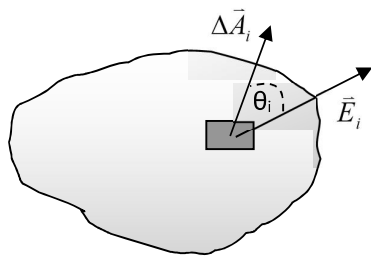


**Worksheet 5: กฎของเกาส์ (Gauss's Law)**

1. ฟลักซ์ของสนามไฟฟ้าที่ผ่านผิวปิด

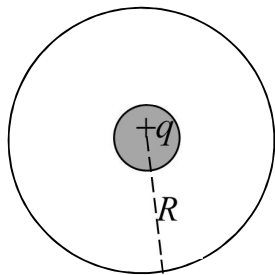


$$\Phi =$$

เนื่องจากการเป็นการอินทิเกรตบนผิวปิดทั้งหมด จึงมักเขียน  $\oint$  แทน

สัญลักษณ์  $\int$  เพื่อย้ำว่าเป็นการอินทิเกรตผิวปิดทั้งหมดไม่ใช่เพียงบางส่วน

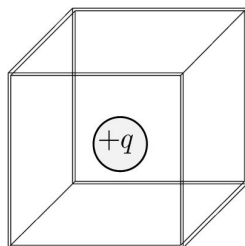
ตัวอย่าง 1-1 จงใช้สมการ  $\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$  คำนวณหาฟลักซ์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุจุด  $+q$  ที่ผ่านผิวปิดรูปทรงกลมรัศมี  $R$  (แนะนำ: ให้ลองวาดรูปแสดงสนามไฟฟ้าที่ตัดผ่านพื้นผิวแต่ละจุดรอบๆ ผิวปิด)



ทิศทางของ  $\vec{E}$  กับ  $d\vec{A}$  .....

$$\Phi =$$

ตัวอย่าง 1-2 ประจุจุด  $+q$  ถูกหุ้มไว้อยู่ตรงกลางผิวปิดรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งรูป จงใช้สมการ  $\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$  คำนวณหาฟลักซ์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ  $+q$  ที่ผ่านผิวปิดนี้



จะเห็นว่า  $\vec{E}$  บนพื้นผิวด้านเดียวกัน.....

ดังนั้น การหาฟลักซ์ไฟฟ้าจากสมการ  $\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$  จะทำได้ยาก! ☹

2. กฎของเกาส์ (Gauss' Law)

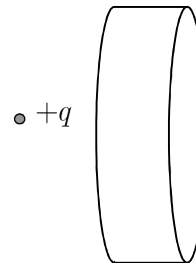
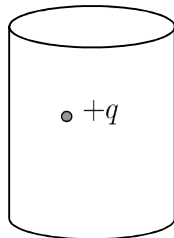
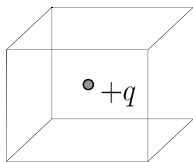
กฎของเกาส์กล่าวว่า “ฟลักซ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่ผ่านผิวปิดจะแปรผันตรงกับ.....ที่อยู่ภายในผิวปิดนั้น”

เขียนเป็นสมการได้ว่า



โดยเรียกผิวปิดที่สมมติขึ้นนี้ ว่า ผิวของเกาส์ (Gaussian Surface)

ลองคิดดู: จงหาฟลักซ์ไฟฟ้าที่ผ่านผิวปิดที่หุ้มประจุจุด  $+q$  ในแต่ละกรณีต่อไปนี้



3. ขั้นตอนการใช้กฎของเกาส์ในการหาขนาดของสนามไฟฟ้า ที่จุด P

(1) ระบุทิศของสนามไฟฟ้าลัพท์ที่จุด P ให้ได้

(2) สร้าง(วาด)ผิวของเกาส์ปิดล้อมประจุ ผิวของเกาส์ที่ดีควรให้ผลดังนี้

- จุด P อยู่บนผิวของเกาส์
- สนามไฟฟ้าที่มีขนาดเท่ากันที่ทุกจุดบนระนาบของผิวเดียวกัน
- เวกเตอร์พื้นที่  $d\vec{A}$  วางตัวในแนว ..... หรือ ..... กับ  $\vec{E}$  เท่านั้น

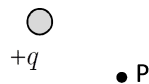
(3) หาขนาดของประจุที่ถูกปิดล้อม  $Q_{\text{enclosed}}$

(4) ใช้กฎของเกาส์ในรูปของสนามไฟฟ้า เพื่อคำนวณหาสนามไฟฟ้า

ตัวอย่าง 3-1 จงหาสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุจุด  $+q$  ที่จุด P ที่ห่างออกมาเป็นระยะ  $r$  โดยใช้กฎของเกาส์

ขั้นตอนที่ (1) ระบุทิศของสนามไฟฟ้าลัทธิที่จุด P

ขั้นตอนที่ (2) วาดผิวปิดของเกาส์ที่เหมาะสม ปิดล้อมประจุจุด  $+q$  โดยให้ผิวปิดนั้นผ่านจุด P



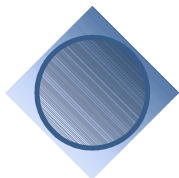
ขั้นตอนที่ (3) หาขนาดของประจุที่ถูกปิดล้อมภายในผิวปิดที่สร้างในขั้นที่ 1  $Q_{\text{enclosed}} = \dots\dots\dots$

ขั้นตอนที่ (3) ใช้สมการกฎของเกาส์ เพื่อคำนวณหาสนามไฟฟ้าที่จุด P

ตัวอย่าง 3-2 ฉนวนรูปทรงกลมตันรัศมี  $R$  มีประจุ  $+Q$  กระจายอย่างสม่ำเสมอ

จงหาสนามไฟฟ้าที่จุด  $P$  ที่ห่างออกมาจากจุดศูนย์กลางของฉนวนเป็นระยะ  $r$  โดยใช้กฎของเกาส์

(หาคำตอบเฉพาะในกรณีที่  $r > R$ )



คำถามส่งท้าย

1. แล้วที่ตำแหน่งที่  $r < R$  สนามไฟฟ้าจะมีค่าเป็นอย่างไร
2. ถ้าไม่ใช้กฎของเกาส์จะหาขนาดของสนามไฟฟ้าได้อย่างไร

ตัวอย่าง 3-3 จงใช้กฎของเกาส์คำนวณหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุด  $P$  เนื่องจากแผ่นฉนวนขนาดใหญ่อนันต์ที่มีประจุไฟฟ้า

บวกกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ โดยมีจำนวนประจุต่อพื้นที่เป็น  $+\sigma$  คู่ออมบ์ต่อตารางเมตร

