



ข้อสอบภาคปฏิบัติการข้อที่ 1

การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 7 (The Seventh POSN-Physics Olympiad: 7th POSN-PhO)

ณ มหาวิทยาลัยศิลปากร

6 พฤษภาคม 2551 (8:00 น.-10:00 น.)

คำแนะนำ

1. ให้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
3. ในแต่ละข้อมีกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษเขียนตอบ
4. กระดาษเขียนตอบใช้เฉพาะด้านหน้าและเขียนภายในกรอบที่กำหนดให้เท่านั้น เขียนทุกสิ่งที่คุณคิดว่าจำเป็นในการแสดงวิธีทำและต้องการให้ตรวจลงบนกระดาษเขียนตอบ
5. ในการตอบคำถามที่เป็นตัวเลขต้องตอบให้มีจำนวนเลขน้อยสำคัญที่สุดสอดคล้องกับข้อมูลที่ให้มา
6. ต้องใส่หมายเลขประจำตัวนักเรียนในช่องที่หัวกระดาษเขียนตอบทุกแผ่นที่ใช้ นอกจากนั้นบนกระดาษเขียนตอบของแต่ละข้อให้เขียนเลขข้อและเลขหน้าของข้อ ด้านบนกระดาษเขียนตอบที่ใช้ทุกแผ่นให้ชัดเจน ถ้าแผ่นใดใช้ทดหรือไม่ต้องการให้ตรวจให้ขีดกากบาทตลอดหน้านั้น
7. เมื่อทำเสร็จแล้วให้จัดเรียงกระดาษสรุปคำตอบไว้บนสุด ตามด้วยกระดาษเขียนตอบ กระดาษคำถาม กระดาษทด กระดาษเปล่าที่เหลือไว้ล่างสุด หนีบกระดาษทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วใส่ซองวางไว้บนโต๊ะสอบ

ห้ามนำกระดาษใดๆ ออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด

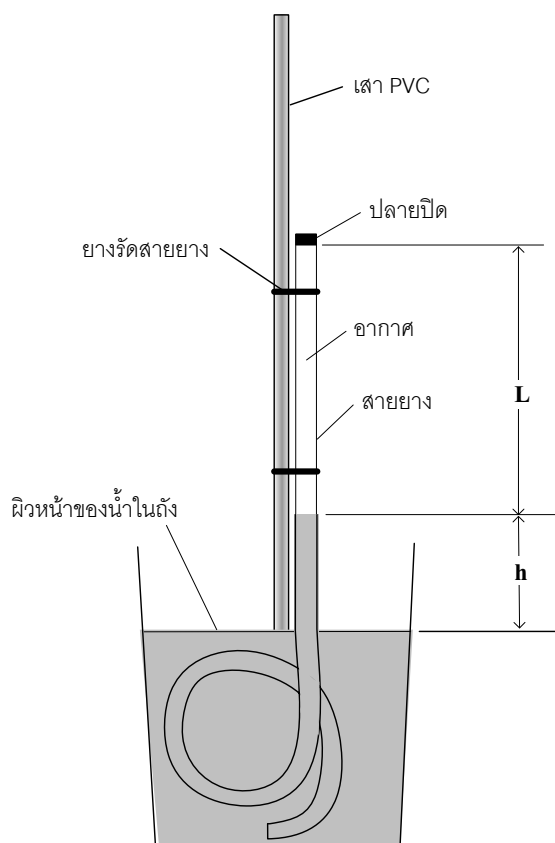
ข้อสอบปฏิบัติการ ข้อที่ 1

[10 คะแนน] การหาความดันบรรยากาศ

ล่ำอากาศในสายยางจำนวน n โมล มีปริมาตรเป็น V_0 และยาว L_0 ที่ความดันบรรยากาศ P_{atm} แต่ถ้ำเราปรับความสูงของสายยางจะทำให้ปริมาตรของล่ำอากาศในสายยางเปลี่ยนไปเป็น V และยาว L และความดันก็เปลี่ยนไปเป็น P ซึ่งอากาศจำนวนนี้จะประพฤติตัวตามกฎของบอยล์เพราะเราทดลองในบริเวณที่อุณหภูมิคงที่ คือ

$$P_{atm} V_0 = PV \quad (1)$$

ถ้ำ h เป็นความสูงของระดับน้ำในสายยางเทียบกับระดับน้ำในถัง ดังรูป



จะได้ว่า

$$P = P_{atm} - \rho g h \quad (2)$$

เมื่อ ρ คือความหนาแน่นของน้ำ = 1000 กิโลกรัม/เมตร³

$g = 9.8$ เมตร/วินาที²

อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

1. สายยาง
2. ขางมะตอยเพื่อใช้อุดสายยาง
3. ไม้เมตร
4. ถังน้ำ
5. เสาค PVC ยาวประมาณ 2 เมตร ใช้สำหรับยึดสายยาง
6. กระดาษขาว และยางรัด
7. กระดาษกราฟ

คำสั่ง

จงทำการทดลองเพื่อหาความดันบรรยากาศจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบกราฟเส้นตรง
ให้ถือว่าพื้นที่หน้าตัดของสายยางสม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น

- 1.1 จงออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าความดันบรรยากาศจากกราฟเส้นตรง (1 คะแนน)
- 1.2 จากอุปกรณ์ที่จัดให้ จงทำการทดลองหาความดันบรรยากาศและบันทึกค่าในตารางที่ท่านทำขึ้นเอง (4 คะแนน)
- 1.3 จงวิเคราะห์หาค่าความดันบรรยากาศในหน่วยพาสคัลจากกราฟเส้นตรง พร้อมแสดงการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (5 คะแนน)



ข้อสอบภาคปฏิบัติการข้อที่ 2

การแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 7 (The Seventh POSN-Physics Olympiad: 7th POSN-PhO)

ณ มหาวิทยาลัยศิลปากร

6 พฤษภาคม 2551 (10:00 น.-12:00 น.)

คำแนะนำ

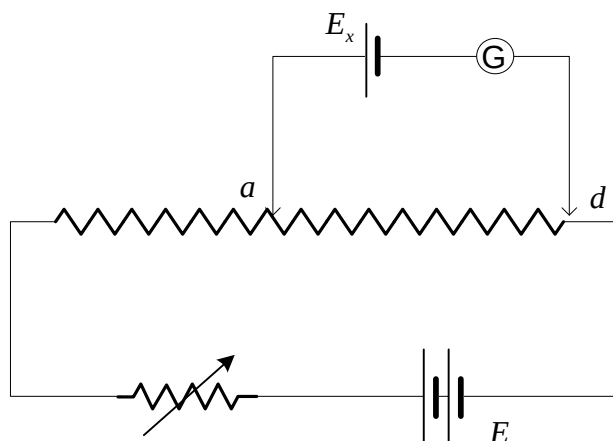
1. ให้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำเท่านั้น
3. ในแต่ละข้อมีกระดาษสรุปคำตอบและกระดาษเขียนตอบ
4. กระดาษเขียนตอบใช้เฉพาะด้านหน้าและเขียนภายในกรอบที่กำหนดให้เท่านั้น เขียนทุกสิ่งที่คิดว่าจำเป็นในการแสดงวิธีทำและต้องการให้ตรวจลงบนกระดาษเขียนตอบ
5. ในการตอบคำถามที่เป็นตัวเลขต้องตอบให้มีจำนวนเลขนัยสำคัญที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้มา
6. ต้องใส่หมายเลขประจำตัวนักเรียนในช่องที่หัวกระดาษเขียนตอบทุกแผ่นที่ใช้ นอกจากนั้นบนกระดาษเขียนตอบของแต่ละข้อให้เขียนเลขข้อและเลขหน้าของข้อ ด้านบนกระดาษเขียนตอบที่ใช้ทุกแผ่นให้ชัดเจน ถ้าแผ่นใดใช้ทดหรือไม่ต้องการให้ตรวจให้ขีดกากบาทตลอดหน้านั้น
7. เมื่อทำเสร็จแล้วให้จัดเรียงกระดาษสรุปคำตอบไว้บนสุด ตามด้วยกระดาษเขียนตอบ กระดาษคำถาม กระดาษทด กระดาษเปล่าที่เหลือไว้ล่างสุด หนีบกระดาษทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วใส่ซองวางไว้บนโต๊ะสอบ

ห้ามนำกระดาษใดๆ ออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด

ข้อสอบปฏิบัติการ ข้อที่ 2

[10 คะแนน] โพลเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer)

โพลเทนชิโอมิเตอร์ เป็นชั่งอวจรไฟฟ้าใช้สำหรับวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า(emf) ที่ไม่ทราบค่า (E_x) โดยการเปรียบเทียบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ทราบค่าหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์มาตรฐาน (E_s) วงจรมีหลักการดังรูป



ในรูป E เป็นแบตเตอรี่จ่ายไฟฟ้าให้วงจรที่จะใช้ โดยมีความต้านทานปรับค่าได้สำหรับปรับกระแสในวงจรให้เหมาะสม เมื่อต่อวงจรแหล่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าหนึ่งกับแกลเวนอมิเตอร์ ดังรูปและเลือกปรับความต้านทานระหว่าง ad จะมีจุดหนึ่งที่ไม่มีการเสถผ่านแกลเวนอมิเตอร์(G) และ E_x ซึ่งแสดงว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าของ E_x เท่ากับความต่างศักย์เนื่องจากกระแสที่ตกคร่อมความต้านทานระหว่าง ad แรงเคลื่อนไฟฟ้าอื่นสามารถทำได้เช่นกัน ถ้ากระแสในวงจรเหมาะสม

ในทางปฏิบัติเพื่อวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่า เราจะเริ่มปรับเทียบโดยใช้เซลล์มาตรฐาน (E_s) ต่อในวงจรในตำแหน่งของ E_x ในรูปแล้วปรับความต้านทานที่ปรับค่าได้ และ/หรือปรับความต้านทานระหว่าง ad เพื่อทำให้ไม่มีการเสถผ่านแกลเวนอมิเตอร์(G) จากนั้นเปลี่ยนเซลล์มาตรฐาน E_s เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่า E_x แล้วเลือกกระยะ ad ใหม่ให้เหมาะสมที่ทำให้ไม่มีการเสถไฟฟ้าไหลผ่านแกลเวนอมิเตอร์โดยที่กระแสในวงจรล่างยังคงมีค่าเท่าเดิม ถ้า R_s เป็นความต้านทานไฟฟ้าระหว่าง a กับ d เมื่อใช้ E_s และให้ R_x เป็นความต้านทานไฟฟ้าระหว่าง a กับ d เมื่อใช้ E_x จะได้ว่า

$$E_x = \left(\frac{R_x}{R_s} \right) E_s$$

ซึ่งก็คือ เมื่อทราบค่า R_x R_s และ E_s ก็สามารรถคำนวณหา E_x ได้

อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

1. ถ่านไฟฉาย AA จำนวน 2 ก้อน ซึ่งต่ออนุกรมกันอยู่ในรางถ่าน ทำหน้าที่เป็นแบตเตอรี่จ่ายไฟฟ้า E ของวงจรในรูป
2. ความต้านทานปรับค่าได้ $500\ \Omega$ 1 ตัว
3. ความต้านทาน $500\ \Omega \pm 1\%$ 1 ตัว
4. ความต้านทานชุดที่ 1 ต่อแบบอนุกรมกันจำนวน 10 ตัว มีความต้านทานตัวละ $100\ \Omega \pm 1\%$
5. ความต้านทานชุดที่ 2 ต่อแบบอนุกรมกันจำนวน 10 ตัว มีความต้านทานตัวละ $10\ \Omega \pm 1\%$
6. แรงเคลื่อนไฟฟ้ามาตรฐาน E_s (ถ่านไฟฉาย AA) มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า $1.65 \pm 0.01\ \text{V}$
7. แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่า E_1 และ E_2 (ห้ามแกะกระดาดที่หุ้มเด็ดขาด)
 เพื่อความประหยัด ทั้งแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาตรฐาน E_s และแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่า E_1 และ E_2 ได้จากถ่านไฟฉายก้อนเดียวอยู่ในกล่องแรงเคลื่อนไฟฟ้า ดังนั้นจึงต้องต่อสายให้ถูกต้องเมื่อต้องการให้กล่องนี้ทำหน้าที่เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาตรฐานหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่า
8. แกลแวนอมิเตอร์ G จำนวน 1 เครื่อง

คำแนะนำ ควรอ่านการใช้แกลแวนอมิเตอร์และการใช้กล่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าก่อนทำการทดลอง

แกลแวนอมิเตอร์



เราใช้แกลแวนอมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า การต่อในวงจรจึงต้องเหมือนกับแอมมิเตอร์
แกลแวนอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีช่วงการวัด 2 ช่วง คือ

ถ้ากระแสมีค่ามาก ให้กระแสเข้า(หรือออก)ที่ปุ่มดำ และออก(หรือเข้า) ที่ปุ่มแดง G_1

ถ้ากระแสมีค่าน้อย ให้กระแสเข้า(หรือออก)ที่ปุ่มดำ และออก(หรือเข้า) ที่ปุ่มแดง G_0

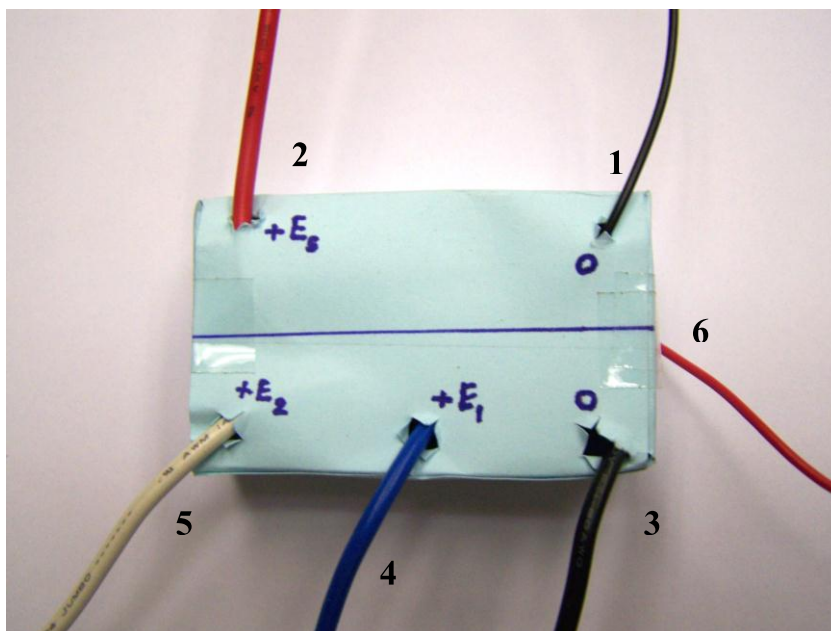
ช่วงกระแสมีค่าน้อยนี้แกลแวนอมิเตอร์จะมีความไวกว่าช่วงกระแสมีค่ามาก กล่าวคือ
กระแสเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เข็มชี้เต็มสเกล

คำเตือน ถ้ากระแสที่มีค่ามากไหลผ่านแกลแวนอมิเตอร์เป็นเวลานานเกินไป จะทำให้แกลแวนอ-
มิเตอร์ชำรุดเสียหายได้ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแกลแวนอมิเตอร์ ในการตรวจสอบว่า
มีกระแสไหลผ่านแกลแวนอมิเตอร์หรือไม่ เบื้องต้น ควรใช้ช่วงที่มีความไวน้อยกว่าก่อนเสมอ คือ
ต่อวงจรให้กระแสเข้า(หรือออก)ที่ปุ่มดำ และออก(หรือเข้า) ที่ปุ่มแดง G_1 และไม่ควรให้กระแสไหล
ผ่านแกลแวนอมิเตอร์เกิน 1 วินาที ซึ่งทำได้ด้วยการเชื่อมต่อไฟเร็วกว่าที่ปุ่มดำหรือปุ่มแดง จนกระทั่ง
แน่ใจว่ากระแสมีค่าน้อยๆจึงใช้ช่วงกระแสมีค่าน้อย โดยต่อวงจรให้กระแสเข้า(หรือออก)ที่ปุ่มดำ
และออก(หรือเข้า) ที่ปุ่มแดง G_0

ถ้าท่านทำให้แกลแวนอมิเตอร์ชำรุด จะได้คะแนนศูนย์ในปฏิบัติการข้อที่ 2 นี้

กล่องแรงเคลื่อนไฟฟ้า (ห้ามแกะกระดากที่หุ้มเด็ดขาด)

ทำหน้าที่เป็นเซลล์มาตรฐานที่ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามาตรฐาน E_s หรือทำหน้าที่ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่ทราบค่า E_1 และ E_2



เมื่อต้องการแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาตรฐาน

เนื่องจากสายไฟฟ้าสีแดงใหญ่(2) ต่ออยู่กับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย AA และสายไฟฟ้าดำขนาดเล็ก(1) ต่ออยู่กับขั้วลบของถ่านไฟฉาย AA ดังนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาตรฐานขนาด 1.65 ± 0.01 V จึงได้จากสายไฟฟ้าสีแดงใหญ่(2) กับสายไฟฟ้าดำขนาดเล็ก(1) โดยปล่อยสายไฟฟ้าอื่นๆคือ (3) (4) (5) และ (6) ลอยไว้ไม่ต่อกับอะไร

เมื่อต้องการแรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่ทราบค่า

เมื่อต้องการที่จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่ทราบค่าให้ต่อสายไฟฟ้าสีดำเล็ก(1)เข้ากับสายไฟฟ้าสีแดงเล็ก(6) โดยปล่อยสายไฟฟ้าสีแดงใหญ่(2) ลอยไว้ไม่ต่อกับอะไร

แรงเคลื่อนไฟฟ้า E_1 เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างสายไฟฟ้าสีดำใหญ่(3)กับสายไฟฟ้าสีน้ำเงิน(4) ส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้า E_2 เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างสายไฟฟ้าสีดำใหญ่(3)กับสายไฟฟ้าสีขาว(5)

ถ้าต้องการตรวจสอบว่ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้า E_1 หรือไม่ ทำได้โดยต่อสายไฟฟ้าสีดำ (3) เข้าขั้วบวกของแกลแวนอมิเตอร์แล้วเอาสายไฟฟ้าสีน้ำเงิน E_1 (4) เชี่ยวเร็วๆที่ขั้วสีแดง G_1 ดู ถ้าเข็มกระดิกแสดงว่ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้า E_1 แรงเคลื่อนไฟฟ้า E_2 ก็ตรวจสอบได้คล้ายๆกัน

คำสั่ง จงทำการทดลองเพื่อหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า E_1 และ E_2 ด้วยหลักการโพเทนชิอิมิเตอร์

2.1 จงเขียนแผนภาพของวงจรที่ใช้ในการเลือกค่า R_s พร้อมบอกขั้นตอนการเลือกใช้ความต้านทานเป็นค่า R_s ให้ระบุความต้านทานทั้งหมดที่ใช้ และระบุสเกลของแกลแวนอิมิเตอร์ด้วย พึงระลึกว่าเราต้องการวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ละเอียดที่สุด (3 คะแนน)

2.2 จงแสดงข้อมูลที่จำเป็นในการหาแรงเคลื่อนไฟฟ้า E_1 และ E_2 ในรูปตารางลงในกระดาษสรุปคำตอบ (3 คะแนน)

2.3 ทำซ้ำข้อ 2.2 อีก 2 ครั้ง ด้วยค่า R_s ที่ต่างกัน (2 คะแนน)

2.4 สรุปหรือเลือกคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับค่า E_1 และ E_2 (2 คะแนน)