 'โปรแกรมช่วยเพิ่มพลังงานใน ListBDw บ่อคู่

DWVo = CmbPDW.Text 'มีหน่วยเป็น ev
DWa = (CmbBumpW.Text) / 2 'มีหน่วยเป็น nm
DWb = (CmbDw.Text) / 2

DWBata = (20 * Pi * Math.Sqrt(DWVo * 10220)) / 1240 'มีหน่วยเป็น 1/nm
ListBDw.Items.Clear()

Ix = Pi / 10000

DWFuC = -Ix * (Math.Cos(Ix * (DWb - DWa)) / Math.Sin(Ix * (DWb - DWa)))

```

DWFuCh = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)) * Math.Tanh(DWa * Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)))

DWFuCcot = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)) / Math.Tanh(DWa * Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (Ix ^ 2)))

z = DWBata * 10000 / Pi

For x = 1 To 1 + z

kDW = Pi * (x + 1) / 10000

DWFuCNex = -(kDW / Math.Sin(kDW * (DWb - DWa))) * Math.Cos(kDW * (DWb - DWa)) 'กราฟ -
kcot(kb-ka)

If kDW > DWBata Then

Exit For

End If

bkDW = Math.Sqrt((DWBata ^ 2) - (kDW ^ 2))

DWFuCNexh = bkDW * Math.Tanh(DWa * bkDW)

DWFuCNexcot = bkDW / Math.Tanh(DWa * bkDW)

'คำนวณค่าพลังงานใส่ ListBDw

If DWFuCh > DWFuC And DWFuCNexh < DWFuCNex Then

EnT = Pi * (x + (DWFuCh - DWFuC) / ((DWFuCh - DWFuC) + (DWFuCNex - DWFuCNexh))) /
10000

EnT = DWVo * (EnT / DWBata) ^ 2

EnTex = EnT.ToString("0.0000")

ListBDw.Items.Add(EnTex)

ElseIf DWFuCNexh = DWFuCNex Then

EnT = Pi * x / 10000

EnT = DWVo * (EnT / DWBata) ^ 2

EnTex = EnT.ToString("0.0000")

ListBDw.Items.Add(EnTex)

End If

```

If DWFuCcot > DWFuC And DWFuCNexcot < DWFuCNex Then
    EnT = Pi * (x + (DWFuCcot - DWFuC) / ((DWFuCcot - DWFuC) + (DWFuCNex -
DWFuCNexcot))) / 10000
    EnT = DWVo * (EnT / DWBata) ^ 2
    EnTex = EnT.ToString("0.0000")
    ListBDw.Items.Add(EnTex)
ElseIf DWFuCNexcot = DWFuCNex Then
    EnT = Pi * x / 10000
    EnT = DWVo * (EnT / DWBata) ^ 2
    EnTex = EnT.ToString("0.0000")
    ListBDw.Items.Add(EnTex)
End If
LblDwLE.Text = "จำนวนระดับพลังงาน=" & ListBDw.Items.Count
DWFuC = DWFuCNex
DWFuCh = DWFuCNexh
DWFuCcot = DWFuCNexcot

Next x

End Sub

```

เมื่อคลิก

ตั๊กย๋ป๋อสู๋

จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

```

Private Sub BtDW_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtDW.Click

```

```

PanelLogo.Visible = False
PanelBK.Visible = False
PanelPT.Visible = False
Panelcopton.Visible = False
PanelFurai.Visible = False
PanelSqWell.Visible = False
PanelDW.Visible = True
PanelSHM.Visible = False

```



```
PanelFreeP.Visible = False
PanelBarrier.Visible = False
```

```
PanelDW.BringToFront()
LabelQM.Text = "ศีกษ์บ่อจตุรัสพหลุณ"
If DWoffon = False Then
    Call LineXYDW()
    Call AddDWE()
    Call DWwell()

    DWoffon = True
End If

End Sub
```

เมื่อคลิก จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub BtEDw_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtEDw.Click
    Call LineXYDW()
    Call AddDWE()
    Call DWwell()
    LblProp.Visible = False
    LblDWwave.Visible = False
    LblEDW.Visible = False
End Sub
```

เมื่อคลิก

ระดับพลังงานEn(ev)	0.2795
คลิกเพื่อดูกราฟฟังก์ชันคลื่น และความน่าจะเป็นที่จะพบ อนุภาค	0.2803
จำนวนระดับพลังงาน=4	1.0714
	1.0862

จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub ListBDw_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ListBDw.Click
    Call DWwell()
```

DWVo = CmbPDW.Text 'พลังงานศักย์มีหน่วยเป็น ev

DWa = (CmbBumpW.Text) / 2 'รัศมีเนินมีหน่วยเป็น nm

DWb = (CmbDw.Text) / 2 'รัศมีบ่อมีหน่วยเป็น nm

DWalfa = (2 * Pi * Math.Sqrt(1022000) / 1240) * Math.Sqrt(DWVo - ListBDw.Text)

kDW = (2 * Pi * Math.Sqrt(1022000) / 1240) * Math.Sqrt(ListBDw.Text)

DWba = (DWb - DWa)

iDWba = 60 * DWba

iDWa = 60 * DWa

iDWVo = 100 * DWVo 'เริ่มวาดเนินบ่อ100พิกเซลเท่ากับ1ev

iDWba = 60 * (DWb - DWa) '60พิกเซล 1นาโน

iDWa = 60 * DWa

ColorPen1.Color = Color.Red

y = 100 * ListBDw.Text 'ระดับพลังงาน 100 พิกเซลต่อ 1 ev

QMGrpDW.DrawLine(ColorPen1, 100 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 500 - y, 150 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 500 - y) 'ขีดออกระดับพลังงาน

LblEDW.Visible = True

LblEDW.Text = "E" & ListBDw.SelectedIndex + 1 & " = " & ListBDw.Text & " ev"

LblEDW.Left = 150 + 2 * iDWba + 2 * iDWa + PictureBox8.Left

LblEDW.Top = 500 - y + PictureBox8.Top

'เริ่มเขียนกราฟฟังก์ชันคลื่นและโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน

QMGrpDW.DrawLine(BlackPen, 20, 400, 20 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 400) 'เส้นตรงที่ฟังก์ชันคลื่นเท่ากับ 0

LblDWwave.Top = 390 + PictureBox8.Top

LblDWwave.Left = 30 + 2 * iDWba + 2 * iDWa + PictureBox8.Left

LblDWwave.Visible = True

QMGrpDW.DrawLine(BlackPen, 20, 300, 20 + 2 * iDWba + 2 * iDWa, 300) 'เส้นตรงที่ความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาคเท่ากับ0

LblProp.Top = 290 + PictureBox8.Top

LblProp.Left = 30 + 2 * iDWba + 2 * iDWa + PictureBox8.Left

LblProp.Visible = True

If ListBDw.SelectedIndex Mod 2 = 0 Then 'ฟังก์ชันคู่

DWAmp = Math.Sqrt(2 * DWalfa) * Math.Cosh(DWa * DWalfa) / Math.Sqrt(2 * DWalfa * DWba * _

$(\text{Math.Cosh}(\text{DWa} * \text{DWalfa}) ^ 2) + (\text{Math.Sin}(\text{kDW} * \text{DWba}) ^ 2) * _$
 $(\text{Math.Sinh}(2 * \text{DWalfa} * \text{DWa}) + 2 * \text{DWalfa} * \text{DWa}))$

iDWFuC = 0

iDWFuCh = 0

For x = 20 To 19 + iDWba

DWFuCNex = DWAmP * Math.Sin(kDW * ((x - 19 - (60 * DWb)) / 60 + DWb))

iDWFuCNex = 50 * DWFuCNex

iDWFuCNexh = 50 * (DWFuCNex ^ 2)

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, x, 300 - iDWFuCh, x + 1, 300 - iDWFuCNexh)

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, x, 400 - iDWFuC, x + 1, 400 - iDWFuCNex)

iDWFuC = iDWFuCNex

iDWFuCh = iDWFuCNexh

Next

For x = 20 + iDWba To 19 + iDWba + 2 * iDWa

DWFuCNex = DWAmP * (Math.Sin(kDW * DWba) / Math.Cosh(DWa * DWalfa)) *
 Math.Cosh(DWalfa * ((x - 19 - (60 * DWb)) / 60))

iDWFuCNex = 50 * DWFuCNex

iDWFuCNexh = 50 * (DWFuCNex ^ 2)

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, x, 300 - iDWFuCh, x + 1, 300 - iDWFuCNexh)

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, x, 400 - iDWFuC, x + 1, 400 - iDWFuCNex)

iDWFuC = iDWFuCNex

iDWFuCh = iDWFuCNexh

Next

For x = 20 + iDWba + 2 * iDWa To 19 + 2 * iDWba + 2 * iDWa

DWFuCNex = -DWAmP * Math.Sin(kDW * ((x - 19 - (60 * DWb)) / 60 - DWb))

iDWFuCNex = 50 * DWFuCNex

iDWFuCNexh = 50 * (DWFuCNex ^ 2)

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, x, 300 - iDWFuCh, x + 1, 300 - iDWFuCNexh)

QMGrapDW.DrawLine(BlackPen, x, 400 - iDWFuC, x + 1, 400 - iDWFuCNex)

iDWFuC = iDWFuCNex

iDWFuCh = iDWFuCNexh

Next

ElseIf ListBDw.SelectedIndex Mod 2 = 1 Then ฟังก์ชันที่

$$DW_{amp} = \frac{\text{Math.Sqrt}(2 * DW_{alfa}) * \text{Math.Sinh}(DW_a * DW_{alfa})}{\text{Math.Sqrt}(2 * DW_{alfa} * DW_{ba} * \text{Math.Sinh}(DW_a * DW_{alfa})^2 + (\text{Math.Sin}(kDW * DW_{ba})^2) * \text{Math.Sinh}(2 * DW_{alfa} * DW_a) - 2 * DW_{alfa} * DW_a)}$$

iDWFuC = 0

iDWFuCh = 0

For x = 20 To 19 + iDWba

$$DWFuCNex = DW_{amp} * \text{Math.Sin}(kDW * ((x - 19) - (60 * DW_b)) / 60 + DW_b)$$

$$iDWFuCNex = 50 * DWFuCNex$$

$$iDWFuCNexh = 50 * (DWFuCNex^2)$$

$$QMGrpDW.DrawLine(\text{BlackPen}, x, 300 - iDWFuCh, x + 1, 300 - iDWFuCNexh)$$

$$QMGrpDW.DrawLine(\text{BlackPen}, x, 400 - iDWFuC, x + 1, 400 - iDWFuCNex)$$

$$iDWFuC = iDWFuCNex$$

$$iDWFuCh = iDWFuCNexh$$

Next

For x = 20 + iDWba To 19 + iDWba + 2 * iDWa

$$DWFuCNex = DW_{amp} * (\text{Math.Sin}(kDW * DW_{ba}) / \text{Math.Sinh}(DW_a * DW_{alfa})) * \text{Math.Sinh}(DW_{alfa} * ((x - 19) - (60 * DW_b)) / 60)$$

$$iDWFuCNex = -50 * DWFuCNex$$

$$iDWFuCNexh = 50 * (DWFuCNex^2)$$

$$QMGrpDW.DrawLine(\text{BlackPen}, x, 300 - iDWFuCh, x + 1, 300 - iDWFuCNexh)$$

$$QMGrpDW.DrawLine(\text{BlackPen}, x, 400 - iDWFuC, x + 1, 400 - iDWFuCNex)$$

$$iDWFuC = iDWFuCNex$$

$$iDWFuCh = iDWFuCNexh$$

Next

For x = 20 + iDWba + 2 * iDWa To 19 + 2 * iDWba + 2 * iDWa

$$DWFuCNex = DW_{amp} * \text{Math.Sin}(kDW * ((x - 19) - (60 * DW_b)) / 60 - DW_b)$$

$$iDWFuCNex = 50 * DWFuCNex$$

$$iDWFuCNexh = 50 * (DWFuCNex^2)$$

$$QMGrpDW.DrawLine(\text{BlackPen}, x, 300 - iDWFuCh, x + 1, 300 - iDWFuCNexh)$$

$$QMGrpDW.DrawLine(\text{BlackPen}, x, 400 - iDWFuC, x + 1, 400 - iDWFuCNex)$$

$$iDWFuC = iDWFuCNex$$

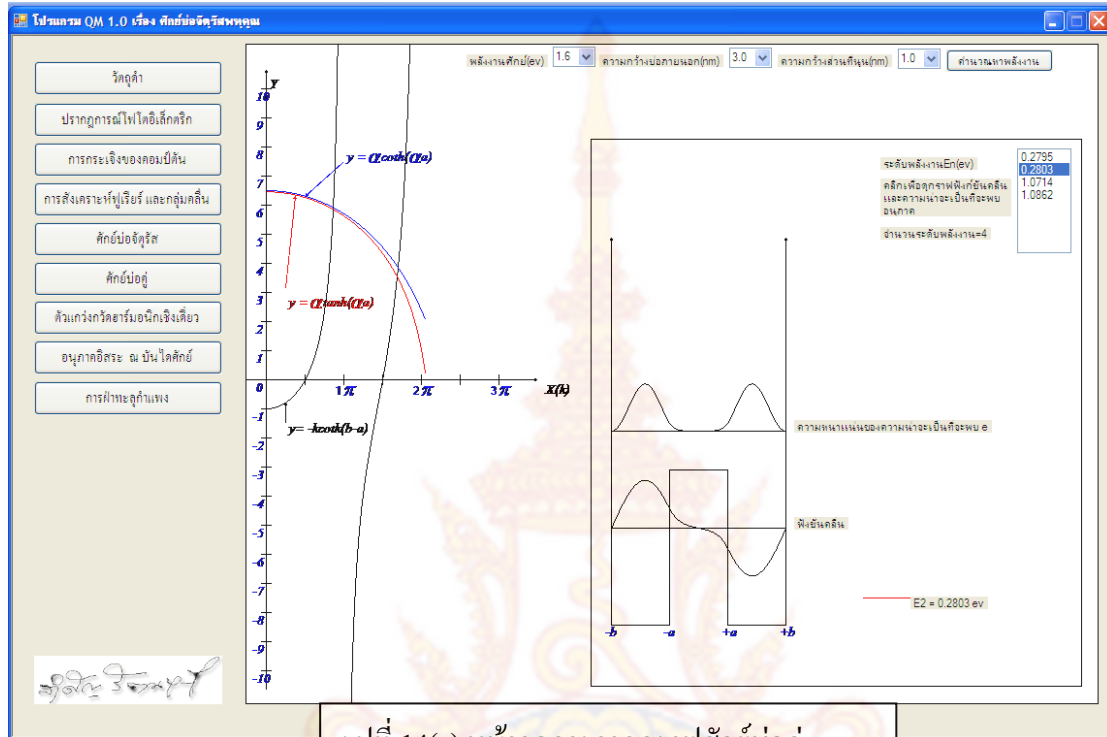
$$iDWFuCh = iDWFuCNexh$$

Next

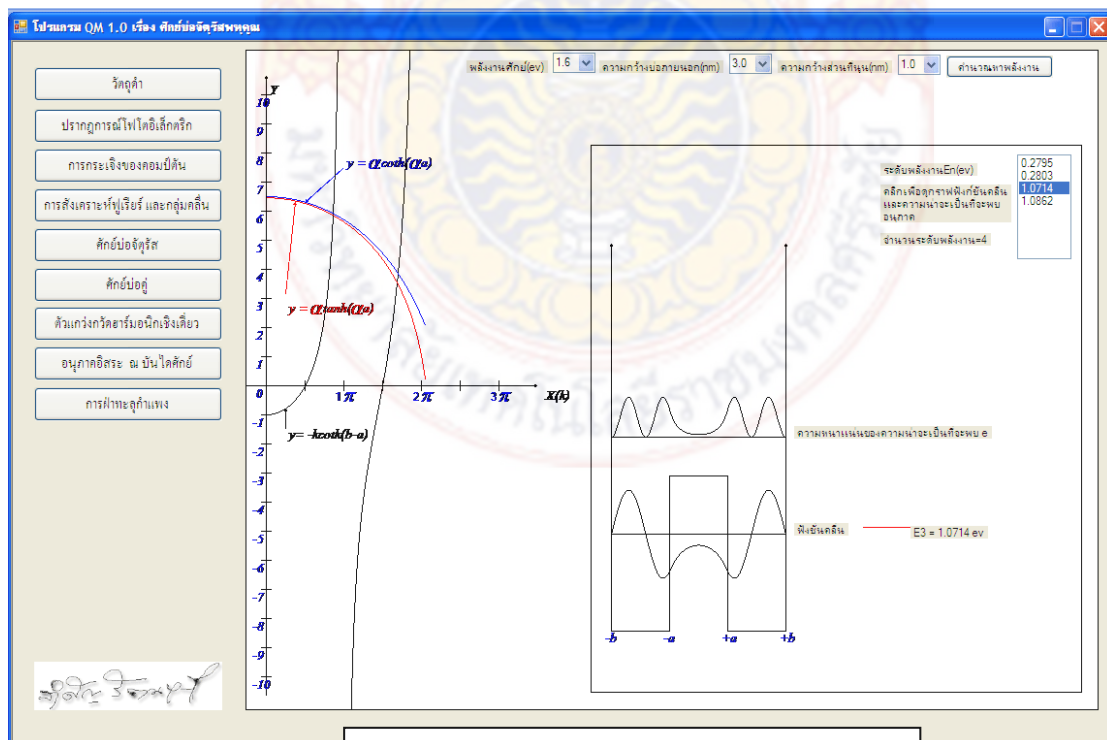
End If

End Sub

ในที่สุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟศักย์บ่อคู่ได้ดังรูป



รูปที่ 14(a) หน้าจอการวาดกราฟศักย์บ่อคู่



รูปที่ 14(b) หน้าจอการวาดกราฟศักย์บ่อคู่

2.1.9 การแกว่งกวัดฮาร์มอนิกเชิงเดี่ยว การเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

```

Private Sub XYShm() ' โปรแกรมย่อขนาดกราฟพลังงานศักย์และคำนวณหาค่าระดับพลังงาน

    iDWFuC% 'ตัวแปรเขียนกราฟShm
    iDWFuCNex% 'ตัวแปรเขียนกราฟShmถัดไป
    bmpSHM = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpSHM.MakeTransparent()
    QMGrapSHM = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpSHM)

    Me.PictureBox10.Image = bmpSHM
    BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor
    QMGrapSHM.DrawLine(BlackPen, 10, 600, 590, 600) 'แกนX
    QMGrapSHM.DrawLine(BlackPen, 300, 610, 300, 400) 'แกนY
    GrapBrush = Brushes.Blue
    QMGrapSHM.DrawString("การกระจัด(nm)", QmFont, GrapBrush, 590, 595) 'ชื่อแกนx
    QMGrapSHM.DrawString("พลังงานศักย์(ev)", QmFont, GrapBrush, 280, 390) 'ชื่อแกนy

    BlackPen.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat
    For x = 1 To 15
        QMGrapSHM.DrawLine(BlackPen, 295, 600 - 10 * x, 305, 600 - 10 * x) 'ขีดบนแกนY
        'QMGrapSHM.DrawString(Str(x), QmFont, GrapBrush, 278, 785 - 10 * x) 'ตัวเลขบนแกนY
    Next x
    For x = -1 To 1
        QMGrapSHM.DrawLine(BlackPen, 300 + 200 * x, 595, 300 + 200 * x, 605) 'ขีดบนแกน X
        QMGrapSHM.DrawString(Str(x), QmFont, GrapBrush, 295 + 200 * x, 600) 'ตัวเลขบนแกน X
    Next x
    kShm = 4 * (Pi ^ 2) * 511000 * (CmbShm.Text ^ 2) / ((3 * 10 ^ 5) ^ 2) 'คำนวณจากค่าความถี่ของการแกว่ง
และมวลอิเล็กตรอน

    iDWFuC = 10 * 0.5 * kShm * ((-1) ^ 2)
    For x = 100 To 499
        iDWFuCNex = 10 * 0.5 * kShm * (((x - 299) / 200) ^ 2)
        QMGrapSHM.DrawLine(BlackPen, x, 600 - iDWFuC, x + 1, 600 - iDWFuCNex) 'เขียนกราฟ

```



```

    iDWFuC = iDWFuCNex
Next
EoShm = CmbShm.Text * (10 ^ 12) * h / (2 * 1.6 * 10 ^ -19)
ListSHM.Items.Clear()
For x = 0 To 4
    EnShm = EoShm + (2 * x * EoShm)
    EnShmTex = EnShm.ToString("00.000")
    ListSHM.Items.Add(EnShmTex)
Next

End Sub
Private Sub ELevelSHM() 'โปรแกรมย่อขนาดกราฟฟิ่งชั้นคลื่น

    Me.PictureBox10.Image = bmpSHM

    AShm = 4 * em * (Pi ^ 2) * CmbShm.Text / (h * 10 ^ 6)

    Select Case z
    Case 0
        iDWFuC = 50 * ((AShm / Pi) ^ 0.25) * Ee ^ (-AShm * ((-290) / 200) ^ 2) / 2
        iDSqwFuC = 50 * (((AShm / Pi) ^ 0.25) * Ee ^ (-AShm * ((-290) / 200) ^ 2) / 2) ^ 2
        ColorPen1.Color = Color.Blue
        For x = 10 To 589
            iDWFuCNex = 50 * ((AShm / Pi) ^ 0.25) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)
            iDSqwFuCNex = 50 * (((AShm / Pi) ^ 0.25) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2))
            QMGrpSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 600 - y - iDWFuC, x + 1, 600 - y - iDWFuCNex) 'เขียน
กราฟระดับพลังงาน
            QMGrpSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 400 - y - iDSqwFuC, x + 1, 400 - y - iDSqwFuCNex)
'เขียนกราฟความน่าจะเป็น
            iDWFuC = iDWFuCNex
            iDSqwFuC = iDSqwFuCNex
        Next
        iDWFuC = 50 * ((AShm / Pi) ^ 0.25) * Ee ^ (-AShm * ((100) / 200) ^ 2) / 2
        iDSqwFuC = 50 * (((AShm / Pi) ^ 0.25) * Ee ^ (-AShm * ((100) / 200) ^ 2) / 2) ^ 2
        ColorPen1.Color = Color.Blue
        ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

```

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 570 - y, 400, 595 - y - iDWFuC) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 360 - y, 400, 395 - y - iDSqwFuC) 'เขียนกราฟโอกาสที่จะ

พบอนุภาค

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

Case 1

iDWFuC = $50 * ((4 * (AShm ^ 3) / Pi) ^ 0.25) * -1.45 * Ee ^ (-AShm * (((-290) / 200) ^ 2) / 2)$

iDSqwFuC = $50 * (((4 * (AShm ^ 3) / Pi) ^ 0.25) * -1.45 * Ee ^ (-AShm * (((-290) / 200) ^ 2) / 2)) ^ 2$

ColorPen1.Color = Color.Blue

For x = 10 To 589

iDWFuCNex = $50 * ((4 * (AShm ^ 3) / Pi) ^ 0.25) * ((x - 299) / 200) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)$

iDSqwFuCNex = $50 * (((4 * (AShm ^ 3) / Pi) ^ 0.25) * ((x - 299) / 200) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)) ^ 2$

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 600 - y - iDWFuC, x + 1, 600 - y - iDWFuCNex) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 400 - y - iDSqwFuC, x + 1, 400 - y - iDSqwFuCNex)

'เขียนกราฟความน่าจะเป็น

iDWFuC = iDWFuCNex

iDSqwFuC = iDSqwFuCNex

Next

iDWFuC = $50 * ((4 * (AShm ^ 3) / Pi) ^ 0.25) * 0.5 * Ee ^ (-AShm * (((100) / 200) ^ 2) / 2)$

iDSqwFuC = $50 * (((4 * (AShm ^ 3) / Pi) ^ 0.25) * 0.5 * Ee ^ (-AShm * (((100) / 200) ^ 2) / 2)) ^ 2$

ColorPen1.Color = Color.Blue

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 570 - y, 400, 595 - y - iDWFuC) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 360 - y, 400, 395 - y - iDSqwFuC) 'เขียนกราฟโอกาสที่จะ

พบอนุภาค

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

Case 2

iDWFuC = $50 * ((AShm / (4 * Pi)) ^ 0.25) * (2 * AShm * (1.45 ^ 2) - 1) * Ee ^ (-AShm * (((-290) / 200) ^ 2) / 2)$

iDSqwFuC = $50 * (((AShm / (4 * Pi)) ^ 0.25) * (2 * AShm * (1.45 ^ 2) - 1) * Ee ^ (-AShm * (((-290) / 200) ^ 2) / 2)) ^ 2$

ColorPen1.Color = Color.Blue

For x = 10 To 589

$iDWFuCNex = 50 * ((AShm / (4 * Pi)) ^ 0.25) * (2 * AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) - 1) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)$

$iDSqwFuCNex = 50 * (((AShm / (4 * Pi)) ^ 0.25) * (2 * AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) - 1) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)) ^ 2$

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 600 - y - iDWFuC, x + 1, 600 - y - iDWFuCNex) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 400 - y - iDSqwFuC, x + 1, 400 - y - iDSqwFuCNex) 'เขียนกราฟความน่าจะเป็น

iDWFuC = iDWFuCNex

iDSqwFuC = iDSqwFuCNex

Next

$iDWFuC = 50 * ((AShm / (4 * Pi)) ^ 0.25) * (2 * AShm * (0.5 ^ 2) - 1) * Ee ^ (-AShm * (((100) / 200) ^ 2) / 2)$

$iDSqwFuC = 50 * (((AShm / (4 * Pi)) ^ 0.25) * (2 * AShm * (0.5 ^ 2) - 1) * Ee ^ (-AShm * (((100) / 200) ^ 2) / 2)) ^ 2$

ColorPen1.Color = Color.Blue

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 570 - y, 400, 595 - y - iDWFuC) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 360 - y, 400, 395 - y - iDSqwFuC) 'เขียนกราฟโอกาสที่จะพบอนุภาค

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

Case 3

$ShmX = ((AShm ^ 3) / (9 * Pi)) ^ 0.25$

$ShmY = (-2) * (AShm) * ((-1.45) ^ 3) * Ee ^ (-AShm * (1.45 ^ 2) / 2)$

$ShmZ = 3 * (-1.45) * Ee ^ (-AShm * (1.45 ^ 2) / 2)$

$iDWFuC = 50 * ShmX * (ShmY + ShmZ)$

$iDSqwFuC = 50 * (ShmX * (ShmY + ShmZ)) ^ 2$

Label13.Text = ShmX

ColorPen1.Color = Color.Blue

For x = 10 To 589

$ShmY = (-2) * (AShm) * (((x - 299) / 200) ^ 3) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)$

$ShmZ = 3 * ((x - 299) / 200) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)$

$iDWFuCNex = 50 * ShmX * (ShmY + ShmZ)$

$iDSqwFuCNex = 50 * (ShmX * (ShmY + ShmZ)) ^ 2$

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 600 - y - iDWFuC, x + 1, 600 - y - iDWFuCNex) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 400 - y - iDSqwFuC, x + 1, 400 - y - iDSqwFuCNex)

'เขียนกราฟความน่าจะเป็น

iDWFuC = iDWFuCNex

iDSqwFuC = iDSqwFuCNex

Next

ShmY = (-2) * (AShm) * (0.5 ^ 3) * Ee ^ (-AShm * (0.5 ^ 2) / 2)

ShmZ = 3 * 0.5 * Ee ^ (-AShm * (0.5 ^ 2) / 2)

iDWFuC = 50 * ShmX * (ShmY + ShmZ)

iDSqwFuC = 50 * (ShmX * (ShmY + ShmZ)) ^ 2

ColorPen1.Color = Color.Blue

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 570 - y, 400, 595 - y - iDWFuC) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 360 - y, 400, 395 - y - iDSqwFuC) 'เขียนกราฟโอกาสที่จะ

พบอนุภาค

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

Case 4

ShmX = (24 ^ -0.5) * (AShm / Pi) ^ 0.25

ShmY = (-12) * AShm * ((-1.45) ^ 2) * Ee ^ (-AShm * (1.45 ^ 2) / 2)

ShmZ = 4 * (AShm ^ 2) * ((-1.45) ^ 4) * Ee ^ (-AShm * (1.45 ^ 2) / 2) + 3 * Ee ^ (-AShm * (1.45 ^ 2) / 2)

iDWFuC = 50 * ShmX * (ShmY + ShmZ)

iDSqwFuC = 50 * (ShmX * (ShmY + ShmZ)) ^ 2

ColorPen1.Color = Color.Blue

For x = 10 To 589

ShmY = (-12) * (AShm) * (((x - 299) / 200) ^ 2) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)

ShmZ = 4 * (AShm ^ 2) * (((x - 299) / 200) ^ 4) * Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2) + 3 *

Ee ^ (-AShm * (((x - 299) / 200) ^ 2) / 2)

iDWFuCNex = 50 * ShmX * (ShmY + ShmZ)

iDSqwFuCNex = 50 * (ShmX * (ShmY + ShmZ)) ^ 2

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 600 - y - iDWFuC, x + 1, 600 - y - iDWFuCNex) 'เขียน

กราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, x, 400 - y - iDSqwFuC, x + 1, 400 - y - iDSqwFuCNex)

'เขียนกราฟความน่าจะเป็น

iDWFuC = iDWFuCNex

iDSqwFuC = iDSqwFuCNex

Next

$ShmY = (-12) * (AShm) * (0.5 ^ 2) * Ee ^ (-AShm * (0.5 ^ 2) / 2)$

$ShmZ = 4 * (AShm ^ 2) * ((0.5) ^ 4) * Ee ^ (-AShm * (0.5 ^ 2) / 2) + 3 * Ee ^ (-AShm * (0.5 ^ 2) / 2)$

$iDWFuC = 50 * ShmX * (ShmY + ShmZ)$

$iDSqwFuC = 50 * (ShmX * (ShmY + ShmZ)) ^ 2$

ColorPen1.Color = Color.Blue

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.ArrowAnchor

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 570 - y, 400, 595 - y - iDWFuC) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 500, 360 - y, 400, 395 - y - iDSqwFuC) 'เขียนกราฟโอกาสที่จะ

พบอนุภาค

ColorPen1.EndCap = Drawing2D.LineCap.Flat

End Select

ColorPen1.Color = Color.Red

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 10, 400 - y, 590, 400 - y) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawLine(ColorPen1, 10, 600 - y, 590, 600 - y) 'เขียนกราฟระดับพลังงาน

QMGrapSHM.DrawString("ระดับพลังงานที่ " & z & " = " & EnShmSelect & " ev", QmFont, GrapBrush, 590, 580 - y)

QMGrapSHM.DrawString("ฟังก์ชันคลื่น ", QmFont, GrapBrush, 500, 550 - y)

QMGrapSHM.DrawString("โอกาสที่จะพบอนุภาค ", QmFont, GrapBrush, 500, 350 - y)

End Sub

เมื่อคลิก

ตัวแกว่งกวัดฮาร์โมนิกเชิงเดียว

จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

Private Sub BtSHM_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles

BtSHM.Click

PanelLogo.Visible = False

PanelBK.Visible = False

PanelPT.Visible = False

Panelcpton.Visible = False

PanelFurai.Visible = False

PanelSqWell.Visible = False

PanelDW.Visible = False

PanelFreeP.Visible = False

PanelBarrier.Visible = False

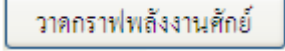

```

PanelSHM.Visible = True
PanelSHM.BringToFront()
Call XYShm()

```

```
LabelQM.Text = "ตัวแกว่งกวัดฮาร์มอนิกเชิงเดี่ยว"
```

```
End Sub
```

เมื่อคลิก  จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

```

Private Sub BtGShm_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtGShm.Click
    Call XYShm()
    ListSHM.Enabled = True
End Sub

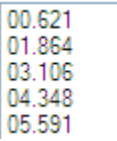
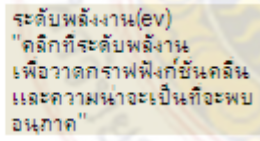
```

เมื่อคลิก  จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

```

Private Sub CmbShm_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
CmbShm.Click
    ListSHM.Items.Clear()
    ListSHM.Enabled = False
End Sub

```

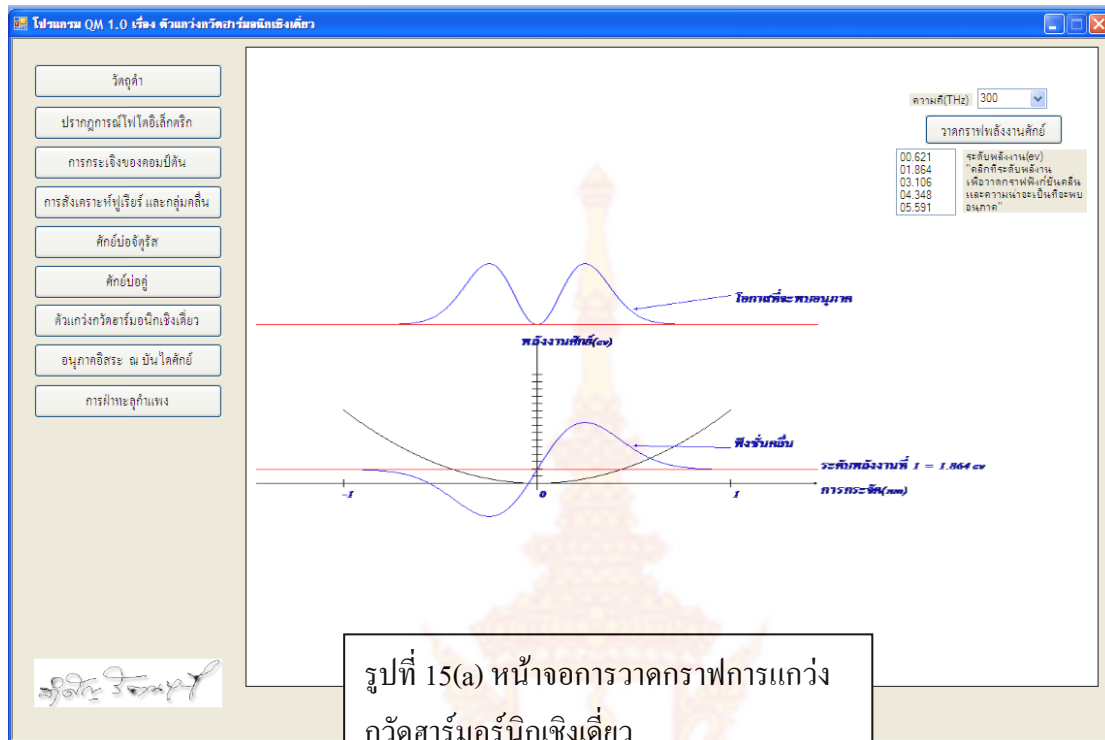
เมื่อคลิก   จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

```

Private Sub ListSHM_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ListSHM.Click
    y = 10 * ListSHM.Text
    z = ListSHM.SelectedIndex
    EnShmSelect = ListSHM.Text
    Call XYShm()
    Call ELavelSHM()
End Sub

```


ในที่สุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟการแกว่งกวัดฮาร์มอนิกเชิงเดี่ยว ได้ดังรูป



2.1.10 อนุภาคอิสระ ณ บันไดศักร์ การเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

```

Private Sub FreeP() ‘วาดกราฟอนุภาคอิสระ ณ บันไดศักร์
    bmpFreeP = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpFreeP.MakeTransparent()
    QMGrapFreeP = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpFreeP)
    FreVo = CmbFreePVo.Text
    FreE = CmbFreePE.Text
    FreFont = New Font("Angsana New", 20, FontStyle.Italic)

    QMGrapFreeP.DrawLine(Pens.Black, 100, 300, 400, 300)
    QMGrapFreeP.DrawLine(Pens.Black, 400, 300, 400, 300 + 5 * FreVo)
    QMGrapFreeP.DrawLine(Pens.Black, 400, 300 + 5 * FreVo, 700, 300 + 5 * FreVo)
    QMGrapFreeP.DrawString("พลังงาน E = " & CmbFreePE.Text & " eV " & "พลังงานศักย์ Vo = " &
CmbFreePVo.Text & " eV", FreFont, GrapBrush, 200, 550)

    Ka = 0.64415 * Math.Sqrt(FreE)
    Kb = 0.64415 * Math.Sqrt(FreE + FreVo)
    FreA = 1
    FreB = (Ka - Kb) / (Ka + Kb)
    FreFuc = (FreA ^ 2) + (FreB ^ 2) + (2 * FreA * FreB * Math.Cos(2 * Ka * (-300) / 100))
    iFreFuc = 100 * FreFuc
    For x = 100 To 400
        FreFucNex = (FreA ^ 2) + (FreB ^ 2) + (2 * FreA * FreB * Math.Cos(2 * Ka * (x - 399) / 100))
        iFreFucNex = 100 * FreFucNex
        QMGrapFreeP.DrawLine(Pens.Blue, x, 500 - iFreFuc, x + 1, 500 - iFreFucNex)
        iFreFuc = iFreFucNex
    Next
    FreC = 100 * (2 * Ka * FreA / (Ka + Kb)) ^ 2
    QMGrapFreeP.DrawLine(Pens.Blue, 400, 500 - FreC, 700, 500 - FreC)
    QMGrapFreeP.DrawLine(Pens.Black, 100, 500, 700, 500)

    Me.PictureBox11.Image = bmpFreeP

End Sub

```

เมื่อคลิก อนุภาคอิสระ ณ บันไดศักดิ์ จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub BtFreeP_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtFreeP.Click
    PanelLogo.Visible = False
    PanelBK.Visible = False
    PanelPT.Visible = False
    Panelcopton.Visible = False
    PanelFurai.Visible = False
    PanelSqWell.Visible = False
    PanelDW.Visible = False
    PanelFreeP.Visible = False
    PanelSHM.Visible = False
    PanelFreeP.Visible = True
    PanelBarrier.Visible = False

    PanelFreeP.BringToFront()
    LabelQM.Text = "อนุภาคอิสระ ณ บันไดศักดิ์"
    Call FreeP()

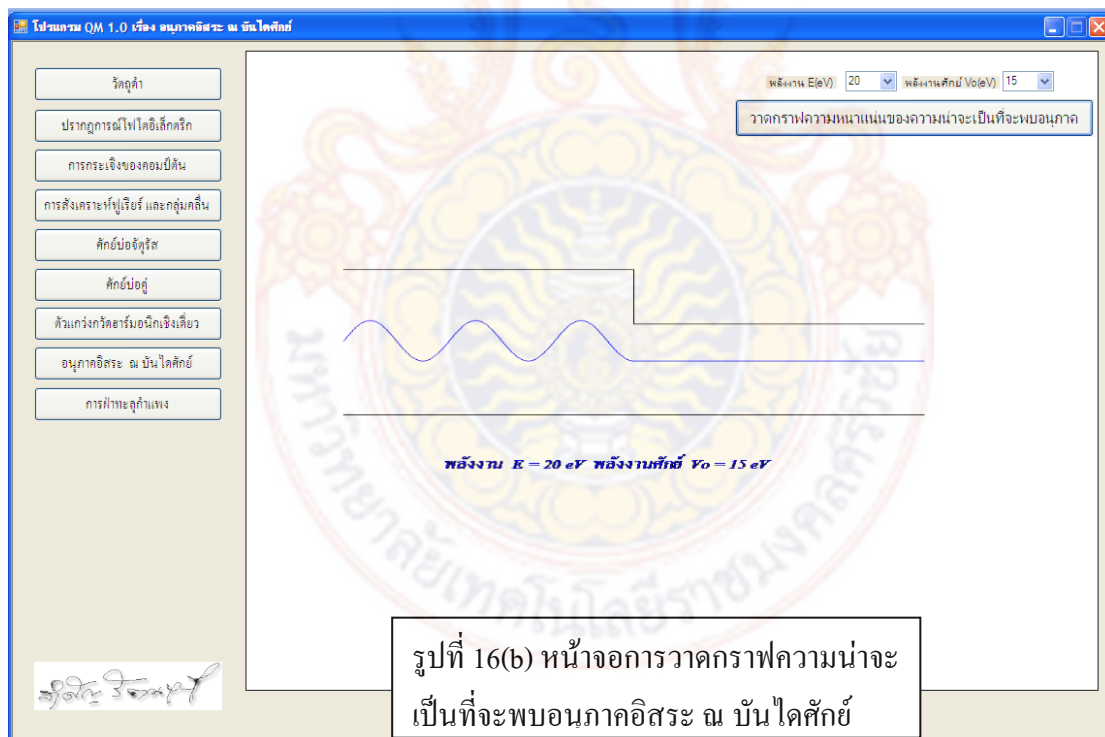
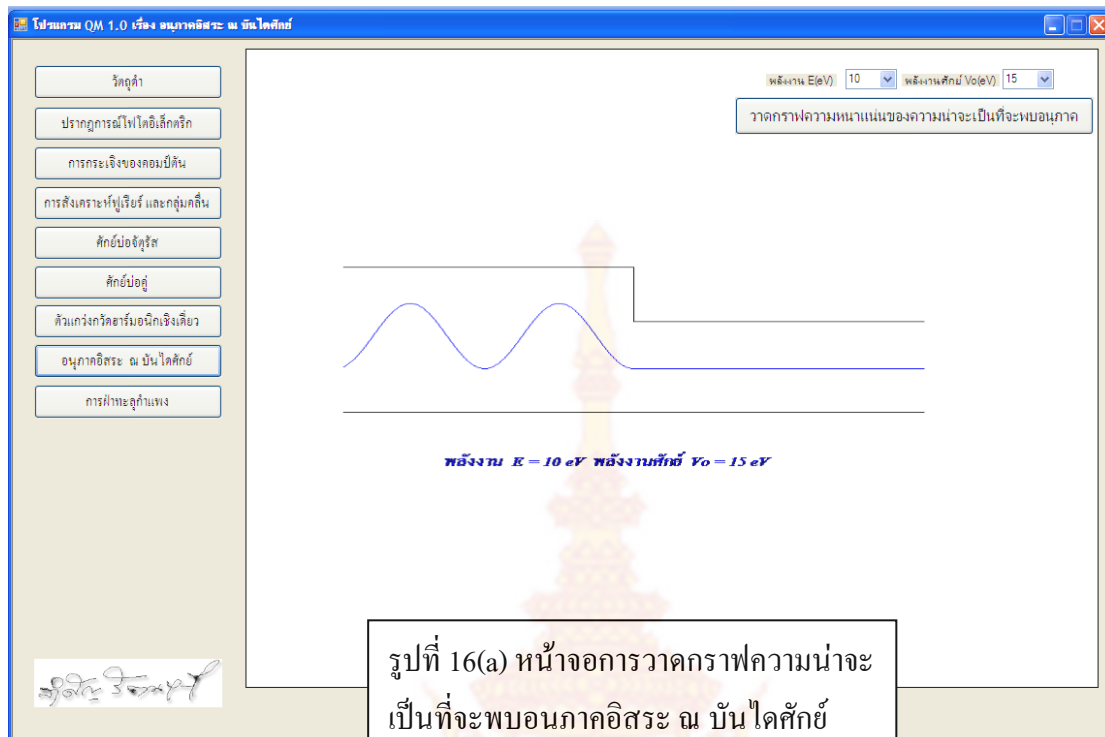
End Sub
```

เมื่อคลิก วาดกราฟความหนาแน่นของความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาค จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้มาใช้

```
Private Sub BtFreePG_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtFreePG.Click
    Call FreeP()

End Sub
```

ในที่สุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาคอิสระ ณ บันไดศักย์ได้ดังรูป



2.1.11 การทะลุผ่านกำแพง การเขียนโปรแกรมจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

```

Private Sub Barrier()
    bmpBarrier = New System.Drawing.Bitmap(880, 880,
System.Drawing.Imaging.PixelFormat.Format24bppRgb)
    bmpBarrier.MakeTransparent()
    QMGrapBarrier = System.Drawing.Graphics.FromImage(bmpBarrier)
    BarrierVo = CmbBarVo.Text
    BarrierE = CmbBarE.Text
    BarrierA = CmbBarA.Text
    y = 50 * BarrierA
    BarAA = 1 'AA*
    FreFont = New Font("Angsana New", 20, FontStyle.Italic)

    QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Black, 100, 400, 400 - y, 400)
    QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Black, 400 - y, 400, 400 - y, 400 - 10 * BarrierVo)
    QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Black, 400 - y, 400 - 10 * BarrierVo, 400, 400 - 10 * BarrierVo)
    QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Black, 400, 400 - 10 * BarrierVo, 400, 400)
    QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Black, 400, 400, 700, 400)

    KBar = 0.64415 * Math.Sqrt(BarrierE)
    AlfaBar = 0.64415 * Math.Sqrt(BarrierVo - BarrierE)
    GBar = 0.64415 * Math.Sqrt(Math.Abs(BarrierVo - BarrierE))

    If BarrierVo > BarrierE Then

        PBar = 2 * (KBar ^ 4 - (AlfaBar ^ 4)) * (Math.Sinh(AlfaBar * BarrierA) ^ 2) * Math.Cos(2 * KBar *
(BarrierA - (300 / 50)))
        PBar = PBar - 2 * KBar * AlfaBar * (KBar ^ 2 + AlfaBar ^ 2) * Math.Sinh(2 * AlfaBar * BarrierA) *
Math.Sin(2 * KBar * (BarrierA + (-300) / 50))
        PBar = PBar / ((2 * KBar * AlfaBar) ^ 2 + ((KBar ^ 2 + AlfaBar ^ 2) * Math.Sinh(AlfaBar * BarrierA))
^ 2)

        BarR = 4 * BarrierE * (BarrierVo - BarrierE)
        BarR = BarR / ((BarrierVo * Math.Sinh(AlfaBar * BarrierA)) ^ 2)
        BarR = BarR + 1
        BarR = BarR ^ -1
    
```

```

BarFuc = BarAA * (1 + BarR + PBar)
iBarFuc = 50 * BarFuc
For x = 100 To (399 - 50 * BarrierA)
    QBar = 2 * (KBar ^ 4 - (AlfaBar ^ 4)) * (Math.Sinh(AlfaBar * BarrierA) ^ 2) * Math.Cos(2 * KBar *
(BarrierA + ((x - 399) / 50)))
    QBar = QBar - 2 * KBar * AlfaBar * (KBar ^ 2 + AlfaBar ^ 2) * Math.Sinh(2 * AlfaBar * BarrierA)
* Math.Sin(2 * KBar * (BarrierA + (x - 399) / 50))
    QBar = QBar / ((2 * KBar * AlfaBar) ^ 2 + (((KBar ^ 2) + (AlfaBar ^ 2)) * Math.Sinh(AlfaBar *
BarrierA)) ^ 2)
    BarFucNex = BarAA * (1 + BarR + QBar)
    iBarFucNex = 50 * BarFucNex
    QMGrpBarrier.DrawLine(Pens.Green, x, 400 - iBarFuc, x + 1, 400 - iBarFucNex)
    iBarFuc = iBarFucNex
Next

For x = (400 - 50 * BarrierA) To 399
    BarFucNex = BarAA * (2 * (KBar ^ 2) * ((AlfaBar ^ 2) + (KBar ^ 2)) * Math.Cosh(2 * AlfaBar * (x
- 399) / 50) + ((2 * KBar ^ 2) * ((AlfaBar ^ 2) - (KBar ^ 2))))
    BarFucNex = BarFucNex / ((2 * KBar * AlfaBar) ^ 2 + (((KBar ^ 2) + (AlfaBar ^ 2)) *
Math.Sinh(AlfaBar * BarrierA)) ^ 2)
    iBarFucNex = 50 * BarFucNex
    QMGrpBarrier.DrawLine(Pens.Green, x, 400 - iBarFuc, x + 1, 400 - iBarFucNex)
    iBarFuc = iBarFucNex
Next

ElseIf BarrierVo < BarrierE Then
    TexBa = Pi / GBar
    TexBar = TexBa.ToString("0.0000")
    PBar = 2 * (KBar ^ 4 - (GBar ^ 4)) * (-1) * (Math.Sin(GBar * BarrierA) ^ 2) * Math.Cos(2 * KBar *
(BarrierA - (300 / 50)))
    PBar = PBar + 2 * KBar * GBar * (KBar ^ 2 - GBar ^ 2) * Math.Sin(2 * GBar * BarrierA) * Math.Sin(2
* KBar * (BarrierA + (-300) / 50))
    PBar = PBar / ((-1) * (2 * KBar * GBar) ^ 2 - ((KBar ^ 2 - GBar ^ 2) * Math.Sin(GBar * BarrierA)) ^ 2)
    BarR = 4 * BarrierE * (BarrierVo - BarrierE)
    BarR = (-1) * BarR / ((BarrierVo * Math.Sin(GBar * BarrierA)) ^ 2)
    BarR = BarR + 1
    BarR = BarR ^ -1

```



```

BarFuc = BarAA * (1 + BarR + PBar)
iBarFuc = 50 * BarFuc
For x = 100 To (399 - 50 * BarrierA)
    QBar = 2 * (KBar ^ 4 - (GBar ^ 4)) * (-1) * (Math.Sin(GBar * BarrierA) ^ 2) * Math.Cos(2 * KBar *
(BarrierA + ((x - 399) / 50)))
    QBar = QBar + 2 * KBar * GBar * (KBar ^ 2 - GBar ^ 2) * Math.Sin(2 * GBar * BarrierA) *
Math.Sin(2 * KBar * (BarrierA + (x - 399) / 50))
    QBar = (-1) * QBar / ((2 * KBar * GBar) ^ 2 + (((KBar ^ 2) - (GBar ^ 2)) * Math.Sin(GBar *
BarrierA) ^ 2))
    BarFucNex = BarAA * (1 + BarR + QBar)
    iBarFucNex = 50 * BarFucNex
    QMGrpBarrier.DrawLine(Pens.Green, x, 400 - iBarFuc, x + 1, 400 - iBarFucNex)
    iBarFuc = iBarFucNex
Next

For x = (400 - 50 * BarrierA) To 399
    BarFucNex = BarAA * (2 * (KBar ^ 2) * ((KBar ^ 2) - (GBar ^ 2)) * Math.Cos(2 * GBar * (x - 399) /
50) + ((2 * KBar ^ 2) * (-1) * ((GBar ^ 2) + (KBar ^ 2))))
    BarFucNex = (-1) * BarFucNex / ((2 * KBar * GBar) ^ 2 + (((KBar ^ 2) - (GBar ^ 2)) *
Math.Sin(GBar * BarrierA) ^ 2))
    iBarFucNex = 50 * BarFucNex
    QMGrpBarrier.DrawLine(Pens.Green, x, 400 - iBarFuc, x + 1, 400 - iBarFucNex)
    iBarFuc = iBarFucNex
Next
QMGrpBarrier.DrawString("ความขามคลื่นของความหนาแน่นของความน่าจะเป็นบริเวณกำแพงศักย์ =
" & TexBar & " nm", FreFont, GrapBrush, 100, 150)

End If

QMGrpBarrier.DrawLine(Pens.Green, 400, 400 - iBarFucNex, 700, 400 - iBarFucNex)
QMGrpBarrier.DrawString("พลังงาน E = " & CmbBarE.Text & " eV " & "พลังงานศักย์ Vo = " &
CmbBarVo.Text & " eV" & " ความหนากำแพงศักย์ b = " & CmbBarA.Text & " nm", FreFont, GrapBrush,
100, 410)

```

วาดกราฟระหว่าง T และ E/Vo

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 450, 600, 450)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 450, 100, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 850, 600, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 600, 450, 600, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 810, 600, 810)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 770, 600, 770)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 730, 600, 730)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 690, 600, 690)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 650, 600, 650)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 610, 600, 610)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 570, 600, 570)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 530, 600, 530)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 100, 490, 600, 490)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 150, 450, 150, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 200, 450, 200, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 250, 450, 250, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 300, 450, 300, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 350, 450, 350, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 400, 450, 400, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 450, 450, 450, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 500, 450, 500, 850)

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Purple, 550, 450, 550, 850)

iBarFuc = 0

For x = 100 To 148

BarFucNex = 4 * ((x - 99) / 50) * (1 - ((x - 99) / 50))

BarFucNex = BarFucNex / (4 * ((x - 99) / 50) * (1 - ((x - 99) / 50)) + (Math.Sinh(4 * Math.Sqrt((1 - ((x - 99) / 50)))) ^ 2)

iBarFucNex = 400 * BarFucNex

QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Black, x, 850 - iBarFuc, x + 1, 850 - iBarFucNex)

iBarFuc = iBarFucNex

Next

For x = 150 To 599

```

BarFucNex = 4 * (x - 99) / 50 * (((x - 99) / 50) - 1)
BarFucNex = BarFucNex / (4 * (x - 99) / 50 * (((x - 99) / 50) - 1) + (Math.Sin(4 * Math.Sqrt(((x - 99) /
50) - 1))) ^ 2)
iBarFucNex = 400 * BarFucNex
QMGrapBarrier.DrawLine(Pens.Black, x, 850 - iBarFuc, x + 1, 850 - iBarFucNex)
iBarFuc = iBarFucNex

Next
QMGrapBarrier.DrawString("0....." & "1....." & "2....." & "3....." & "4....." & "5....." &
"6....." & "7....." & "8....." & "9....." & "10 E/Vo", FreFont, GrapBrush, 95, 845)
QMGrapBarrier.DrawString("0.1", FreFont, GrapBrush, 70, 785)
QMGrapBarrier.DrawString("0.2", FreFont, GrapBrush, 70, 745)
QMGrapBarrier.DrawString("0.3", FreFont, GrapBrush, 70, 705)
QMGrapBarrier.DrawString("0.4", FreFont, GrapBrush, 70, 665)
QMGrapBarrier.DrawString("0.5", FreFont, GrapBrush, 70, 625)
QMGrapBarrier.DrawString("0.6", FreFont, GrapBrush, 70, 585)
QMGrapBarrier.DrawString("0.7", FreFont, GrapBrush, 70, 545)
QMGrapBarrier.DrawString("0.8", FreFont, GrapBrush, 70, 505)
QMGrapBarrier.DrawString("0.9", FreFont, GrapBrush, 70, 465)
QMGrapBarrier.DrawString("1.0", FreFont, GrapBrush, 70, 425)
QMGrapBarrier.DrawString("T", FreFont, GrapBrush, 50, 425)
Me.PictureBox12.Image = bmpBarrier

End Sub

```

เมื่อคลิก

การฟ้าทะลุกำแพง

จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

```

Private Sub BtBar_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles BtBar.Click

```

```

PanelLogo.Visible = False
PanelBK.Visible = False
PanelPT.Visible = False
Panelcopton.Visible = False
PanelFurai.Visible = False
PanelSqWell.Visible = False

```

PanelDW.Visible = False

PanelFreeP.Visible = False

PanelSHM.Visible = False

PanelFreeP.Visible = False

PanelBarrier.Visible = True

PanelBarrier.BringToFront()

Me.Text = "โปรแกรม QM 1.0 เรื่อง การทะลุผ่านกำแพง"

Call Barrier()

End Sub

เมื่อคลิก วาดกราฟความหนาแน่นของความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาค จะเรียกโปรแกรมย่อยต่อไปนี้มาใช้

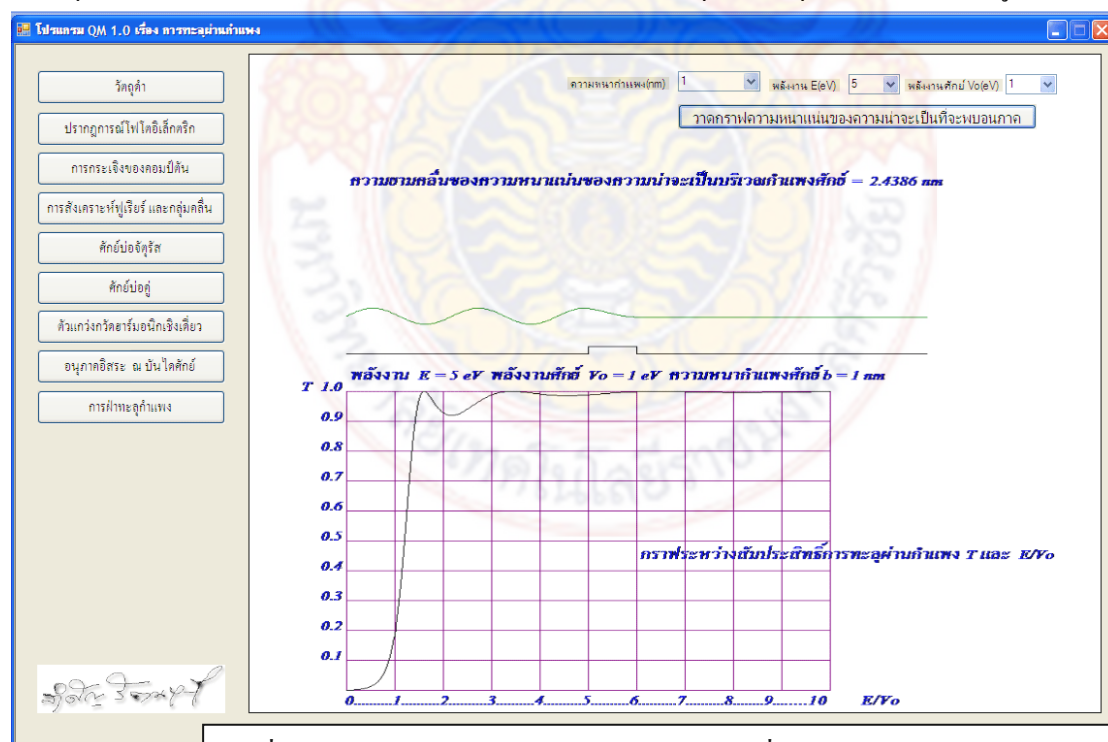
Private Sub BtBarrier_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)

Handles BtBarrier.Click

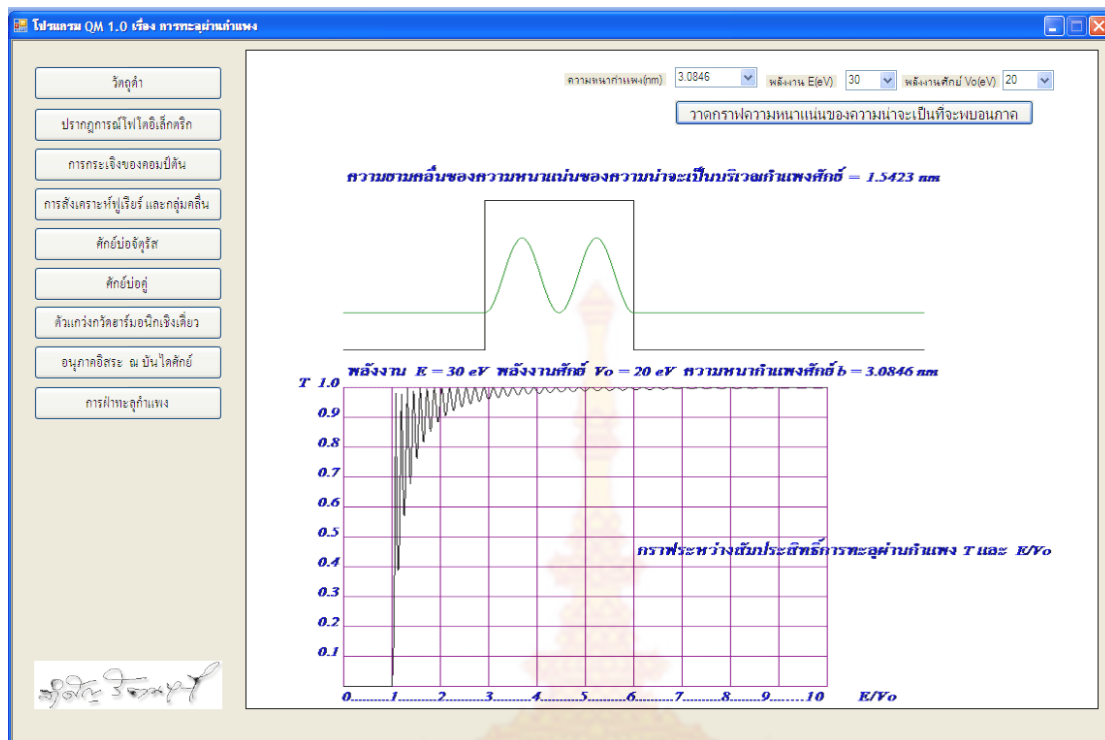
Call Barrier()

End Sub

ในที่สุดโปรแกรมสามารถวาดกราฟความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาคทะลุผ่านกำแพงได้ดังรูป



รูปที่ 17(a) หน้าจอการวาดกราฟความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาคทะลุผ่านกำแพง และสัมประสิทธิ์การทะลุผ่านกำแพง T



รูปที่ 17(b) หน้าจอการวาดกราฟความน่าจะเป็นที่จะพบอนุภาคทะลุผ่านกำแพง และสัมประสิทธิ์การทะลุผ่านกำแพง T

2.2 ข้อวิจารณ์(Discussion)ผลการวิจัยที่ได้ทั้งหมด

การเขียนโปรแกรมผู้วิจัยควรศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับกลศาสตร์ควอนตัมให้เข้าใจอย่างละเอียด เมื่อใช้โปรแกรมไปวิเคราะห์เนื้อหาในแต่ละหัวข้อก็ยิ่งเข้าใจได้มากขึ้น อาจจะร่วมมือกับนักวิจัยสาขาอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน

บทที่ 3

สรุป(Conclusion)

จากการศึกษาวิจัยสามารถสร้างโปรแกรมที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเทคนิคต่าง ๆ และประสบการณ์ ที่ได้จากการเขียน โปรแกรมนี้ ผู้ที่สนใจสามารถนำไปพัฒนาประยุกต์ใช้กับ โปรแกรมอื่น ๆ ได้อีกด้วย



เอกสารอ้างอิง

1. Frederick J. Francis. Dryer Technology and Engineering. *Wiley Encyclopedia of food Science and Technology*, Vol.1, 2ed 2000. 524.
2. K. Mosters. *Spray Drying Handbook*, 3ed. George Gadwin Limited, 1976.
3. <http://www.powderbulk.com>
4. นพ ศักดิ์เศรษฐี และสมพร ฌ นคร .มิ่งคุณ.กรุงเทพฯ.บริษัท ราไทยเพรส จำกัด,2545.
5. วันดี กฤษณพันธ์. สมุนไพรนำสู่โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ:ประพันธ์สาส์น, 2541.
6. คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.ฟิสิกส์ 1.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2538

