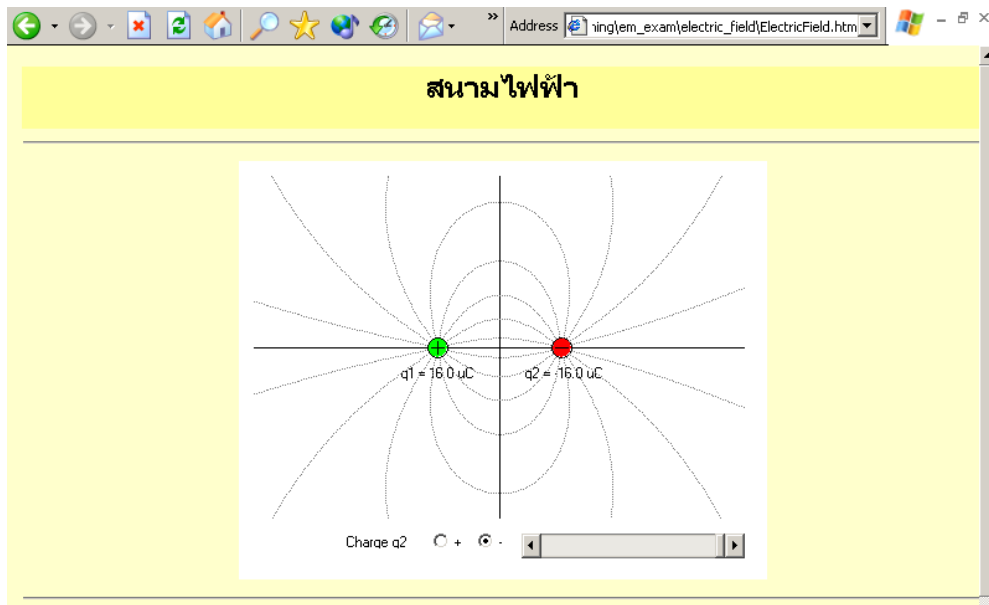




ส่วนที่ 4 แบบฝึกหัด Applet



- การเลี้ยวเบนของประจุ
- สนามไฟฟ้า
- ทิศทางของสนามไฟฟ้า 1
- ทิศทางของสนามไฟฟ้า 2
- ทิศทางของสนามไฟฟ้า 3
- ไฟฟ้าสถิต 01
- ไฟฟ้าสถิต 02
- ไฟฟ้าสถิต 03
- ไฟฟ้าสถิต 04
- ไฟฟ้าสถิต 05
- ไฟฟ้าสถิต 06



จุดประสงค์ของการจัดแบบฝึกหัด Applet

เพื่อให้ นักศึกษาศึกษาเกี่ยวกับแรงระหว่างประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้า และการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านสนามสม่ำเสมอได้ โดยการเรียนรู้ผ่านการทดลองเสมือนที่เกิดขึ้น

วิธีการทดลอง

1. ที่หน้าจอหลัก นำเมาส์ไปคลิกที่ แบบฝึกหัด Applet ซึ่งอยู่ที่ด้านขวาของจอภาพ จะปรากฏภาพหน้าจอดังรูป

2. นักศึกษาต้องการศึกษาที่หัวข้อใด สามารถนำเมาส์ไปคลิกที่หัวข้อนั้น ๆ ได้ โดยในแบบฝึกหัดชุดนี้ประกอบด้วย
 - การเคลื่อนที่ของประจุ
 - สนามไฟฟ้า
 - ทิศทางของสนามไฟฟ้า 1
 - ทิศทางของสนามไฟฟ้า 2
 - ทิศทางของสนามไฟฟ้า 3

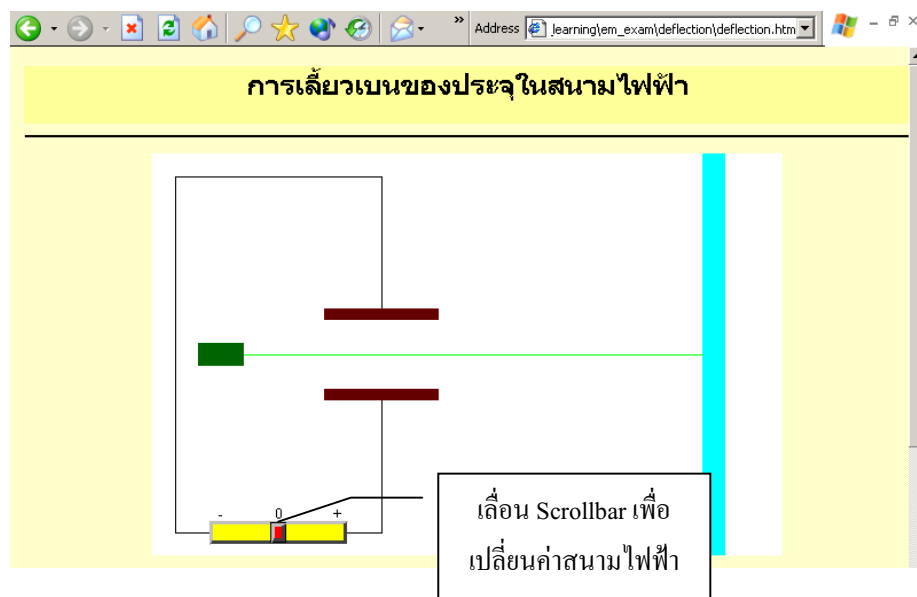


- ไฟฟ้าสถิต 01
- ไฟฟ้าสถิต 02
- ไฟฟ้าสถิต 03
- ไฟฟ้าสถิต 04
- ไฟฟ้าสถิต 05
- ไฟฟ้าสถิต 06

ซึ่งแต่ละแบบฝึกหัดมีรายละเอียดดังนี้

1. การเลี้ยวเบนของประจุ

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “การเลี้ยวเบนของประจุ” จะปรากฏหน้าจอดังรูป



2. จากภาพหน้าจอแสดงประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ภายใต้สนามไฟฟ้า จะเกิดแรงกระทำบนประจุนั้น ตามสมการ $F = qE$ นักศึกษาสามารถสังเกตผลของ สนามไฟฟ้า (ที่อยู่ระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนาน สีน้ำตาล) ที่มีผลต่อลำแสงอิเล็กตรอน (เส้นสีเขียว) ที่เปลี่ยนไปเมื่อนักศึกษาเปลี่ยนค่า สนามไฟฟ้า โดยการเลื่อน scrollbar (แถบสีแดง)
3. เมื่อเลื่อนหน้าจอลง จะมีคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจ ดังรูป



คลิกปุ่มนี้ เพื่อ
กลับสู่ หน้า
จอหลัก

Address: learning\em_exam\deflection\deflection.htm

ปรากฏไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ภายใต้สนามไฟฟ้าจะเกิดแรงกระทำบนประจุนั้น ตามสมการ $F = qE$ นักศึกษาสามารถสังเกตผลของ สนามไฟฟ้า (ที่อยู่ระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนาน สีนํ้าตาล) ที่มีผลต่อลำแสงอิเล็กตรอน (เส้นสีเขียว) ที่เปลี่ยนไปเมื่อนักศึกษาเปลี่ยนค่า สนามไฟฟ้า โดยการเลื่อน scrollbar (แถบสีแดง)

คำถาม

1. ทิศของสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่ขนานมีทิศทางอย่างไร ?
คำตอบ :


ทิศจากแผ่นบวกไปยังแผ่นลบ
 ทิศจากแผ่นลบไปยังแผ่นลบ

2. ถ้าสนามไฟฟ้าที่มีค่าเป็นบวกมากขึ้นทิศของลำแสงอิเล็กตรอนจะมีทิศทางอย่างไร ?
คำตอบ :

เบี่ยงด้านบน
 เบี่ยงด้านล่าง

เมื่อคลิกเลือก
คำตอบ ช่องคำตอบ
จะ
แสดงผลออก

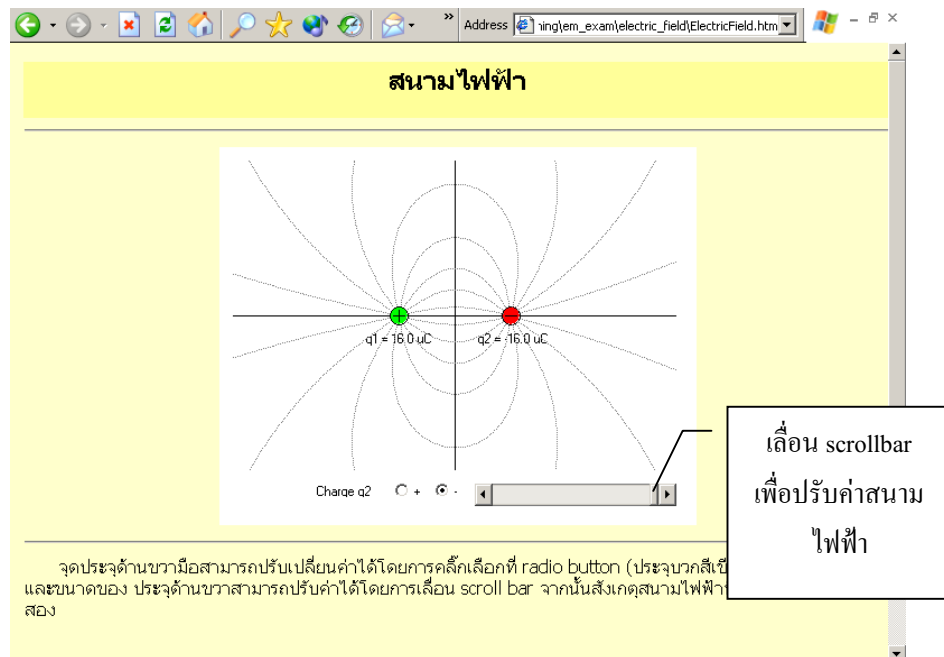
Credits
พัฒนาปรับปรุง โดยภาควิชาฟิสิกส์มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์


4. โดยเมื่อคลิกที่คำตอบที่เลือก จะปรากฏคำแนะนำเกิดขึ้นในช่องคำแนะนำ ดังรูป
5. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก



2. สนามไฟฟ้า

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “สนามไฟฟ้า” จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป

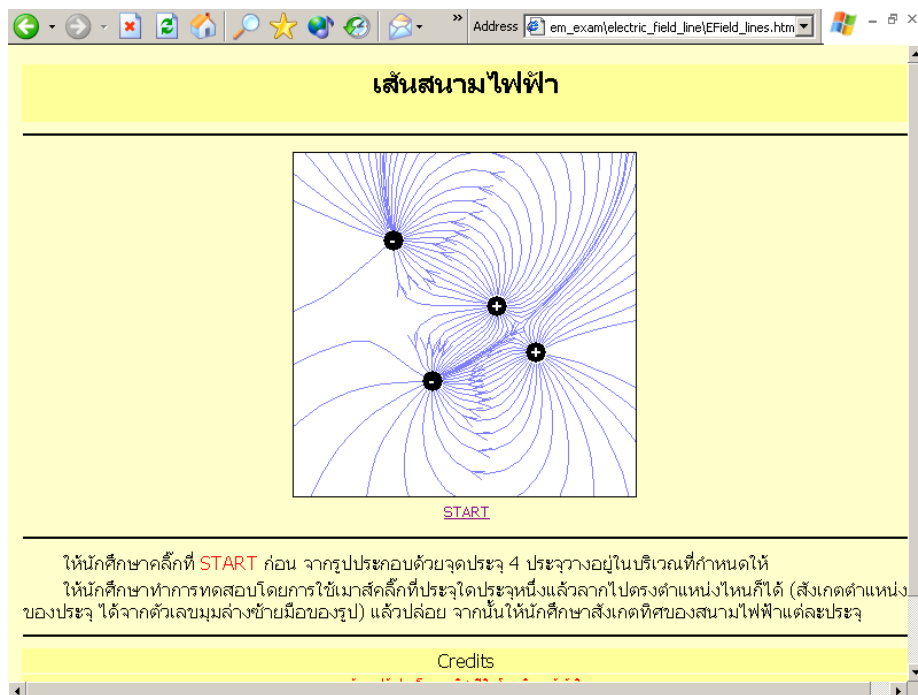



2. จากภาพหน้าจอแสดงจุดประจุด้านขวามือสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้โดยการคลิกเลือกที่ radio button (**ประจุบวกสีเขียว ประจุลบสีแดง**) และขนาดของประจุด้านขวาสามารถปรับค่าได้โดยการเลื่อน scroll bar จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนประจุทั้งสอง
3. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก



3. ทิศทางของสนามไฟฟ้า1

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ทิศทางของสนามไฟฟ้า1” จะปรากฏหน้าจอดังรูป

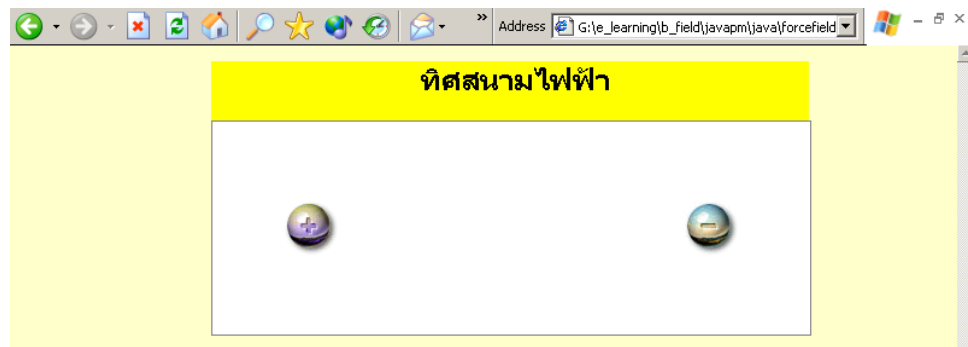


2. จากภาพหน้าจอจะแสดงสนามไฟฟ้าก็ต่อเมื่อนักศึกษาคlickที่ **START** ก่อน ดังนั้นจะเห็นภาพซึ่งประกอบด้วยจุดประจุ 4 ประจุวางอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้
3. ให้นักศึกษาทำการทดสอบโดยการใช้เมาส์คลิกที่ประจุใดประจุหนึ่ง แล้วลากไปตรงตำแหน่งไหนก็ได้ (สังเกตตำแหน่งของประจุ ได้จากตัวเลขมุมล่างซ้ายมือของรูป) แล้วปล่อย จากนั้นให้นักศึกษาสังเกตทิศของสนามไฟฟ้าแต่ละประจุ
4. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก




4. ทิศทางของสนามไฟฟ้า 2

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ทิศทางของสนามไฟฟ้า 2” จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



2. จากรูปแสดงประจุไฟฟ้าสองประจุคือประจุบวกและประจุลบ ให้นักศึกษาคลิกเมาส์ค้างไว้แล้วลาก หรือ คลิกเมาส์แล้วปล่อย บริเวณที่ว่างภายในกรอบสี่ขาวซึ่งประจุทั้งสองวางอยู่ นักศึกษาจะสังเกตเห็นทิศทางของสนามไฟฟ้า แสดงตามทิศของหัวลูกศรได้ ดังรูป

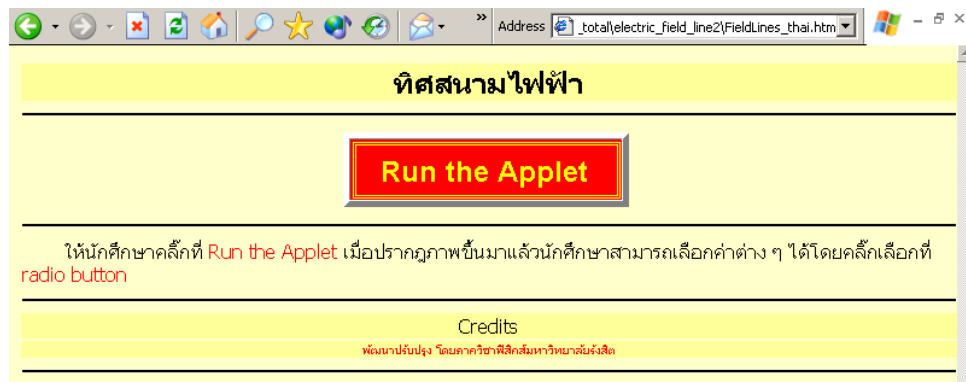


3. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก

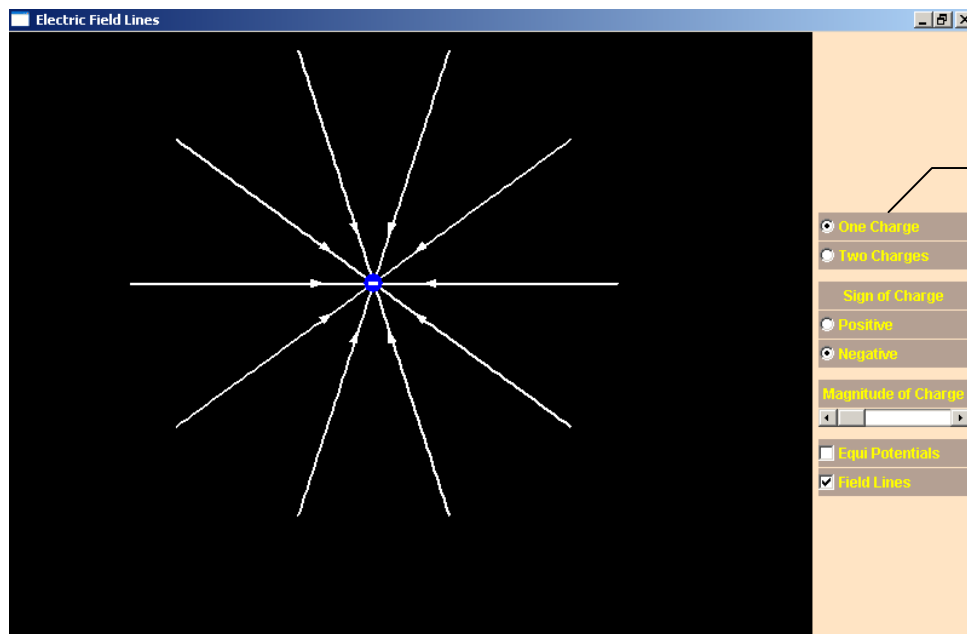


5. ทิศทางของสนามไฟฟ้า3

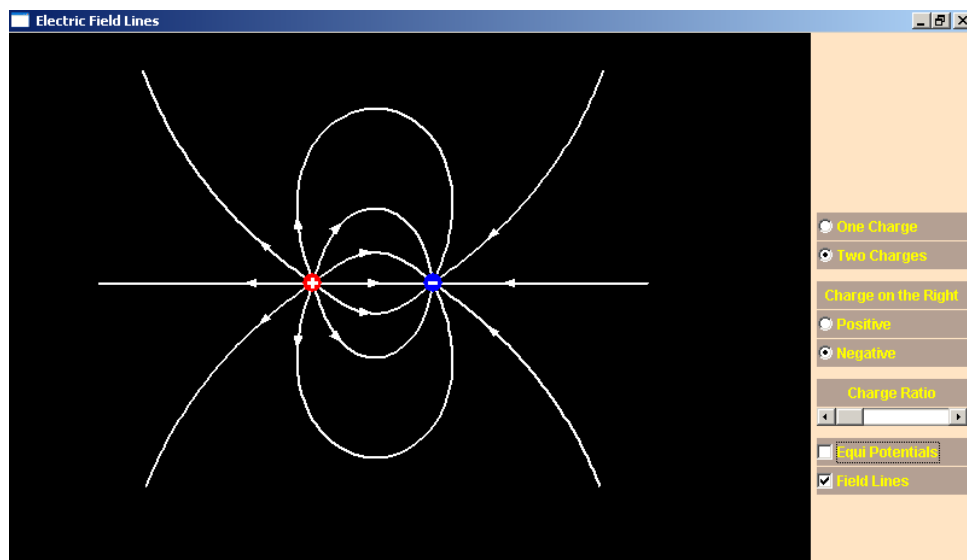
1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ทิศทางของสนามไฟฟ้า3” จะปรากฏหน้าจอดังรูป



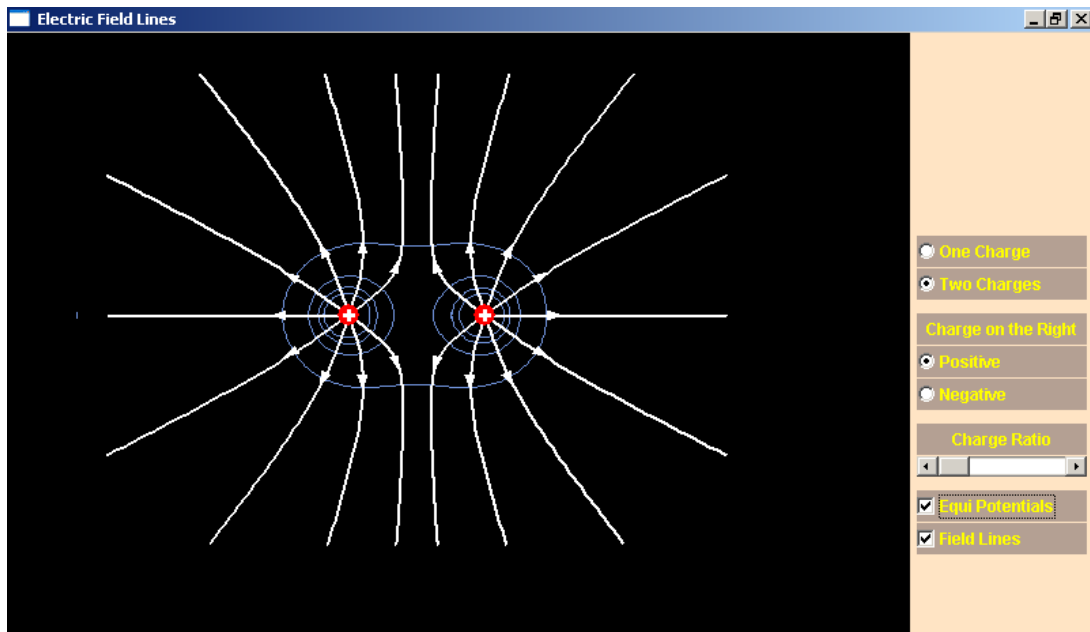
2. ให้นักศึกษาคลิกที่ **Run the Applet** เมื่อปรากฏภาพสนามไฟฟ้าของประจุบวก ประจุลบและสนามไฟฟ้าระหว่างประจุ 2 ประจุ โดยนักศึกษาสามารถเลือกแสดงภาพของประจุแบบต่าง ๆ ได้ตามแถบเมนูซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของหน้าจอ โดยสามารถเลือกได้ ดังนี้
 - One Charge คลิกปุ่มนี้เพื่อต้องการแสดงสนามไฟฟ้าของ 1 ประจุ
 - Two Charge คลิกปุ่มนี้เพื่อต้องการแสดงสนามไฟฟ้าของ 1 ประจุ Sing of charge
 - Positive คลิกปุ่มนี้เพื่อต้องการแสดงสนามไฟฟ้าของประจุบวก
 - Negative คลิกปุ่มนี้เพื่อต้องการแสดงสนามไฟฟ้าของประจุลบ
 Magnitude of charge เป็น Scroll bar เลื่อนเพื่อเลือกขนาดของประจุไฟฟ้า
 - Equi Potentials คลิกปุ่มนี้เพื่อต้องการแสดงเส้นสมศักย์
 - Field Lines คลิกปุ่มนี้เพื่อต้องการแสดงเส้นแรงไฟฟ้า
 โดยนักศึกษาสามารถเลือกคลิกปุ่มที่ต้องการได้มากกว่า 1 ปุ่ม เช่นถ้านักศึกษาคลิกที่ปุ่ม One Charge , Negative และ Field Lines จะปรากฏภาพหน้าจอ ดังรูป



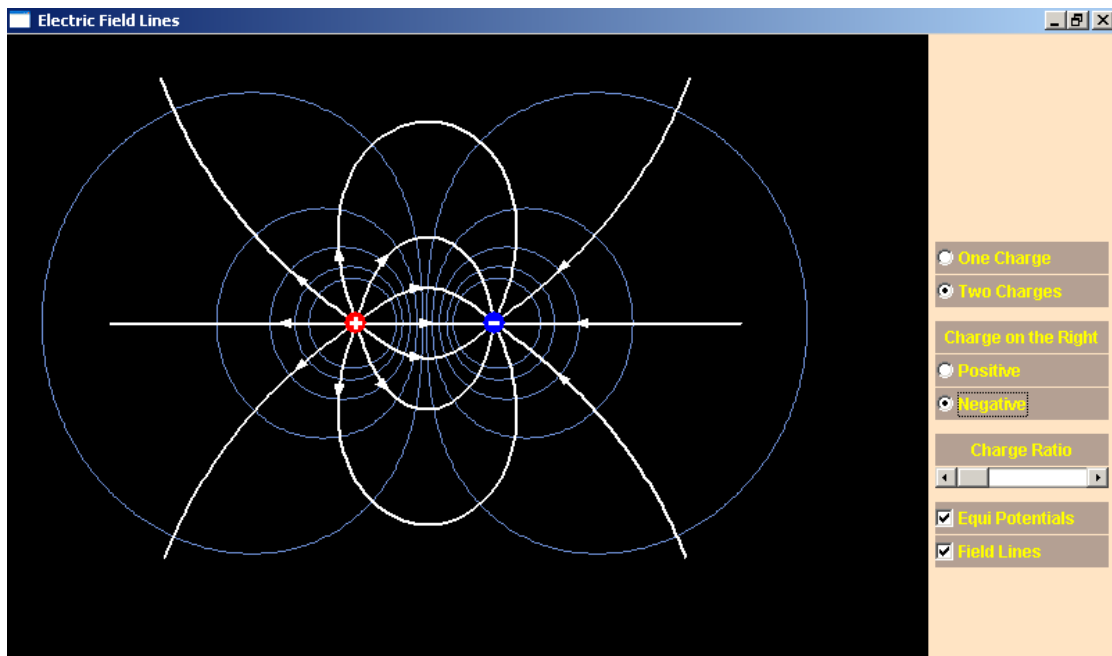
3. จากภาพข้างต้นจะแสดงสนามไฟฟ้าของสนามไฟฟ้าของประจุลบ ถ้าต้องการศึกษา สนามไฟฟ้าแบบอื่น ๆ สามารถคลิกที่แถบเมนูบนหน้าจอได้ ตามต้องการ
4. ตัวอย่างหน้าจอของสนามไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ



สนามไฟฟ้าของประจุบวกและประจุลบ



สนามไฟฟ้าของประจุบวกและประจุบวกพร้อมทั้งแสดงเส้นสมศักย์

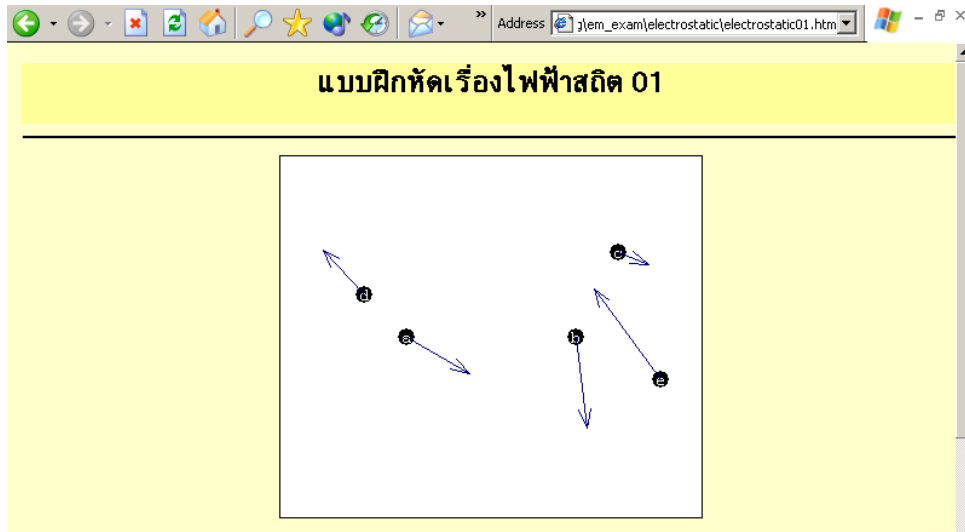


สนามไฟฟ้าของประจุบวกและประจุลบพร้อมทั้งแสดงเส้นสมศักย์



6. ไฟฟ้าสถิต 01

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ไฟฟ้าสถิต 01” จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



2. จากภาพหน้าจอมีจุดประจุไม่ทราบเครื่องหมายจำนวน 5 ประจุ ได้แก่ a , b , c , d และ e แสดงดังรูป แต่ละประจุจะมีเวกเตอร์แทนแรงที่กระทำ บนประจุนั้น ๆ ประจุเหล่านี้สามารถ เคลื่อนไปวางไว้บริเวณไหนก็ได้ภายในกรอบรูป โดยการคลิกเมาส์แล้วลาก ไปวางยังตำแหน่งที่ต้องการ
3. เลื่อนหน้าจอลงด้านล่างจะพบแบบทดสอบวัดความเข้าใจในการทดลอง นักศึกษาสามารถใช้เมาส์คลิกยังคำตอบที่ต้องการ หลังจากคลิกเมาส์ที่คำตอบแล้ว ช่องคำแนะนำจะแสดงผลการตรวจคำตอบที่เกิดขึ้น ดังรูป



คำอธิบาย
มีจุดประจุไม่ทราบเครื่องหมายจำนวน 5 ประจุ ได้แก่ a, b, c, d และ e แสดงดังรูป แต่ละประจุจะมีเวกเตอร์แทนแรงที่กระทำบนประจุนั้น ๆ ประจุเหล่านี้ สามารถ เคลื่อนไปวางไว้บริเวณไหนก็ได้ภายในกรอบรูป โดยการคลิกเมาส์แล้วลาก

คำถาม
1. ประจุคู่ไหนที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน ?
คำแนะนำ : เหน้มาก ถูกแล้วครับ
 a,d,e เหมือนกัน และ b,c เหมือนกัน
 a,b,c เหมือนกัน และ d,e เหมือนกัน
 2. จากข้อ 1. ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ?
 คำแนะนำ :
 ค่าตัวเลขที่แสดงด้านล่างซ้าย
 ทิศของลูกศร
 3. เรียงลำดับขนาดของประจุจากมากไปน้อย ? (ให้นักศึกษาเปรียบเทียบ โดยให้ประจุใดประจุหนึ่ง เป็นประจุอ้างอิง)
 คำแนะนำ :
 ไม่สามารถเรียงได้
 เรียงได้

คลิกคำตอบ จะปรากฏจุดสีดำที่คำตอบที่เลือก

ช่องคำแนะนำ แสดงผลหลังจากคลิกเมาส์ที่คำตอบที่ต้องการ

4. คลิกที่ปุ่ม สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก

7. ไฟฟ้าสถิต 02

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ไฟฟ้าสถิต 02” จะปรากฏหน้าจอดังรูป

แบบฝึกหัดเรื่องไฟฟ้าสถิต 02

ช่องแสดงตำแหน่งของประจุและแรงที่เกิดขึ้นบนประจุเมื่อนำเมาส์คลิกค้างที่ประจุไว้



- จากภาพหน้าจอ.. มีจุดประจุไม่ทราบเครื่องหมายจำนวน 2 ประจุได้แก่ a และ b ดังรูป แต่แต่ละประจุจะมีเวกเตอร์แทนแรงที่กระทำบนประจุแต่ละตัว เมื่อนักศึกษา คลิกเมาส์ที่ประจุตัวใดตัวหนึ่งจะปรากฏตำแหน่งและแรงที่กระทำบนประจุนี้ ที่มุมด้านล่างซ้ายของรูป
- หลังจากทำการทดสอบประจุเรียบร้อยแล้ว ให้เลื่อนหน้าจอลงด้านล่าง จะมีคำถามท้าทายการทดลอง ให้นักศึกษาตอบคำถามท้าทายการทดลองโดยการนำเมาส์ไปคลิกที่คำตอบที่ต้องการ หลังจากคลิกเมาส์ที่คำตอบแล้ว ช่องคำแนะนำจะแสดงผลการตรวจคำตอบที่เกิดขึ้น ดังรูป

คำถาม

1. ให้นักศึกษาเคลื่อนจุดประจุให้แตกต่างกันจำนวน 5 ครั้ง จากนั้นให้บันทึกตำแหน่ง x และ y พร้อมขนาดของแรงที่ตำแหน่งนั้น ๆ จากนั้นให้นักศึกษา เขียนกราฟระหว่าง F บนแกน y กับ $\frac{1}{r^2}$ บนแกน x เมื่อ $r = \sqrt{x^2 + y^2}$? ค่าข้อมูลที่ได้อาจแสดงถึงกฎของคูลอมบ์ใช่หรือไม่? ทำไมคิดเช่นนั้น?

F(Experiment)	x	y	r	$1/r^2$

คำแนะนำ :

เป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ ได้กราฟเป็นเส้นตรง F แปรผกผันกับ $\frac{1}{r^2}$

ไม่เป็นไปตามกฎของคูลอมบ์

2. จากเงื่อนไขที่กำหนดให้ดังรูปด้านบน บอกได้ไหมประจุไหนเป็นประจุบวก ประจุไหนเป็นประจุลบ ?

คำแนะนำ :

บอกไม่ได้ว่าประจุไหน เป็นประจุบวกประจุไหน เป็นประจุลบ

บอกได้ว่าเป็นประจุต่างชนิดกัน

3. จากเงื่อนไขที่กำหนดให้ดังรูปด้านบน บอกได้ไหมประจุใดมีค่ามากกว่า

คำแนะนำ :

บอกไม่ได้ เพราะทั้งสองเป็นแรงคูลอมบ์

คลิกคำตอบ จะปรากฏจุดสีดำที่คำตอบที่เลือก

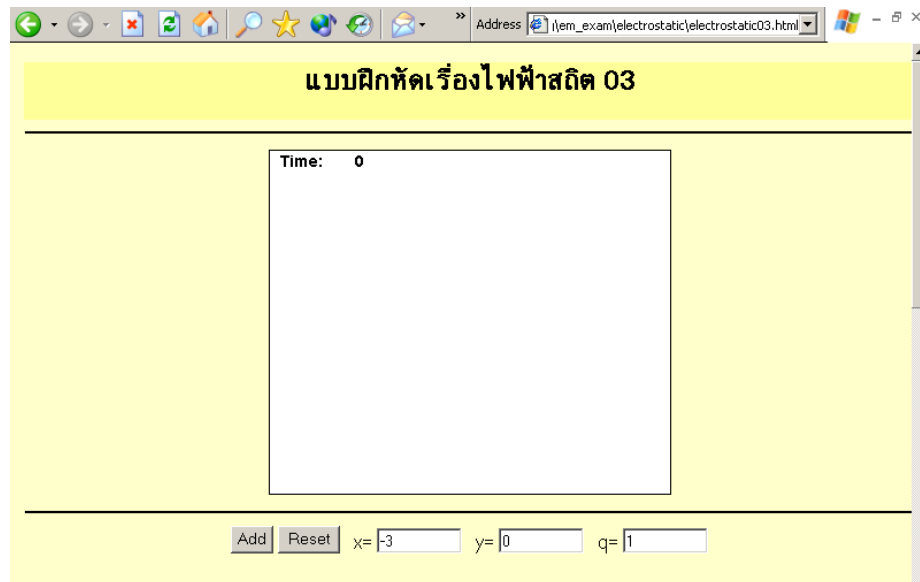
ช่องคำแนะนำ แสดงผลหลังจากคลิกเมาส์ที่คำตอบที่ต้องการ

- หลังจากตอบคำถามเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม สีเขียวด้านล่างมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก

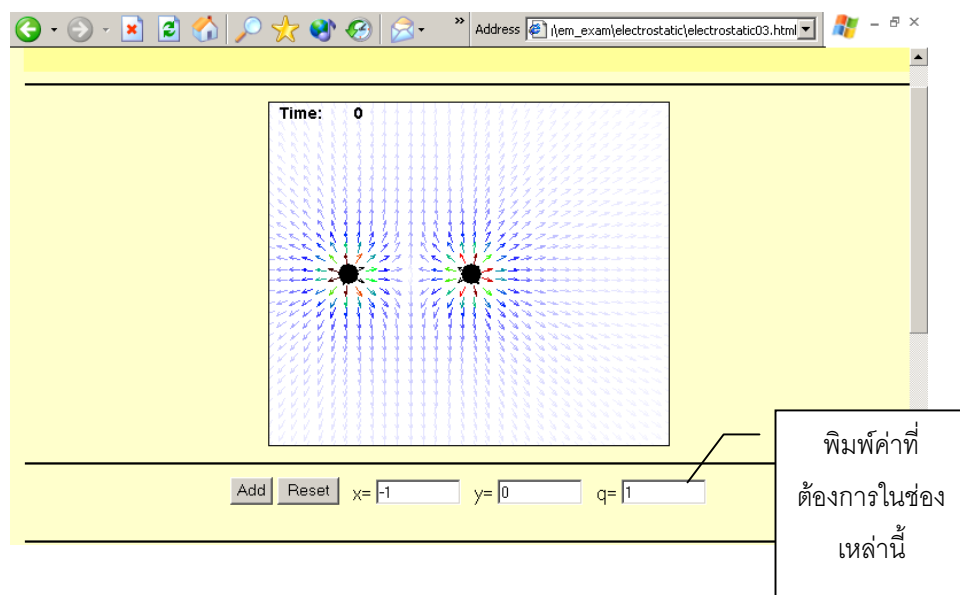


8. ไฟฟ้าสถิต 03


1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ไฟฟ้าสถิต 03” จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



2. จากภาพหน้าจอให้นักศึกษากำหนดค่าตำแหน่ง x และ y ที่ต้องการให้ประจุปรากฏ พร้อมทั้งกำหนดขนาดประจุ q ที่ต้องการ (เป็นได้ทั้งประจุบวก หรือประจุลบก็ได้แล้วแต่นักศึกษากำหนด) จากนั้นให้กดปุ่ม **Add** ก็จะปรากฏประจุไฟฟ้า พร้อมทั้งทิศทางของสนามไฟฟ้าประจุเหล่านี้ ดังรูป

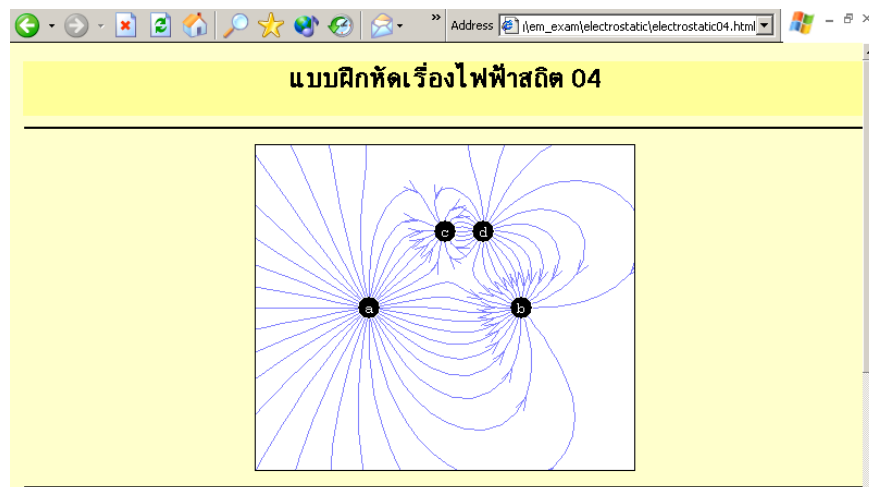




3. นักศึกษาสามารถคลิกที่ประจุแล้วลากไปยังบริเวณใด ๆ ก็ได้ภายในกรอบที่กำหนด ถ้านำประจุมาวางซ้อนกันเป็นการรวมขนาดของประจุ จากนั้นให้นักศึกษาลากประจุเหล่านั้นพร้อมทั้ง **สังเกตทิศทางและความเข้มของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบประจุ** และถ้านักศึกษาต้องการเริ่มทำการทดลองใหม่ ให้กดปุ่ม **Reset**
4. หลังจากทำการทดสอบประจุแล้วให้เลื่อนหน้าจอลงด้านล่างพร้อมทั้งตอบคำถามท้ายการทดลอง
5. หลังจากตอบคำถามเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก


9. ไฟฟ้าสถิต 04

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ **“ไฟฟ้าสถิต 04”** จะปรากฏหน้าจอดังรูป



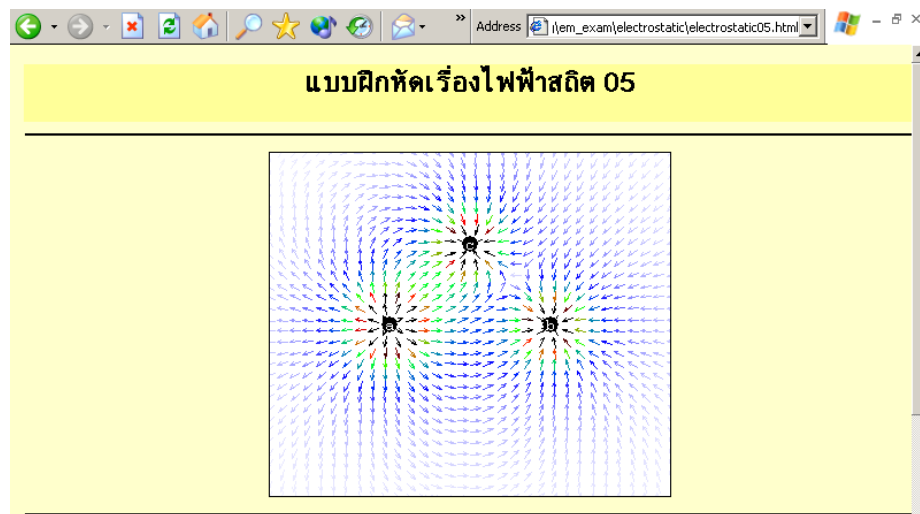
2. จากภาพหน้าจอมีประจุ 4 ประจุแสดงดังรูป นักศึกษาสามารถคลิกแล้วลากไปวางไว้ที่บริเวณไหนก็ได้ภายในพื้นที่ที่กำหนด จากนั้นรูปก็จะเป็น **เส้นสีแดง** เชื่อมระหว่างประจุทั้งคู่ซึ่งไม่ใช่เวกเตอร์ของสนามไฟฟ้า **รอสักครู่** จนปรากฏเป็น **ลูกศรสีน้ำเงิน** ซึ่งแทนเวกเตอร์ของ สนามไฟฟ้า จุดประจุเหล่านี้เมื่อเลื่อนมาซ้อนกันจะทำให้ค่าของประจุมีค่ามากขึ้น
3. หลังจากทำการทดสอบประจุแล้วให้เลื่อนหน้าจอลงด้านล่างพร้อมทั้งตอบคำถามท้ายการทดลอง



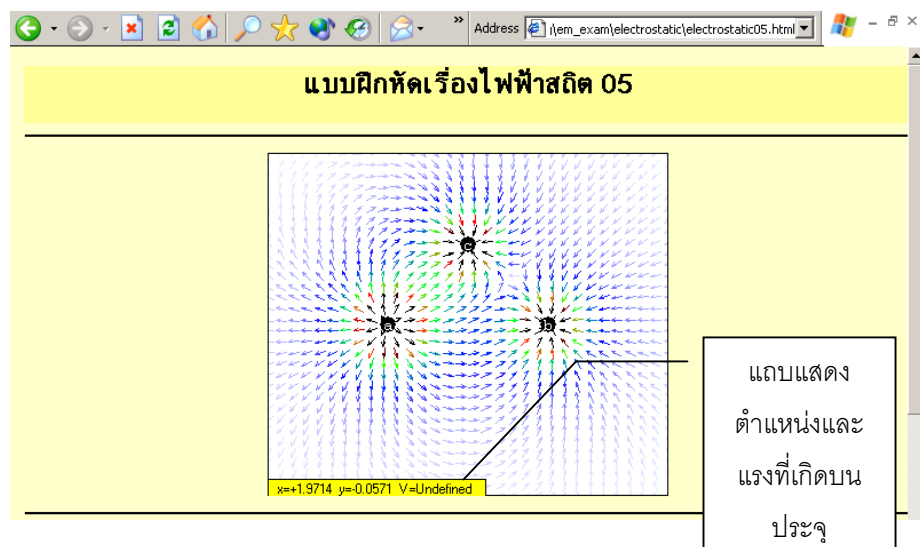
4. หลังจากตอบคำถามเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก

10. ไฟฟ้าสถิต 05

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ไฟฟ้าสถิต 05” จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป

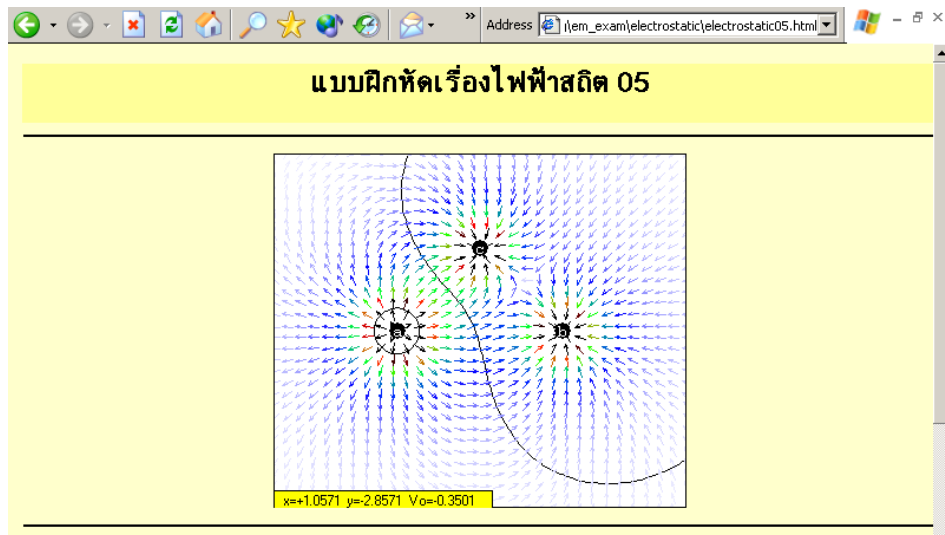



2. จากภาพหน้าจอประกอบด้วยประจุไฟฟ้า 3 ประจุ ได้แก่ a, b และ c แสดงดังรูป ให้นักศึกษาเลื่อนประจุทั้งสามโดยการคลิกเมาส์ที่ประจุแล้วลากไปวาง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งจะแสดงด้วยตำแหน่ง x และ y ที่มุมด้านล่างซ้ายของภาพ





- เมื่อได้ตำแหน่งตามต้องการแล้ว ให้นักศึกษาดับเบิ้ลคลิกที่บริเวณใด ๆ ก็ได้ภายในรูปที่กำหนด ภาพก็จะแสดงเส้นสมศักย์บนระนาบนี้มาให้ พร้อมทั้งค่าตำแหน่ง และค่าศักย์ไฟฟ้าที่มุมด้านล่างซ้ายของจอ ดังรูป ถ้านักศึกษาต้องการทำใหม่ให้นักศึกษาคlickที่ **Refresh** ที่ **menu bar** (จะดับเบิ้ลคลิกได้ จะต้องเลื่อนประจุก่อน)

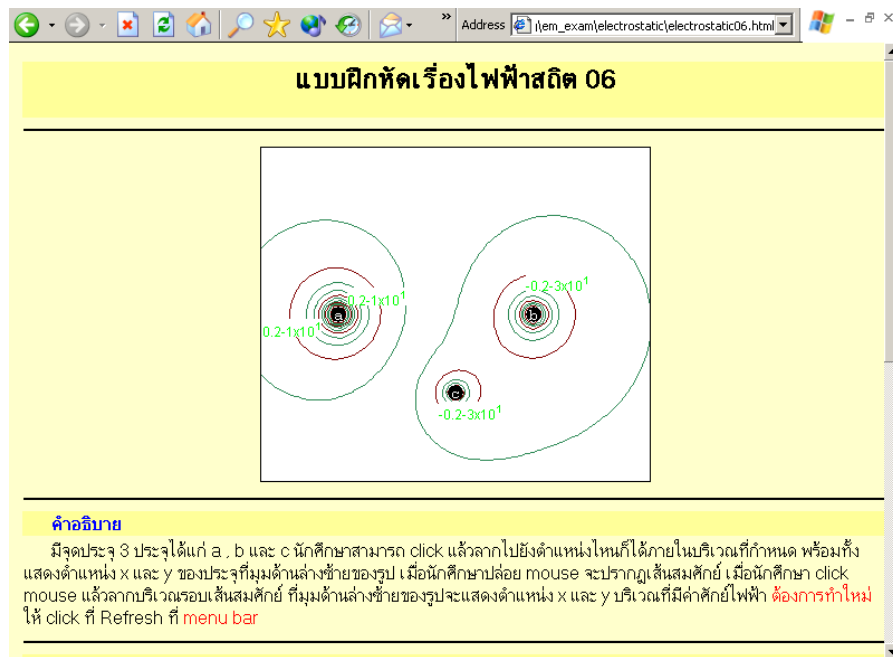


- หลังจากทำการทดสอบประจุกแล้วให้เลื่อนหน้าจอลงด้านล่าง พร้อมทั้งตอบคำถามท้ายการทดลอง
- หลังจากตอบคำถามเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก

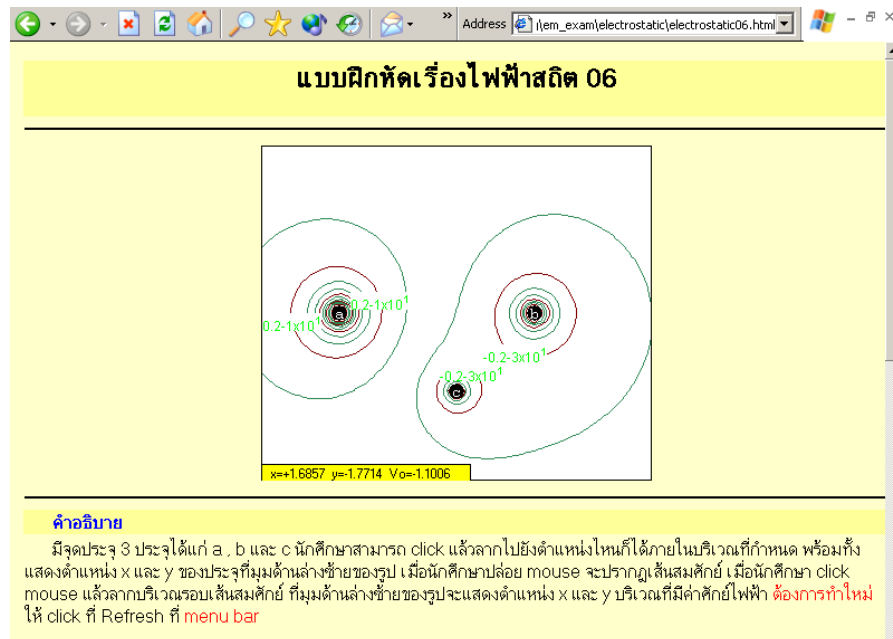


11. ไฟฟ้าสถิต 06

1. ที่หน้าจอหลัก ที่หัวข้อแบบฝึกหัด Applet คลิกเมาส์ที่ “ไฟฟ้าสถิต 06” จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



2. จากภาพหน้าจอมีจุดประจุ 3 ประจุได้แก่ a , b และ c นักศึกษาสามารถคลิกที่ประจุแล้วลากไปยังตำแหน่งไหนก็ได้ภายในบริเวณที่กำหนด พร้อมทั้ง แสดงตำแหน่ง x และ y ของประจุที่มุมด้านล่างซ้ายของรูป เมื่อนักศึกษาปล่อย mouse จะปรากฏเส้นสมมติ เมื่อนักศึกษาคลิกเมาส์แล้วลากบริเวณรอบเส้นสมมติที่มุมด้านล่างซ้ายของรูป จะแสดงตำแหน่ง x และ y บริเวณที่มีค่าศักย์ไฟฟ้า ดังรูป **ต้องการทำให้** Refresh ที่ **menu bar**



3. หลังจากทำการทดลองแล้วให้เลื่อนหน้าจอลงด้านล่าง พร้อมทั้งตอบคำถามท้ายการทดลอง
4. หลังจากตอบคำถามเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอหลัก