

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มต่าง ๆ
- ตารางวิเคราะห์หัตถ์ถักสูตร
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางแสดงค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง(40)	กลุ่มควบคุม(40)
1	13	15
2	17	12
3	15	11
4	14	10
5	13	16
6	15	15
7	16	14
8	14	15
9	15	13
10	10	13
11	17	11
12	14	15
13	13	16
14	12	14
15	10	14
16	11	12
17	14	10
18	11	11
19	12	10
20	13	16
21	15	15
22	17	16
23	15	17
24	18	13
25	12	15
26	15	14
27	12	16
28	15	11

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง(40)	กลุ่มควบคุม(40)
29	14	13
30	14	11
31	13	17
32	15	15
33	15	13
34	14	16
35	15	13
36	16	15
37	14	17
38	12	14
39	14	15
40	13	14

F-test	0.693604	
$\bar{X}$	14.00	13.80
S^2	3.74	4.25
SD	1.93	2.06
F	0.88	
f-value	1.69	
Z-test	0.39	
Z-Critical one-Tailed test	-1.645 or 1.645	
Z-Critical two-tailed test	- 1.96 or 1.96	

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง(40)	กลุ่มควบคุม(40)
1	36	38
2	37	29
3	35	30
4	38	34
5	37	30
6	35	32
7	37	31
8	38	30
9	30	32
10	36	30
11	37	36
12	34	30
13	36	31
14	34	33
15	36	30
16	37	33
17	32	34
18	33	34
19	37	31
20	34	30
21	37	32
22	38	30
23	30	34
24	38	33
25	37	34
26	35	32
27	38	35
28	27	36

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง(40)	กลุ่มควบคุม(40)
29	37	34
30	36	33
31	34	34
32	36	37
33	37	36
34	36	34
35	37	35
36	37	36
37	36	35
38	38	34
39	37	33
40	35	35
F-test	0.711184	
$\bar{X}$	35.75	32.95
S^2	5.36	5.19
SD	2.42	2.23
F	1.13	
f-table	1.69	
Z-test	5.34	
Z-Critical one-Tailed test	-1.645 or 1.645	
Z-Critical two-tailed test	-1.96 or 1.96	

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมสำหรับออกแบบชุดการสอนรายบุคคล
วิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิต

หน่วย	จำนวนคาบ	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	จำนวนข้อ
1	2	3	4	4	11
2	4	8	9	8	25
3	3	6	8	6	20
4	3	5	5	5	15
รวม	12	22	26	23	71

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมสำหรับออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
เรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิต

หน่วย	จำนวนคาบ	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	จำนวนข้อ
1	2	2	4	2	8
2	4	4	6	4	14
3	3	3	3	6	12
4	3	1	2	3	6
รวม	12	10	15	15	40

โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

แบบทดสอบก่อนเรียน- หลังเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิชาฟิสิกส์ ว 023 เรื่องไฟฟ้าสถิต

จำนวน 40 ข้อ เวลา 2 คาบ

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

- ข้อใดเป็นลักษณะของการทำให้วัตถุเกิดประจุไฟฟ้าได้
 - อะตอมมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับโปรตอน
 - อะตอมได้รับอนุภาคนิวตรอน
 - อะตอมได้รับอิเล็กตรอนอิสระหรืออาจขาดอิเล็กตรอนไป
 - อะตอมขาดจำนวนนิวตรอน
- อะตอมที่อยู่ในสถานะเป็นกลางเนื่องจากสาเหตุใด
 - มีจำนวนโปรตอนเท่ากับอิเล็กตรอน
 - ขาดอิเล็กตรอน
 - ได้รับนิวตรอน
 - ถูกทั้งข้อ ก และ ข
- วัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าเป็นลบหมายถึงข้อใด
 - วัตถุขาดอิเล็กตรอน
 - วัตถุที่มีอิเล็กตรอนเกินจำนวน
 - วัตถุที่มีนิวตรอน
 - ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
- ตามกฎของคูลอมบ์แรงดึงดูดหรือแรงผลักระหว่างประจุจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณใด
 - ปริมาณประจุไฟฟ้าทั้งสอง
 - ระยะห่างระหว่างประจุ
 - ชนิดของประจุ
 - ข้อ ก และ ข ถูก
- ตามกฎของคูลอมบ์เมื่อระยะห่างระหว่างประจุมีค่ามาก ขณะที่ประจุคงที่ แรงระหว่างประจุจะเป็นอย่างไร
 - น้อย
 - มากขึ้น
 - ไม่เปลี่ยนแปลง
 - อาจมากหรือน้อยก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของประจุ
- ประจุ Q_1 และ Q_2 วางห่างกันระยะขนาด D ขนาดของแรงที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าใด
 - KQ_1Q_2/D
 - KQ_1Q_2/D^2
 - KQ_1D/Q_2
 - KR^2/Q_1Q_2
- ประจุไฟฟ้าลบสองประจุวางห่างกันเป็นระยะหนึ่ง เมื่อเปลี่ยนประจุหนึ่งเป็นประจุบวกโดยขนาดของประจุไฟฟ้าเท่าเดิม ขนาดของแรงที่กระทำเป็นอย่างไร
 - เท่าเดิม
 - มากขึ้น
 - น้อยลง
 - เท่ากับศูนย์

17. ศักย์ไฟฟ้าที่ระยะห่างจากจุดประจุ $+1$ ไมโครคูลอมบ์เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตรมีค่าเท่าใด

ก. 9×10^4 V

ข. 1×10^{-6} V

ค. 9×10^6 V

ง. 10 V

18. สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC ขาวด้านละ 10 เซนติเมตร ที่จุด A และ B มีประจุไฟฟ้าขนาด 20 และ 10 ไมโครคูลอมบ์ วางอยู่ตามลำดับ จุด D ซึ่งอยู่บนด้าน AB และอยู่ห่างจาก A เป็นระยะ 5.0 เซนติเมตร มีศักย์ไฟฟ้าเท่าใด

ก. 18×10^5 V

ข. 5.4×10^6 V

ค. 30×10^5 V

ง. 10×10^5 V

19. ตัวเก็บประจุขนาด 50 ไมโครฟารัด มีความต่างศักย์ 10 จะมีประจุเท่าใด

ก. 5×10^{-6} C

ข. 5×10^{-4} C

ค. 6.25×10^{-5}

ง. 5×10^3 C

20. ลวดความต้านทานมีประจุไฟฟ้าผ่าน 10 คูลอมบ์ในเวลา 1 นาที จะเกิดกระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์

ก. 10

ข. 6

ค. 2.5

ง. 0.16

21. ลวดเส้นหนึ่งมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 2 แอมแปร์ ถ้ากระแสไฟฟ้านี้ผ่านอยู่เป็นเวลานาน 10 นาที จะมีอิเล็กตรอนผ่านจำนวนกี่อนุภาค

ก. 200

ข. 600

ค. 1.6×10^{19}

ง. 7.5×10^{21}

22. เส้นลวดทองแดงมีจำนวนอิเล็กตรอน 8.5×10^{28} อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าเส้น ลวดนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1×10^{-5} มีกระแสผ่าน 15 แอมแปร์ อิเล็กตรอนในเส้นลวดนี้มีอัตราเร็วลอยเลื่อนเป็นกี่เมตรต่อวินาที

ก. 8.5×10^4

ข. 1.1×10^4

ค. 1.1×10^{-3}

ง. 8.5×10^{-2}

23. ขดลวดของลำโพงเสียงอันหนึ่งมีค่าความต้านทาน 80 โอห์ม ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่าน 8×10^{-1} แอมแปร์ไหลผ่าน ความต่างศักย์ที่ปลายขดลวดของลำโพงเป็นเท่าใด

ก. 5.1 V

ข. 6.4 V

ค. 0.1 V

ง. 10 V

24. ลวดต้านทาน 10 โอห์ม และ 20 โอห์ม นำมาต่ออนุกรมกันแล้วต่อเข้ากับ ความต่างศักย์ 20 โวลต์ กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 10 โอห์มมีค่ากี่แอมแปร์

ก. 0.66

ข. 0.5

ค. 1

ง. 1.5

31. กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่าใด

- ก. 0.75 A ข. 1.0 A ค. 0.25 A ง. 0.5 A

32. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านแต่ละเซลล์มีค่าเท่าใด

- ก. 0.75 A ข. 1.0 A ค. 0.25 A ง. 0.5 A

33. ความต่างศักย์คร่อมความต้านทาน 10 โอห์มมีค่าเท่าใด

- ก. 1.0 V ข. 1.5 V ค. 2.0 V ง. 2.5 V

34. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านความต้านทาน 15 โอห์มมีค่าเท่าใด

- ก. 0.13 A ข. 0.18 A ค. 0.25 A ง. 0.34

35. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 5 โวลต์ ความต้านทานภายใน 0.5 โอห์ม จำนวน 3 เซลล์ต่ออนุกรมกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 6 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่าใด

- ก. 0.8 A ข. 2 A ค. 2.5 A ง. 3 A

36. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 2.0 โวลต์ 1 โอห์ม 2 เซลล์ต่อขนานกัน แล้วต่อเป็นวงจรกับความต้านทาน 3.5 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่าใด

- ก. 0.44 A ข. 0.57 A ค. 0.25 A ง. 0.50 A

37. ถ่านไฟฉาย 6 ก้อน มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าก้อนละ 1.5 โวลต์ มีความต้านทานภายในก้อนละ 2 โอห์ม นำมาต่อผสมเป็น 2 แถว ๆ ละ 3 ก้อน แล้วต่อเป็นวงจรกับหลอดไฟฟ้าที่มีความต้านทาน 3 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดเท่าใด

- ก. 0.45 A ข. 0.5 A ค. 0.75 A ง. 0.6 A

38. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 1.5 โวลต์ จำนวน 4 เซลล์ต่ออนุกรมกันไว้กับความต้านทาน 4 โอห์ม กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานมีค่าเท่าใด

- ก. 2 A ข. 6 A ค. 0.5 A ง. 1.5 A

39. แบตเตอรี่อันหนึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 10 โวลต์ และมีความต้านทานภายใน 0.5 โอห์ม ความต่างศักย์ที่คร่อมความต้านทาน 20 โอห์ม ที่นำมาต่อระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ มีค่ากี่โวลต์

- ก. 15 V ข. 9.75 V ค. 20.5 V ง. 30 V

40. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 10 โวลต์ มีความต้านทานภายในเซลล์ 2 โอห์ม จำนวน 2 เซลล์ขนานกันกับความต้านทาน 6 โอห์ม และ 3 โอห์ม ซึ่งต่อขนานกันจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกี่แอมแปร์

- ก. 1.1 ข. 3.33 ค. 2.53 ง. 1.66

ตารางที่ 5 แสดงค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิต

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.60	.52	11.	.69	.35	21.	.59	.45	31.	.59	.48
2.	.64	.52	12.	.61	.49	22.	.71	.36	32.	.64	.38
3.	.70	.39	13.	.57	.55	23.	.60	.47	33.	.76	.27
4.	.78	.24	14.	.76	.20	24.	.59	.65	34.	.69	.45
5.	.55	.52	15.	.66	.32	25.	.59	.65	35.	.55	.54
6.	.71	.20	16.	.70	.34	26.	.74	.30	36.	.67	.55
7.	.66	.45	17.	.52	.59	27.	.58	.45	37.	.66	.46
8.	.60	.55	18.	.63	.55	28.	.72	.29	38.	.62	.45
9.	.54	.67	19.	.57	.51	29.	.74	.23	39.	.69	.55
10.	.46	.54	20.	.64	.41	30.	.63	.46	40.	.57	.20

$$\bar{X} = 26.00, \quad R_c (KR - 20) = 0.89$$

ภาคผนวก ข.
- แผนการสอนปกติ

แผนการสอนปกติ

แผนการสอนที่ 1

วิชา ฟิสิกส์ ว 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ประจุไฟฟ้า และแรงระหว่างประจุ

คาบที่ 1

สาระสำคัญ

ประจุไฟฟ้าบนวัตถุเกิดจากการที่อะตอมในวัตถุที่มีจำนวนอิเล็กตรอนขาดหรือเกินจำนวนที่อะตอมชนิดนั้นควรจะมี ถ้าอิเล็กตรอนขาดวัตถุจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นประจุไฟฟ้าชนิดบวก แต่ถ้าจำนวนอิเล็กตรอนเกินจำนวนวัตถุจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นประจุชนิดลบ สำหรับประจุไฟฟ้าคู่ใดจะเกิดแรงระหว่างประจุ โดยแรงนี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของประจุทั้งสองและเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะห่างระหว่างประจุทั้งสองยกกำลังสอง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวิธีการทำให้วัตถุที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้า และวิธีทดสอบได้
2. บอกความหมายของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า
3. บอกได้ว่า ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด เรียกว่า ประจุบวก และประจุลบ
4. เขียนทิศของแรงที่กระทำระหว่างประจุไฟฟ้าได้
5. ทำกิจกรรมเพื่อสังเกตชนิดของแรงระหว่างประจุ และสรุปได้ว่าแรงระหว่างประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด ถ้าวัตถุมีประจุชนิดเดียวกัน จะเกิดแรงผลักกัน ถ้าวัตถุมีประจุต่าง

ชนิดกันจะเกิดแรงดูดกัน

เนื้อหา

ตัวการที่ทำให้เกิดอำนาจไฟฟ้าได้แก่ ประจุไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือประจุบวก และประจุลบ อนุภาคที่อยู่ภายในอะตอมที่มีประจุบวกได้แก่ อนุภาคโปรตอน ส่วนอนุภาคที่มีประจุชนิดลบคือ อิเล็กตรอน

เมื่อพิจารณาโครงสร้างอะตอมแล้วพบว่า อนุภาคที่เคลื่อนที่ได้ง่ายและสะดวกคือ อิเล็กตรอน การแสดงอำนาจไฟฟ้าของวัตถุของวัตถุเมื่อนำวัตถุ 2 ชนิดมาถูกัน จึงอธิบายในรูปของการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนเกินจำนวนที่พอดี เช่น วัตถุใดที่แสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวก ก็การที่วัตถุนั้นขาดอิเล็กตรอน ส่วนวัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าลบแสดงว่ามีอิเล็กตรอนเกินจำนวนที่พอดี

วัตถุสามารถแสดงสภาพทางไฟฟ้าได้ 2 ลักษณะคือ

1. เป็นกลาง หมายถึงสภาพที่วัตถุไม่แสดงอำนาจไฟฟ้าหรือไม่มีประจุไฟฟ้าอิสระบนวัตถุนี้ คือมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน

2. มีอำนาจไฟฟ้า เป็นสภาพที่วัตถุแสดงอำนาจไฟฟ้า หรือสภาพที่มีประจุอิสระบนวัตถุนั้น หรือเป็นสภาพที่มีอิเล็กตรอนน้อยกว่าหรือมากกว่าโปรตอน ถ้ามีอิเล็กตรอนเกินจะแสดงประจุลบ ถ้าขาดอิเล็กตรอนจะแสดงประจุบวก

ประเภทของวัตถุ

1. ตัวนำ หมายถึงวัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่านได้ดี เมื่อมีประจุไฟฟ้าผ่านวัตถุจำพวกนี้ ประจุจะกระจายกันออกทั่วผิววัตถุ เช่น พลาสติกห่อต่าง ๆ สารละลาย ฯลฯ
2. ฉนวน หมายถึงวัตถุที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่าน ประจุไฟฟ้าจะไม่กระจายออก เช่น ไม้ อากาศ แก้ว

การทำให้วัตถุเกิดอำนาจไฟฟ้า

เราสามารถทำให้วัตถุมีอำนาจไฟฟ้าได้โดย

1. การนำวัตถุที่เป็นกลางสองชนิดกัน จะเกิดประจุต่างชนิดกันบนวัตถุทั้งสอง
2. การนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาแตะกับวัตถุที่เป็นกลาง วัตถุที่ถูกแตะจะเกิดประจุชนิดเดียวกันกับวัตถุที่นำมาแตะ
3. การเหนี่ยวนำไฟฟ้า คือการที่นำวัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าไปใกล้กับวัตถุที่เป็นตัวนำ จะทำให้วัตถุนั้นเกิดประจุชนิดตรงข้ามด้านใกล้กัน และชนิดเหมือนกันอยู่ด้านไกล

แรงระหว่างประจุไฟฟ้า

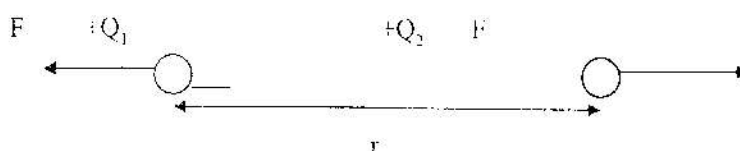
กฎของคูลอมบ์ กล่าวว่า “ สำหรับประจุไฟฟ้าคู่ใด ๆ ที่วางห่างกันเป็นระยะหนึ่งจะมีแรงกระทำต่อกัน โดยแรงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของประจุทั้งสอง และเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะห่างระหว่างประจุทั้งสองนั้นยกกำลังสอง ”

สำหรับแรงที่เกิดขึ้นมี 2 ชนิด

- แรงผลักกัน เกิดจากประจุชนิดเดียวกัน เช่น ประจุบวกกับบวก ประจุลบกับลบ
- แรงดูดกัน เกิดจากประจุต่างชนิดกัน เช่น ประจุบวกกับประจุลบ

ข้อสังเกต แรงระหว่างประจุที่เกิดขึ้นจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันแต่ทิศทางตรงข้าม ซึ่งแรงตามกฎของคูลอมบ์นี้เป็นแรงคู่กิริยา- ปฏิกิริยา ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของ

นิวตัน



รูป1 แรงกระทำระหว่างประจุ

จากรูป Q_1 และ Q_2 เป็นขนาดของประจุ มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

r เป็นระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

F เป็นแรงที่เกิดขึ้นกับประจุทั้งสอง หน่วยนิวตัน (N)

จะได้ว่า

$$F \propto 1/r^2$$

และ

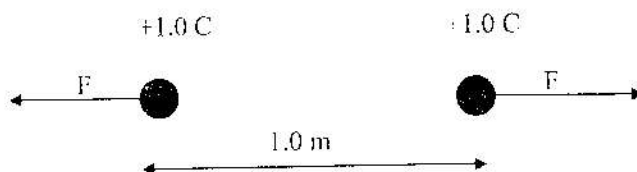
$$F \propto Q_1 Q_2$$

จึงได้

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

K เป็นค่าคงที่ สำหรับตัวกลางที่เป็นอากาศ เท่ากับ $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาขนาดและชนิดของแรงระหว่างประจุ - 1.0 คูลอมบ์ 2 ประจุที่วางห่างกัน 1.0 เมตร



วิธีทำ

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F = (9.0 \times 10^9)(1.0)(1.0)/(1.0)^2$$

$$F = 9.0 \times 10^9 \text{ N. เป็นแรงผลักกัน}$$

ตัวอย่างที่ 2 ประจุสองประจุวางห่างกัน 10 เซนติเมตร เกิดแรงผลักรัน 10 นิวตัน เมื่วางห่างกัน 2 เซนติเมตร จะเกิดแรงผลักรันเท่าใด

วิธีทำ โจทย์กำหนด $r_1 = 10 \text{ cm}$, $r_2 = 2 \text{ cm}$

$$F_1 = 10 \text{ N} \quad F_2 = ?$$

$$\text{ดังนั้น } F_1/F_2 = r_2^2/r_1^2$$

$$10/F_2 = 2^2/10^2, F_2 = 250 \text{ N} \text{ ตอบ}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

- กรุณาเข้าสู่บทเรียนโดยการสาธิต อุปกรณ์ที่ใช้สาธิตคือ ไม้บรรทัด ที่ทำด้วย

ฟิวส์ หรือ พลาสติกที่นักเรียนใช้ทั่วไป เส้นผ่าขนาด 20 x 15 ตารางเซนติเมตร หรือผ้าสักหลาด ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร ก่อนทำการสาธิต กรุณาทำความสะอาดไม้บรรทัดก่อน เส้นผ่าหรือผ้าสักหลาด และไม้บรรทัดต้องแห้ง กรุณาทำการสาธิตโดยนำเส้นผ่า หรือผ้าสักหลาดมาลูที่ปลายข้าง

หนึ่งของไม้บรรทัดแล้วนำเข้าไปเสียบกระดาษชิ้นเล็ก ๆ จะเห็นว่ากระดาษถูกดูดติดปลายของแผ่นไม้บรรทัด

ขั้นสอน

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับแรงดึงดูดระหว่างมวลที่เกิดขึ้นกับวัตถุหนึ่ง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา พร้อมทั้งชี้ให้เห็นว่าแรงดังกล่าวมีค่าน้อยมาก สังเกตไม่ได้ ส่วนแรงดึงดูดระหว่างไม้บรรทัดกับกระดาษที่เกิดจากการเสียดสีของกรู่นั้น ไม่ใช่แรงดึงดูดระหว่างมวล

ซึ่งแรงดังกล่าว นักปราชญ์ชาวกรีก ชื่อ ทาลิส ได้พบมานานแล้ว ครูยกตัวอย่างแรงระหว่างมวลที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน แล้วถามนักเรียนถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นได้

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายสถานการณ์ การนำฟิวส์ติดกับผ้าสักหลาดแล้วนำเข้าใกล้กระดาษชิ้นเล็ก ๆ แล้วเกิดการดูดกัน ในเหตุการณ์นี้ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปได้ว่า แรงที่เกิดขึ้น เรียกว่า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า เรียกว่า วัตถุที่ทำให้เกิดแรงนั้นว่า เป็นวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า

3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงระหว่างประจุไฟฟ้า และชนิดของประจุไฟฟ้า ตามรายละเอียดในบทเรียน เพื่อศึกษาชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและอธิบายชนิดของประจุไฟฟ้า

ขั้นสรุป

- ครูนำผลการทำกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนตามแนวคำถามในหนังสือเรียนจนสรุปได้ว่า

1. แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือแรงดูด และแรงผลัก
2. ในการใช้วัตถุหนึ่งดูดกัน ประจุที่เกิดขึ้นบนวัตถุหนึ่งจะเป็นประจุชนิดเดิมเสมอ แต่ถ้าดูด้วยวัตถุต่างชนิดกัน ประจุไฟฟ้าที่เกิดบนวัตถุนั้นอาจมีประจุต่างชนิดกับครั้งแรกก็ได้ เช่น ครั้งแรก วัตถุฟิวส์ด้วยผ้าสักหลาด ครั้งที่ 2 วัตถุด้วยแผ่นฟิวส์ด้วยผ้าไหม ประจุที่เกิดขึ้นบนแผ่นฟิวส์ จากการถูทั้งสองครั้งอาจไม่ใช่ชนิดเดียวกันก็ได้

3. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเป็นแรงผลักกัน และแรงระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเป็นแรงดูดกัน ประจุไฟฟ้าบนวัตถุมี 2 ชนิด เรียกว่า ประจุบวก และประจุลบ

4. ครูอธิบายสูตรการคำนวณการหาขนาดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าพร้อมยกตัวอย่างการคำนวณ

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นพีวีซี จำนวน 20 แผ่น
2. แผ่นเปอร์สเปกซ์ จำนวน 20 แผ่น
3. ฝาถังพลาสติก จำนวน 10 ผืน
4. ขาตั้ง จำนวน 10 ตัว
5. เส้นด้าย ยาวประมาณ 1 เมตรต่อหนึ่งกลุ่ม
6. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 023

การวัดและประเมินผล

1. ให้ตอบคำถาม
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. สังเกตและตรวจรายงานผลของการทำกิจกรรม

แผนการสอนที่ 2

เรื่อง ตัวนำและฉนวน

วิชาฟิสิกส์ ว 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คาบที่ 2

สาระสำคัญ

ตัวนำหมายถึงวัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่านได้ดี ฉนวนหมายถึงวัตถุที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่าน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของตัวนำไฟฟ้าได้
2. อธิบายความหมายของฉนวนไฟฟ้าได้

เนื้อหา

วัตถุใดที่มีการถ่ายเทอิเล็กตรอน แล้วอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทสามารถเคลื่อนที่กระจายไปได้ตลอดเนื้อวัตถุโดยง่าย เรียกว่า ตัวนำ

วัตถุใดที่รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนแล้วอิเล็กตรอนยังคงอยู่ที่บริเวณนั้นต่อไปไม่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังที่หนึ่งในเนื้อวัตถุ หรือกล่าวได้ว่า ประจุไฟฟ้าถ่ายเทจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ยาก เรียกว่า ฉนวน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

-ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวัตถุที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้และไม่ได้

ขั้นสอน

1. ครูทบทวนว่าในการทำกิจกรรมในเรื่อง ประจุไฟฟ้าและแรงระหว่างประจุนั้นเราใช้แท่งฟิวซิ ซึ่งเป็นฉนวน ดังนั้นเมื่อถูด้วยผ้าสักหลาด ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ถูกไม่มีการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทประจุให้กับวัตถุอื่น ดังนั้นจึงสามารถสังเกตเห็นผลของกิจกรรม แต่ถ้าใช้แท่งเหล็กหรือโลหะอื่นแทน ประจุจะถูกถ่ายเทให้วัตถุอื่นแท่งเหล็กจะเป็นกลางตลอดเวลา อาจจะไม่เห็นผลของกิจกรรมนี้

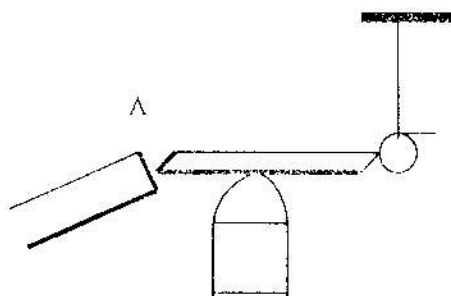
2. ครูให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

คำถาม นำโหมที่ทำเป็นทรงกลมเล็ก ๆ หนาบด้วยโลหะไปแขวนกับด้ายห้อยอยู่ในแนวตั้ง โดยผิวทรงกลมเล็ก ๆ นั้น สัมผัสกับแท่งวัตถุ A ที่วางบนฝ่าขดพลาสติกแท่งวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาและอีกปลายหนึ่งของแท่งวัตถุ A ดังรูป ทรงกลมจะวางตัวอย่างไร

ถ้า

ก. วัตถุ A เป็นตัวนำ

ข. วัตถุ A เป็นฉนวน



- ตอบ ก. วัตถุ A เป็นตัวนำ ประจุไฟฟ้ามีการถ่ายเท ทำให้ A และทรงกลมมีประจุชนิดเดียวกัน จึงทำให้มีการผลักกัน จะเห็นลูกกลมเบนออกจาก A
- ข. ถ้าวัตถุ A เป็นฉนวนจึงไม่มีการถ่ายเทประจุไฟฟ้า ดังนั้นจึงเห็นลูกกลมวางตัวเช่นเดิม

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับตัวนำและฉนวน กล่าวได้ว่า ตัวนำ หมายถึงวัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่านได้ดี

ฉนวน หมายถึงวัตถุที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่านได้

สื่อการเรียนการสอน

- ตัวอย่างวัตถุต่าง ๆ ที่เป็นตัวนำและฉนวน
- หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 023

การวัดและประเมินผล

- ตอบคำถาม และตรวจผลงาน

แผนการสอนที่ 3

เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า ฟิสิกส์ ว 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คาบที่ 3

สาระสำคัญ วิธีการทำให้วัตถุเกิดประจุ โดยการนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้วัตถุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ใกล้วัตถุ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของการเหนี่ยวนำไฟฟ้าได้
2. บอกวิธีการใช้อิเลคโตรสโคป/ลูกพิท อิเลคโตรสโคปแผ่นโลหะตรวจสอบว่า วัตถุใดมีประจุไฟฟ้าได้
3. นำความรู้เรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้าไปอธิบายผลที่เกิดขึ้นกับอิเลคโตรสโคป/ลูกพิท และอิเลคโตรสโคปแผ่นโลหะ เพื่อใช้ตรวจสอบวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า
4. ทำกิจกรรมเพื่อแสดงวิธีการทำให้ตัวนำที่เป็นกลางมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ พร้อมต่อสายดิน และอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้

เนื้อหา

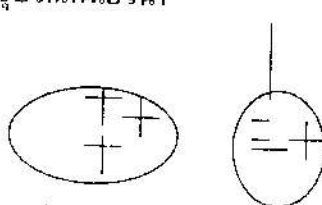
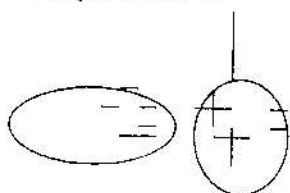
การเหนี่ยวนำเป็นการที่วัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าเข้าใกล้วัตถุที่เป็นตัวนำ ทำให้ประจุบวกและลบบนตัวนำแยกออกจากกัน ประจุต่างชนิดกันจะเข้าใกล้วัตถุที่เหนี่ยวนำส่วนประจุชนิดเดียวกันจะถูกผลักออกไปให้ไกล และถ้าต่อสายดินประจุที่ถูกผลักก็จะกลับสู่กับวัตถุต่อสายดินลงไป จึงเหลือเฉพาะประจุต่างชนิดกันบนตัวนำวัตถุนั้น

ตัวอย่างการเหนี่ยวนำ

1. นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ตัวนำที่เป็นกลาง ดังรูป

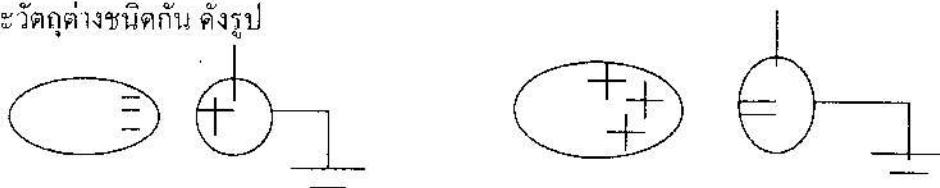
ใช้ประจุลบเหนี่ยวนำ

ใช้ประจุบวกเหนี่ยวนำ



จากรูป วัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าเข้าใกล้วัตถุที่เป็นกลาง

2. ต่อสายดินเข้าใกล้ตัวนำทำให้ประจุชนิดเดียวกันกับประจุที่เหนี่ยวนำหมดอำนาจไฟฟ้า เหลือเฉพาะวัตถุต่างชนิดกัน ดังรูป



3. ตัดสายดินออกแล้วนำประจุเหนี่ยวนำออกทีหลัง จะได้ประจุบนตัวนำนั้น ดังรูป



จากรูป ได้ประจุอิสระบนตัวนำ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

1. ครูยกสถานการณ์ตามรายละเอียดในบทเรียน และตั้งปัญหาว่า ทำไมลูกพิทจึงเบนเข้าวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดในบทเรียนจนสรุปได้ว่า การที่นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้วัตถุหนึ่งที่เป็นโลหะ จะเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้น
3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าคือ การที่วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าทำให้มีประจุชนิดตรงข้ามบนวัตถุหนึ่งที่เป็นโลหะ มาอยู่ด้านใกล้ตัวมันเองมากที่สุด

ขั้นสอน

1. ครูให้ความรู้จากสถานการณ์และหลักการดังกล่าวมาแล้ว ลูกกลมเล็ก ๆ ที่ฉาบด้วยโลหะ เรียกว่า ลูกพิท ซึ่งนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบประจุไฟฟ้า เรียกว่า อิเล็กโทรสโคปลูกพิท
2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบประจุอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ โดยใช้อุปกรณ์จริงที่มีอยู่แล้ว ประกอบคำอธิบาย
3. ครูให้การสาธิต วิธีตรวจวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าโดยใช้อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตมีดังนี้
 - ก. อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะ
 - ข. แผ่นฟิวซี หรือแผ่นเปอร์สเปกซ์
 - ค. ผ้าสักหลาด หรือผ้าสำลี

วิธีสาธิต

นำแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเทกซ์ไปแตะงานโลหะของอิเล็กโทรสโคปสังเกตการกางของแผ่นโลหะบางของอิเล็กโทรสโคป พบว่าไม่กางออก ต่อบำนำผ้าสักหลาดมาถูกับปลายข้างหนึ่งของแผ่นพีวีซี แล้วนำปลายที่ถูไปแตะงานโลหะของอิเล็กโทรสโคป พบว่าแผ่นโลหะกางออก ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การที่แผ่นโลหะบางของอิเล็กโทรสโคปกางออกได้นั้นเนื่องจากแผ่นพีวีซีมีประจุไฟฟ้า ซึ่งอธิบายได้โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำตามรายละเอียดในบทเรียนพร้อมแสดงรูป 11.8 ในหนังสือเรียนประกอบด้วย

4. ครูให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

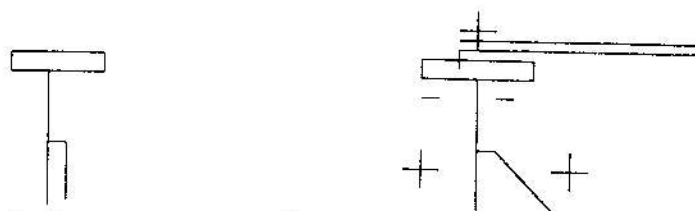
คำถาม เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวกเข้ามาใกล้ลูกพิทที่เป็นกลาง จงอธิบายการเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น

ตอบ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก จะดึงดูดประจุลบให้มาอยู่บนผิวลูกพิทด้านที่ใกล้วัตถุนั้น จึงทำให้ลูกพิทที่อยู่ตรงข้ามมีประจุบวก และลูกพิทถูกดูดเข้าหาวัตถุที่มีประจุตรงรูป



คำถาม ถ้านำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าใกล้งานโลหะของอิเล็กโทรสโคปที่เป็นกลาง ผลจะเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

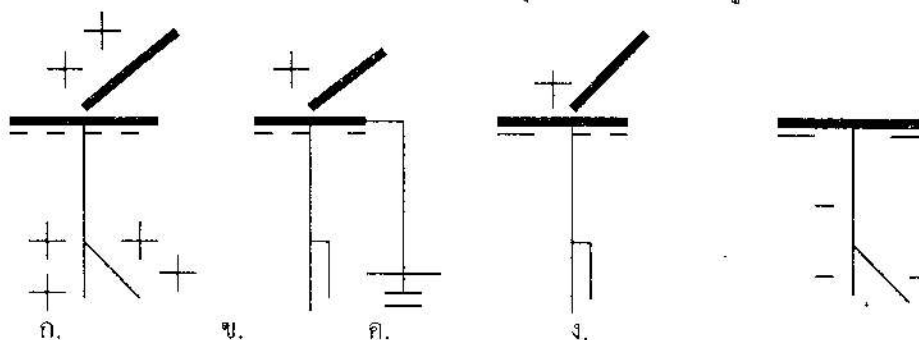
คำตอบ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าใกล้งานโลหะของอิเล็กโทรสโคป จะเกิดการเหนี่ยวนำขึ้นประจุลบจะถูกดึงดูดขึ้นมาอยู่บริเวณงานโลหะใกล้วัตถุที่มีประจุบวก ทำให้ก้านโลหะและแผ่นโลหะบางมีประจุบวก จึงเกิดแรงผลักระหว่างแผ่นโลหะบาง เป็นผลให้แผ่นโลหะบางกางออกดังรูป



5. ครูนิมนต์ผู้สังเกตการทดลอง เรื่อง การทำให้วัตถุมีประจุโดยการเหนี่ยวนำพร้อมต่อสายดิน ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

หลังการทำการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามรายละเอียดในบทเรียนและได้ข้อสรุปดังนี้

1. การทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำนั้น จะใช้การเหนี่ยวนำอย่างเดียวไม่ได้ ต้องมีการเหนี่ยวนำพร้อมทั้งใช้นิ้วมือแตะหรือต่อสายไฟกับพื้นดิน
2. การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าดังกล่าวในข้อ 1 นั้น สมมติว่านำประจุบวกเข้าใกล้จานโลหะของอิเล็กทรอนิกส์โคป จะทำให้อิเล็กทรอนิกส์โคปมีประจุไฟฟ้า ดังแสดงในรูป



ข้อแนะนำเพิ่มเติม

1. การต่อสายดิน ถ้าไม่ใช้นิ้วมือแตะจานโลหะ อาจใช้สายไฟที่ปลายหนึ่งโยงไปยังตัวนำที่สัมผัสกับพื้นดินชั้น ๆ
2. การต่อสายดินนั้นโดยทั่วไปแล้วนิยมต่อกับพื้นโลกเท่านั้น

สื่อการเรียนการสอน

- | | | |
|------------------------------|-------|--------|
| 1. อิเล็กทรอนิกส์โคปแผ่นโลหะ | จำนวน | 10 ชุด |
| 2. แผ่นไดอิเล็กทริก | จำนวน | 10 ชุด |
| 3. ผ้าสักหลาด | จำนวน | 10 ชุด |

การวัดและประเมินผล

1. ตรวจผลงานการตอบคำถาม
2. ตรวจผลของการปฏิบัติกิจกรรม

แผนการสอนที่ 4

วิชา ฟิสิกส์ 2 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง สนามไฟฟ้า

คาบที่ 4

สาระสำคัญ สนามไฟฟ้าหมายถึงขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุบวกหนึ่งหน่วยวาง ณ ตำแหน่งนั้น สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณทางเวกเตอร์ ทิศของสนามไฟฟ้าอยู่ในทิศเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวก และมีหน่วยเป็น นิวตัน/คูลอมบ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหัวข้อนี้นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของสนามไฟฟ้าได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้า และแรงกระทำต่อประจุไฟฟ้า และใช้ความสัมพันธ์นี้คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างสนามไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าของจุดประจุที่ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า ไฟฟ้า และระยะห่างระหว่างประจุนั้นกับตำแหน่งใด ๆ ที่ต้องการหาสนามไฟฟ้า และใช้ความสัมพันธ์นี้หาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
4. หาขนาดและทิศของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากจุดประจุหนึ่งจุดประจุ และหลายจุดประจุที่เป็นประจุนิดเดียวกันและต่างชนิดกันได้
5. หาขนาดและทิศของแรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้าได้

เนื้อหา

เมื่อมีประจุไฟฟ้าอันหนึ่งวางไว้ บริเวณรอบ ๆ ประจุนี้น้อมมีอำนาจไฟฟ้า กล่าวคือถ้านำประจุไฟฟ้าอื่น ๆ เข้ามาในบริเวณนี้ย่อมมีแรงกระทำกระทำกับประจุหลักที่วางไว้ ซึ่งแรงตามกฎของคูลอมบ์ เราเรียกบริเวณนี้ว่าเกิดสนามไฟฟ้า แต่ถ้าต้องการทราบว่าสนามไฟฟ้าในแต่ละจุดมีค่าเท่าใด ก็ให้นำประจุ $+1\text{ C}$ มาวางที่ตำแหน่งนั้น แรงที่กระทำต่อประจุ $+1\text{ C}$ นี้เป็นค่าความเข้มสนามไฟฟ้าที่ต้องการ ดังนั้นความหมายของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ก็คือ แรงที่กระทำต่อประจุหนึ่งหน่วยที่ตำแหน่งนั้น

$$\text{จึงได้ } E = F/q$$

$$\text{จาก } F = KQq/r^2$$

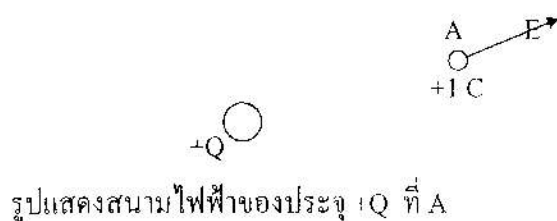
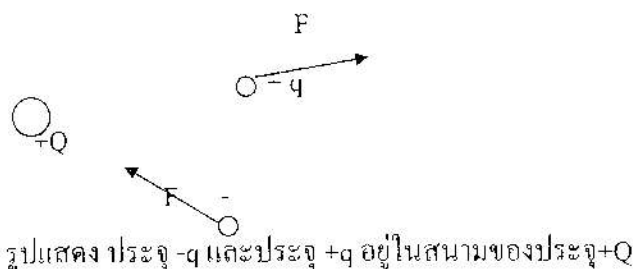
$$\text{จะได้ } E = KQ/r^2$$

เมื่อ E เป็นความเข้มสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ

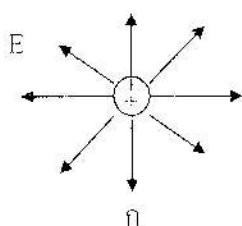
F เป็นแรงที่กระทำต่อประจุ $+q$ เนื่องจากประจุ Q

กล่าวได้ว่าสนามไฟฟ้าก็คือแรงนั่นเอง เพียงแต่เป็นแรงต่อ 1 หน่วยประจุเท่านั้น

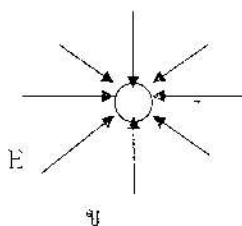
เมื่อแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สนามไฟฟ้าจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ด้วย จากความหมายที่กำหนด สนามไฟฟ้าจึงมีหน่วยเป็น นิวตัน/คูลอมบ์ (N/C)



การแสดงลักษณะของสนามไฟฟ้านิยมแสดงด้วยเส้นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นเส้นที่บอกถึงขนาด และทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุ $+1 \text{ C}$ ที่จุดต่าง ๆ ในบริเวณสนามไฟฟ้าแห่งนั้น สำหรับ สนามไฟฟ้าของประจุ $+Q$ และ $-Q$ มีลักษณะดังรูป



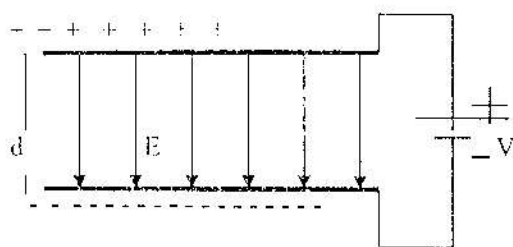
ก สนามไฟฟ้าของประจุบวก



ข สนามไฟฟ้าของประจุลบ

สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะคู่

โลหะคู่ขนานห่างกันระยะ d เมตร ต่อเข้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า V (โวลต์) ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E ขึ้นระหว่างแผ่นโลหะ



จากรูปขนาดสนามไฟฟ้า E

$$E = V/d \quad \text{หน่วย (V/m)}$$

ในกรณีที่สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุหลายจุดที่วางไว้บริเวณใกล้เคียงกัน สนามไฟฟ้าที่จุดใด ๆ ในสนามไฟฟ้านั้นก็ผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุหลักเหล่านั้น ดังรูป



ขนาดสนามไฟฟ้าลัพธ์ E ที่ตำแหน่ง A

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\theta}$$

ทิศทางสนามไฟฟ้า E

$$\tan\alpha = \frac{E_1\sin\theta}{E_2 + E_1\cos\theta}$$

หลักการการเขียนการสอบ

ขั้นนำ

ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสนามไฟฟ้าตามรายละเอียดในบทเรียนจนได้ผลการคือ

$$E = F/q$$

จากความหมายของสนามไฟฟ้า ขนาดและทิศของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ จะหมายถึงขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุบวกหนึ่งหน่วย วางไว้ ณ ตำแหน่งนั้น ครูเน้นว่า สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ ทิศสนามไฟฟ้าอยู่ในทิศเดียวกับแรงที่กระทำต่อประจุบวก มีหน่วยเป็น นิวตัน/คูลอมบ์

ขั้นสอน

1. ครูให้ความรู้ถึงวิธีการหาขนาดของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ $-Q$ ที่ตำแหน่งห่างจากจุดประจุ $-Q$ เป็นระยะทาง r ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนจนได้ความสัมพันธ์ $E = KQ/r^2$ และครูชี้ให้เห็นว่า ถ้าประจุ $-Q$ มีค่าคงที่ ขนาดของสนามไฟฟ้าแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางจากจุดประจนันถึงประจุ $+Q$ นั่นคือ ขนาดสนามไฟฟ้ามีค่าน้อยลง ถ้าระยะ r มากขึ้น ทิศสนามไฟฟ้า

ณ ตำแหน่งต่าง ๆ รอบ ๆ จุดประจุ + Q จะมีทิศพุ่งออกจากประจุ + Q และทิศของสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุ - Q จะมีทิศพุ่งเข้าหาประจุ - Q

2. ครูให้ความรู้ต่อไปว่า ในสมการ $E = kQ/r^2$ นั้น เป็นสมการที่ให้ขนาดสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ เนื่องจากประจุเพียงจุดเดียว ครูเน้นว่าทิศสนามไฟฟ้าขึ้นกับชนิดของประจุที่ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า ถ้ามีสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุสองจุดประจุขึ้นไปสามารถหาสนามไฟฟ้าลัพธ์ได้จากหลักการรวมเวกเตอร์ พร้อมทั้งอธิบายตัวอย่างการคำนวณประกอบ และให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหา โจทย์การหาสนามไฟฟ้าลัพธ์

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการบอกทิศทางของสนามไฟฟ้ากับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุ + q หรือ -q ที่อยู่ในสนามไฟฟ้า ตามรายละเอียดในบทเรียนพร้อมทั้งเขียนสรุปประกอบ จนสรุปได้ว่า เมื่อมีประจุ +q วางอยู่ในสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุบวกหรือประจุลบก็ตาม ทิศสนามไฟฟ้ากับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุ + q มีทิศเดียวกัน แต่ถ้าให้ประจุ - q อยู่ในสนามไฟฟ้าดังกล่าว ทิศของสนามไฟฟ้ากับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุ - q มีทิศตรงข้ามกัน และครูให้นักเรียนตอบคำถามที่ 11.7 ในหนังสือเรียน

สื่อการเรียนการสอน

- รูปภาพแสดงทิศของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุชนิดต่าง ๆ
- หนังสือเรียน ว 023 วิชาฟิสิกส์

การวัดและประเมินผล

- ให้ตอบคำถาม
- ตรวจผลงาน
- ตรวจแบบฝึกหัด โจทย์การคำนวณ

แผนการสอนที่ 5

วิชาฟิสิกส์ ว 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง เส้นแรงไฟฟ้า

คาบที่ 5

สาระสำคัญ

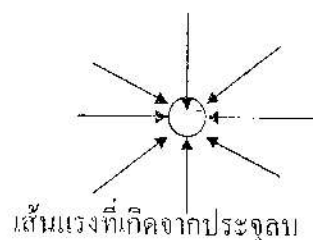
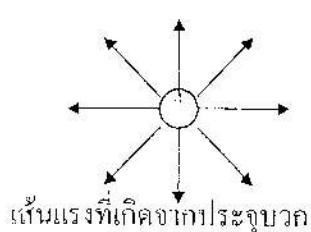
เส้นแรงไฟฟ้าคือ เส้นต่าง ๆ ที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบ ๆ จุดประจุ

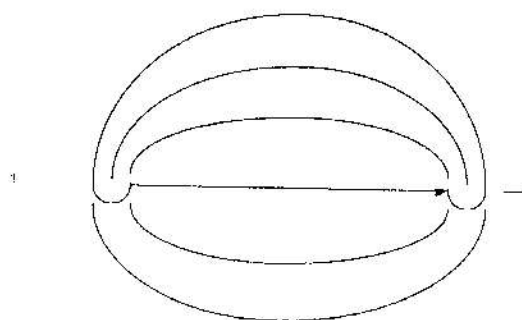
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหัวข้อนี้นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของเส้นแรงไฟฟ้าได้
 2. บอกวิธีการหาเส้นแรงไฟฟ้า โดยการโรยเกล็ดค่างทับทิมบนกระดาษกรองที่ขึ้น ๆ และมีขั้วไฟฟ้าวางทับเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้า
 3. เขียนรูปแสดงเส้นแรงไฟฟ้าจากหนึ่งจุดประจุ จุดประจุ 2 จุดประจุที่มีประจุต่างชนิดกัน ประจุต่างชนิดกันระหว่างแผ่นตัวนำขนาน ประจุต่างชนิดกันของตัวนำทรงกลมซ้อนกัน
 4. บอกได้ว่าขนาดสนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นมีค่ามาก ถ้าเส้นแรงไฟฟ้ามีความหนาแน่นมาก
 5. บอกได้ว่าสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในที่ว่างภายในตัวนำทรงกลมใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์ ณ จุดที่นับจากผิวทรงกลมออกไปสนามไฟฟ้ามีขนาดเช่นเดียวกับสนามไฟฟ้าของจุดประจุ เมื่อประจุทั้งหมดของทรงกลมไปรวมกันอยู่ที่ศูนย์กลางทรงกลม
 6. บอกได้ว่า สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในตัวนำรูปทรงกลมใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่ติดกับผิวตัวนำจะมีทิศตั้งฉากกับผิวเสมอ
- เนื้อหา

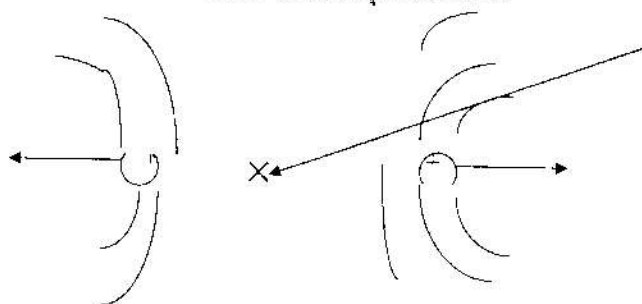
เส้นต่าง ๆ ที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบ ๆ จุดประจุ ดังรูป เส้นเหล่านี้ใช้แสดงทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวกที่วางอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า ในกรณีที่สนามไฟฟ้าที่พิจารณาเป็นสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมากกว่า 1 จุดประจุ เส้นแรงไฟฟ้าจะเป็นเส้นแสดงทิศของสนามไฟฟ้าลัพธ์ที่มีทิศเดียวกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุบวก

รูปแสดงทิศของเส้นแรงไฟฟ้าบริเวณรอบ ๆ จุดประจุ





เส้นแรงไฟฟ้าของประจุต่างชนิดกัน



เส้นแรงไฟฟ้าของประจุชนิดเดียวกัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูทบทวนเกี่ยวกับการเขียนภาพแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบ ๆ จุดประจุตั้งรูปในหนังสือเรียน 11.21 ก. และให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของเส้นแรงไฟฟ้า ตามรายละเอียดในบทเรียน และเน้นให้นักเรียนทราบว่า ถ้ามีสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมากกว่า 1 จุดประจุเส้นแรงไฟฟ้าจะเป็นเส้นแสดงทิศของสนามไฟฟ้าลัพธ์

ขั้นสอน

1. ครูแสดงการสาธิตเส้นแรงไฟฟ้าให้นักเรียนเห็น ก่อนทำการสาธิตควรควรปฏิบัติและทำความเข้าใจกับสิ่งต่อไปนี้

1.1. ครูควรฝึกการ ไรค่าทั้งหัตถ์คิมให้มีความหนาแน่นพอเหมาะเมื่อทดลองแล้วให้ห็นเส้นแรงได้ชัด

1.2 เมื่อไรค่าทั้งหัตถ์คิมลงบนกระดาษกรอง ในตอนแรกเส้นจะมองเห็นไม่ชัด ถ้าทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาทีจะเห็นแนวเส้นชัด แต่ถ้าทิ้งไว้อีกระยะหนึ่งเกล็ดค่างหัตถ์คิมจะซึมเลอะจนมองไม่เห็นเส้นชัด

1.3 ขั้วไฟฟ้าควรเรียบเสมอกัน ก่อนทำการทดลองต้องขัดหรือขัดขั้วให้สะอาด

1.4 ในขณะที่ทำการสาธิตควรเชื่อมต่อให้แห้ง ก่อนการสาธิตควรเตือนนักเรียนว่า อย่าแตะขั้วไฟฟ้าขณะเครื่องจ่ายไฟตรง โวลต์สูงทำงานเพราะอาจจะเป็นอันตรายร้ายแรง ในการสาธิตนั้นตอนแรกเป็นการหาสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุโดยใช้ขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วจึงลงบนกระดานกรองหรือกระดาษโรเนียวที่เปียกน้ำหมาด ๆ ซึ่งวางไว้บนแผ่นกระจกราบ โดยให้ขั้วทั้งสองห่างกันประมาณ 3-5 เซนติเมตร เสียบปลั๊กให้เครื่องจ่ายโวลต์สูงทำงานแล้วโรยเกล็ดด่างทับทิมที่เตรียมไว้ให้กระจายอย่างสม่ำเสมอให้นักเรียนสังเกตการกระจายของเกล็ดสีม่วงขณะที่โรยลงในตอนแรกและเมื่อทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที ขณะที่เสียบปลั๊กอยู่ ให้เปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นบนกระดาษกรองหรือกระดาษโรเนียวกับภาพในหนังสือเรียน และครูอย่าให้นักเรียนเข้าใจว่าทุก ๆ จุดในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้านั้นจะมีแรงกระทำต่อประจุไฟฟ้าและอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเพียงแต่จัดตัวตามแนวของแรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเพียงแต่จัดเรียงตัวตามแนวของแรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้านั้น ซึ่งมองเห็นเป็นเส้นตรงผลการสาธิตหรือตามรูปในหนังสือเรียน

2. ครูแสดงการสาธิตการเกิดเส้นแรงไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของแผ่นตัวนำที่วางขนานกัน

สำหรับการสาธิตโดยใช้วงกลมโลหะขนาดต่างกัน 2 อัน ให้วางวงกลมทั้งสองลงบนกระดาษกรองหรือกระดาษโรเนียวที่ขึ้น ๆ โดยให้จุดศูนย์กลางทรงกลมทั้งสองอยู่ที่เดียวกัน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวคำถามในบทเรียนเพื่อหาข้อสรุปดังนี้

1. จะเห็นแนวการแผ่กระจายของสีม่วงจากขั้วลบไปบวก เนื่องจากเกล็ดด่างทับทิมละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็น ไฮโดรเจนไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นไอออนบวกไม่มีสี กับเปอร์มังกาเนตไอออนซึ่งเป็นไอออนลบสีม่วง ครูควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าเส้นสีม่วงที่เห็นนั้นเกิดจากการเรียงตัวของไอออนลบต่อเนื่องกันไปตามทิศของแรงลัพธ์ ทำให้มองเห็นการแผ่กระจายของไอออนเป็นเส้นยาวขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งแนวเหล่านั้นคือ เส้นแรงไฟฟ้า

2. ไอออนบวกคือไฮโดรเจนไฮดรอกไซด์ไม่มีสี จึงไม่เห็นแนวการเรียงตัวของไฮโดรเจนไฮดรอกไซด์ ทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อไอออนบวกตรงข้ามกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อไอออนบวก ดังนั้นเมื่อพิจารณาที่ไอออนบวก แนวการเรียงตัวมีลักษณะเดียวกัน

3. เมื่อสังเกตเส้นสัมผัสกับเส้นแรงไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวกจะอยู่บนเส้นสัมผัสและมีทิศพุ่งออกจากประจุบวกเข้าหาประจุลบ ดังรูป 11.24 ในหนังสือเรียน

4. เส้นแรงไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำขนานเป็นเส้นขนานกัน และมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ ดังรูป 11.25 ก. ข. ในหนังสือเรียน

5. ตัวนำวงกลม 2 วง ขนาดต่างกันซ้อนกัน ภายในวงกลมไม่มีแนวเส้นแรงไฟฟ้าแสดงว่าสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ ระหว่างทรงกลมทั้งสองเส้นแรงไฟฟ้าจะอยู่ในแนวของรัศมีมีลักษณะเช่นเดียวกับเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ ดังรูป 11.26 ก. ข. ในหนังสือเรียน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าเส้นแรงที่ทำการสาธิตนั้นเป็น 2 มิติ แต่ในการศึกษาเส้นแรงไฟฟ้าที่สมบูรณ์ต้องพิจารณา 3 มิติ

2. ครูควรให้นักเรียนพิจารณาเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ และอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปว่า บริเวณใดมีสนามไฟฟ้ามาก เส้นแรงไฟฟ้าย่อมมีความหนาแน่นมากด้วย ดังนั้นเราจึงอาจพิจารณาขนาดของสนามไฟฟ้าจากความหนาแน่นของเส้นแรงไฟฟ้าได้

สื่อการเรียนการสอน

- รูปภาพแสดงเส้นแรงไฟฟ้าเนื่องจากประจุชนิดต่าง ๆ
- แก๊สดีด่างหีบหีบมาดให้ละเอียดพอควร
- กระดาษกรองหรือกระดาษโรเนียวขนาด 15 x 15 เซนติเมตร
- เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง 1 เครื่อง
- แผ่นกระจกสำหรับรองแผ่นกระดาษ 1 แผ่น
- ขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ที่ติดกับแผ่นโลหะสี่เหลี่ยมดังรูปในหนังสือเรียนหน้า 36
- ตัวนำวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร
- วงแหวน อลูมิเนียมของชุดทดลองแม่เหล็กไฟฟ้า

การวัดและประเมินผล

- เกิดความสนใจ
- รักถาม
- ให้ตอบคำถามและตรวจผลงาน

แผนการสอนที่ 6

วิชา ฟิสิกส์ ว 023 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า

คาบที่ 6

สาระสำคัญ

เมื่อมีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า จะมีพลังงานศักย์ในประจุนั้น

พลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยประจุที่ตำแหน่งใด เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า ที่ตำแหน่งนั้น

ถ้าให้ E_p เป็นพลังงานศักย์ไฟฟ้า หน่วย จูล (Joule)

q เป็นประจุไฟฟ้าใด ๆ หน่วย คูลอมบ์ (Coulomb)

V เป็นศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งหนึ่ง หน่วย จูล/คูลอมบ์ (โวลต์)

จะได้ $V = E_p/q$

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าได้
2. บอกได้ว่าศักย์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็น จูล/คูลอมบ์ เรียกว่า โวลต์
3. บอกความหมายของความต่างศักย์ไฟฟ้าได้
4. อธิบายวิธีหาศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุได้
5. กำหนดหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ เนื่องจากจุดประจุหนึ่งจุดประจุ หรือจุดประจุมากกว่า 1 จุดประจุ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้
6. บอกได้ว่าศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในตัวนำทรงกลมมีค่าเท่ากันเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่ผิว ศักย์ไฟฟ้าที่นับจากผิวนอกออกไปมีค่าเท่ากับศักย์ไฟฟ้าของประจุที่เสมือนว่าเกิดจากประจุทั้งหมดไปรวมกันที่จุดศูนย์กลางทรงกลมนั้น
7. บอกได้ว่าศักย์ไฟฟ้าของตัวนำทรงกลมที่มีประจุ Q และรัศมี a ที่ตำแหน่งใด ๆ นับจากผิวเข้าไปมีค่าคงที่เท่ากับ KQ/a
8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอจากความสัมพันธ์ ดังกล่าว กำหนดหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

เนื้อหา

1. ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ
2. ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุบนตัวนำทรงกลม
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ ศักย์ไฟฟ้า

ครูทบทวนเกี่ยวกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงตามที่ได้ศึกษามาแล้วในบทที่ 9 ดังนี้

- เมื่อวัตถุอยู่สูงจากระดับอ้างอิงวัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง
- การเลือกตำแหน่งอ้างอิงเพื่อบอกค่าพลังงานศักย์โน้มถ่วง ผู้สังเกตสามารถเลือกตำแหน่งใดก็ได้

ได้ก็ได้

- เมื่อปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่อย่างอิสระ วัตถุจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่มีพลังงานศักย์มาก

ไปยังตำแหน่งที่มีพลังงานศักย์น้อย

ขั้นสอน

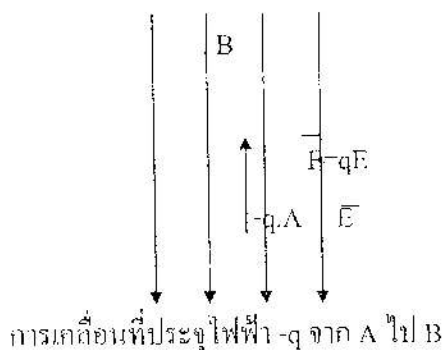
1. ครูชี้ให้เห็นกรณีระหว่างมวล m อยู่ในสนามโน้มถ่วงกับประจุ q อยู่ในสนามไฟฟ้าว่าต่างมีแรงกระทำจากสนามทำนองเดียวกัน จึงสรุปได้ว่า เมื่อประจุอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า จะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้า และพลังงานศักย์ไฟฟ้าคือหนึ่งหน่วยประจุที่ตำแหน่งใดเรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า ที่ตำแหน่งนั้น ตามสมการ $V = E_p/q$

และครูย้ำว่าศักย์ไฟฟ้า V เป็นปริมาณสเกลาร์

2. ครูนำอภิปรายถึงวิธีหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ โดยใช้รูปในหนังสือเรียนประกอบ และชี้ให้นักเรียนเห็นว่า เมื่อประจุ $+q$ อยู่ ณ ตำแหน่ง A ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอทิศของแรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ $+q$ กับทิศของสนามไฟฟ้าเป็นทิศเดียวกันดังนั้นต้องให้งานจึงจะทำให้ประจุ $-q$ เคลื่อนที่จาก A ไป B ได้

ประจุ $+q$ ที่ B จึงมีพลังงานศักย์มากกว่าที่ A และเมื่อให้ประจุ $+q$ เคลื่อนที่อย่างอิสระ ประจุ $-q$ จะเคลื่อนที่ตามทิศของสนามไฟฟ้าจาก B ไป A จึงสรุปได้ว่า ประจุนวกจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

จากเหตุผลอย่างเดียวกันนี้ถ้ามีประจุ $-q$ อยู่ ณ ตำแหน่ง A ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ดังรูป แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุ $-q$ มีทิศดังรูป



3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดในหนังสือเรียนจนได้ความหมายของความต่างศักย์ไฟฟ้า ดังนี้ งานที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนประจุ + 1 หน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปยังตำแหน่งหนึ่งในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าคือความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งนั้น

เขียนเป็นสมการได้ว่า $V_B - V_A = W/q$

ครูทบทวนให้นักเรียนทราบว่าศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์และความต่างศักย์ก็เป็นปริมาณทางสเกลาร์เช่นเดียวกัน

จากสมการ ถ้าให้ V_A เป็นศูนย์

V_B เป็นศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ

จะได้ว่า $V_B = W/q$

นั่นคือ ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ คือ ความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่งนั้นกับตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ

การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ในการหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ คือการหางานในการนำประจุ + หน่วยจากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์มายังตำแหน่งนั้น

ขั้นสอน

1. ให้ความรู้ในการหาศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ตามรายละเอียดในบทเรียนจนได้สมการ $V = kQ/r$ ประจุ Q เป็นประจุบวกหรือลบก็ได้ ถ้า Q เป็นบวก ศักย์ไฟฟ้า V เป็นบวก ถ้า Q เป็นลบ ศักย์ไฟฟ้า V เป็นลบ ดังนั้นศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ อาจมีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบก็ได้ ยกเว้นแต่ชนิดของประจุ Q ที่ทำให้เกิดสนาม ณ ตำแหน่งนั้น

ครูเน้นว่าศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใด ๆ ที่เกิดจากจุดประจุหลายจุดประจุคือผลบวกทางคณิตศาสตร์ของศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากจุดประจุดังสมการ

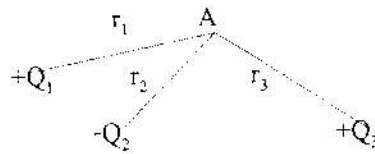
$$V = \sum_{j=1}^n V_j$$

เมื่อ V คือ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่ตำแหน่งหนึ่ง

V_j คือ ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้นเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ

พิจารณา มีประจุไฟฟ้า $+Q_1, -Q_2$ และ $+Q_3$ วางห่างจากจุด A เป็นระยะ r_1, r_2 และ

r_3 ตามลำดับ ศักย์ไฟฟ้ารวมที่ A



ฉะนั้น $V_A = +KQ_1/r_1 + (-KQ_2/r_2) + KQ_3/r_3 + \dots -$

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมการหาศักย์ไฟฟ้ารวม พร้อมให้ตัวอย่างในการคำนวณ ตามตัวอย่างในหนังสือเรียนหน้า 48 และให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดจากโจทย์การคำนวณหาศักย์ไฟฟ้าตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

ขั้นสอน

ครูอภิปรายตามระเอียดในหนังสือเรียนจนสรุปได้ว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดในตัวนำทรงกลมนั้นจากผิวนอกเข้าไปมีค่าเท่ากันเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่ผิวและได้

$$V = KQ/a$$

เมื่อ a คือรัศมีของทรงกลม หน่วย เมตร (m)

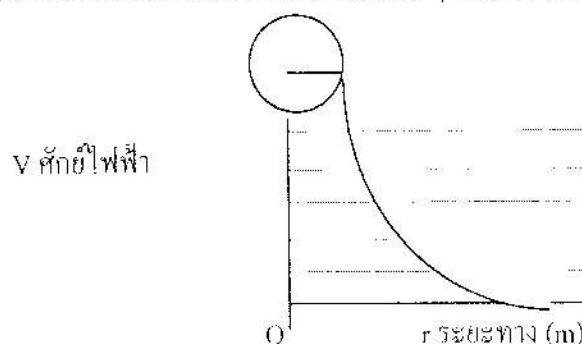
Q คือ ประจุไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม หน่วย คูลอมบ์ (C)

K คือ ค่าคงที่ $= 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

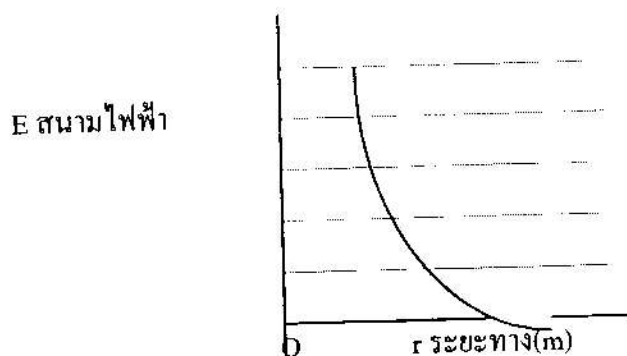
V คือ ศักย์ไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (V)

ศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมแสดงได้ดัง

รูป



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้ากระแสกับระยะทาง



กราฟแสดงความสัมพันธ์สนามไฟฟ้ากับระยะทาง
ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ขั้นสอน ครูอภิปรายตามรายละเอียดในบทเรียนจนได้สมการ

$$E = \frac{V_B - V_A}{d}$$

E คือสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

ขั้นสรุป

ครูร่วมกับนักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปผลได้ว่า ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า เนื่องจากประจุบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุลบจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับสมการ

$$V = KQ/r \text{ เมื่อแทนค่า } Q \text{ โดยคิดเครื่องหมายด้วย}$$

จากความหมายของพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุเป็นบวกหรือลบ และความหมายของศักย์ไฟฟ้าที่มีค่าเป็นบวกหรือลบดังกล่าวแล้ว ถ้าพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์ของประจุใด ๆ V เป็นศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าตามสมการ

$$V = E_p/q$$

$$\text{หรือ } E_p = qV$$

ซึ่งสมการนี้ยังคงใช้ได้ ถ้าแทนค่าปริมาณต่าง ๆ พร้อมเครื่องหมาย

สื่อการเรียนการสอน

- รูปภาพแสดงการหาศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากหลายจุดประจุ
- แผนภาพกราฟความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้ากับระยะทาง

การวัดและประเมินผล

- สังเกตความสนใจ, ตรวจสอบแบบฝึกหัด