ร่างขอบเขตของงาน
สำหรับการซื้อชุดปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน (Aircraft Physic Laboratory)
ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. ความเป็นมา

เนื่องด้วยทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ได้จัดตั้งสถาบันอุตสาหกรรมการบินแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน เตรียมพร้อมสำหรับเปิดหลักสูตรอบรมช่างซ่อมอากาศยานทั้งหลักสูตรระยะสั้น หลักสูตรช่างซ่อมอากาศยานตามมาตรฐานสากล ในส่วนเนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับอากาศยาน ซึ่งมีเนื้อหาปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน นักศึกษาต้องเรียนเนื้อหาและเข้าใจหลักการเกี่ยวกับแรงสมดุลของแรงไจโรสโครปเซ็นต์เซอร์ อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ สามารถแก้ไขปัญหา โดยนักศึกษาจะต้องฝึกปฏิบัติการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะและมีประสบการณ์และสามารถแก้ปัญหาได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีชุดปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน (Aircraft Physics Laboratory) ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนางานวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศต่อไป

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อทำการศึกษาพื้นฐานเกี่ยวกับปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน (Aircraft Physics Laboratory) ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้สามารถเข้าใจหลักการและฝึกปฏิบัติการฟิสิกส์ตามชนิดของปฏิบัติการต่างๆ โดยมีชุดปฏิบัติการฟิสิกส์แต่ละปฏิบัติการเช่น แรงสมดุลของแรงไจโรสโครป เซ็นต์เซอร์ อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเข้าใจในทฤษฎีและฝึกปฏิบัติการสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้โดยเรียนรู้และทดลองตามแต่ละชนิดของปฏิบัติการ

๒.๒ เพื่อตอบสนองความต้องการปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน (Aircraft Physics Laboratory) โดยนักศึกษาจะต้องฝึกปฏิบัติการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะและมีประสบการณ์และสามารถแก้ปัญหาได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีชุดปฏิบัติการเกี่ยวกับฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน (Aircraft Physics Laboratory) ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนางานวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศต่อไป

๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทิ้งงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทิ้งงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

๔. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

๕. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน ๑๕๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๑๕๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๗. วงเงินในการจัดหา

เป็นจำนวนเงิน ๓,๕๕๐,๐๐๐ บาท (สามล้านห้าแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

๘. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. นายยุทธพงษ์	อินทร์กง	ประธานกรรมการ	.....
๒. นายชัยวัฒน์	วัฒนะกุล	กรรมการ	.....
๓. นายทนงศักดิ์	มากทอง	กรรมการและเลขานุการ	.....

ลงชื่อ ..... (ผู้อนุมัติ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
สำหรับการซื้อชุดปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน (Aircraft Physic Laboratory)
ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดทั่วไป

ครุภัณฑ์ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับอากาศยาน เพื่อรองรับการจัดการเรียนการสอนของผู้เข้าอบรมซ่อมบำรุงอากาศยาน ซึ่งภายในห้องปฏิบัติการจะต้องมี เครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนในภาคทฤษฎี และมีความครบถ้วนเป็นไปตามมาตรฐานสากล ประกอบด้วยชุดปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

๒. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๒.๑. ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force) จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๑.๑ ชุดแท่นหมุน (Rotating Platform) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๑.๑.๑ ฐานเป็นรูปตัว "A" หนักไม่น้อยกว่า ๔ กิโลกรัม ที่ฐานมีขาปรับระดับได้ ๒ ตำแหน่ง และมีช่องที่สามารถรองรับชุดรับสัญญาณภาพ (Photogate) และรอกได้

๒.๑.๑.๒ มีแกนโลหะที่ตั้งฉากและประกอบได้เป็นอย่างดีกับฐาน, มีรอกชนิด ๓ ระดับประกอบติดกับแกนโลหะ

๒.๑.๑.๓ มีมวลน้ำหนักทรงสี่เหลี่ยม จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ ตัว

๒.๑.๑.๔ มีรางที่ใช้ในการหมุน (Rotating Platform) จำนวน ๑ ราง มีสเกลในตัว พร้อมช่องใช้ในการประกอบและการเลื่อนวัตถุน้ำหนักอยู่ ๓ ช่อง ซึ่งยาวตลอดทั้งรางและสามารถประกอบเข้ากับแกนโลหะได้

๒.๑.๒ อุปกรณ์ประกอบชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force Accessory) จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๑.๒.๑ ชุดสปริง (Spring Support) และตัวระบุรัศมี (Radius Indicator Assembly) สามารถประกอบร่วมกับรางที่ใช้หมุนได้

๒.๑.๒.๒ มีชุด Mass Support จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๒.๑.๒.๓ มีมวลน้ำหนัก (Masses) ๑๐๐ กรัมจำนวน ๑ ตัว, ๕๐ กรัม จำนวน ๒ ตัว

๒.๑.๒.๔ รอกชนิดมีที่จับ (Pulley with Clamp) จำนวน ๑ อัน

๒.๑.๓ ชุดตุ้มน้ำหนักชนิดแขวน (Mass and Hanger Set) จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๑.๓.๑ ตุ้มน้ำหนักเป็นแบบทองเหลือง (Brass masses) มีขนาด ๑๐๐ กรัม จำนวน ๓ ตัว, ๕๐ กรัม จำนวน ๓ ตัว, ๒๐ กรัม จำนวน ๖ ตัว

๒.๑.๓.๒ น้ำหนักเป็นแบบอะลูมิเนียม (Aluminum masses) มีขนาด ๑๐ กรัม จำนวน ๓ ตัว, ๕ กรัม จำนวน ๓ ตัว

๒.๑.๓.๓ น้ำหนักเป็นแบบพลาสติก (Plastic masses) มีขนาด ๒ กรัม จำนวน ๓ ตัว, ๑ กรัม จำนวน ๓ ตัว, ½ กรัม จำนวน ๓ ตัว

๒.๑.๓.๔ ตัวแขวนตุ้มน้ำหนักจำนวน ๔ อัน (Mass hangers)

๒.๑.๓.๕ มีกล่องบรรจุชุดตุ้มน้ำหนัก (Molded storage case)

๒.๑.๔ นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล (Digital Stop Watch) จำนวน ๑ เครื่อง

๒.๑.๕ มอเตอร์ขับชุดการเคลื่อนที่แบบหมุน (Rotational Motor Drive) มีรายละเอียดดังนี้

๒.๑.๕.๑ เป็นมอเตอร์ชนิด ๑๒ V DC จำนวน ๑ ตัว

๒.๑.๕.๒ มีรอก ๓ ระดับพร้อมสายพาน จำนวน ๑ ชุด

๒.๑.๕.๓ อัตราเร็วการหมุน (Spindle Speed Range) ๑๐ – ๖๐๐ rpm หรือดีกว่า

๒.๑.๖ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ชนิดดิจิตอล มีรายละเอียดดังนี้

๒.๑.๖.๑ สามารถปรับแรงดันไฟฟ้า ๐ - ๑๘ VDC หรือดีกว่า จำนวน ๑ เครื่อง

๒.๑.๖.๒ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ ๐-๓ A

๒.๑.๖.๓ ใช้ไฟ AC ๒๒๐ V ๕๐/๖๐ Hz ได้

๒.๑.๗ ตัวตรวจจับแรงแบบไร้สาย (Wireless Force Sensor) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๑.๗.๑ ตรวจจับแรง ในย่านวัด (Force Range) : ± ๕๐ N หรือดีกว่า

๒.๑.๗.๒ ค่าความละเอียด (Force Resolution) : ๐.๐๓ หรือดีกว่า

๒.๑.๗.๓ ค่าความถูกต้อง (Accuracy) : ๐.๑ N หรือดีกว่า

๒.๑.๗.๔ ค่า Acceleration Range: ± ๑๖g หรือดีกว่า

๒.๑.๗.๕ แบตเตอร์รี่เป็นแบบ : Rechargeable lithium – polymer

๒.๑.๗.๖ สามารถเชื่อมต่อสัญญาณไร้สายแบบ Bluetooth ได้

๒.๑.๗.๗ สามารถแสดงผลใน Smart Phones , Tablets , Laptops/Desktops ที่ลงโปรแกรม (SPARKvue Software) ,SPARKvue App Free downloads ได้

๒.๑.๗.๘ สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม (Capstone Software) ได้ ทั้งนี้จะต้องมีแถบเครื่องมือ (Tool Palette) , แถบควบคุม (Control Bar), โหมดการแสดงผล (Display Palette) รวมถึง สามารถบันทึกวีดีโอขณะทำการทดลอง และย้อนกลับดูเหตุการณ์ของการทดลองได้

๒.๑.๘ อุปกรณ์ประกอบชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางแบบไร้สาย (Wireless Centripetal Force Accessory) จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๑.๘.๑ ที่ใส่มวลทดลองลดแรงเสียดทาน (Low – friction sliding mass holder)

๒.๑.๘.๒ ตัวยึดอุปกรณ์ตรวจจับแรง (Mounting post for force sensor)

๒.๒ ชุดทดลองศึกษาหลักการทำงานอุปกรณ์ไจโรสโคป (Gyroscopic Motion) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๒.๑ ชุดไจโรสโคป (Gyroscope) ประกอบด้วย

๒.๒.๑.๑ ฐานเป็นรูปตัว "A" หนักไม่น้อยกว่า ๔ กิโลกรัม ที่ฐานมีขาปรับระดับได้ ๒ ตำแหน่ง

๒.๒.๑.๒ แกนไจโรสโคป (Gyroscope Axle) จำนวน ๑ อัน

- มีลักษณะเป็นแท่งยาวไม่น้อยกว่า ๔๕ ซม.
- มีแผ่นสเกลเป็นองศาตั้งแต่ ๓๐ ถึง ๑๓๕ องศา พร้อมตัวชี้ หรือดีกว่า

๒.๒.๑.๓ มวลถ่วงน้ำหนักขนาด ๙๐๐ กรัม จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว , ๑๕๐ กรัม จำนวน ๑ ตัว , ๓๐ กรัม จำนวน ๑ ตัว

๒.๒.๑.๔ แผ่นจานหมุนพร้อมรอกกลางจาน (Pulley) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๕ ซม. จำนวน ๑ อัน

๒.๒.๑.๕ แท่งรองรับ (Support Rod) ยาวไม่น้อยกว่า ๔๕ ซม. จำนวน ๑ แท่ง

๒.๒.๑.๖ ที่จับยึดชนิด Right Angle Rod clamp จำนวน ๑ อัน

๒.๒.๑.๗ ชุดแผ่นจานหมุนพร้อมรอกกลางจาน (Pulley) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๕ ซม.และมวลถ่วงน้ำหนักสำหรับแผ่นจานหมุนขนาด ๙๐๐ กรัม จำนวน ๑ ตัว

๒.๒.๑.๘ เชือกทดลอง (Braided Physics String) รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๑๓.๕ กิโลกรัม ความยาวไม่น้อยกว่า ๓๐๐ เมตร จำนวน ๑ ม้วน

๒.๒.๒ ตัวตรวจจับการเคลื่อนที่แบบวงรอบ (Rotary Motion Sensor) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๒.๒.๑ ขนาดตัวตรวจจับ ไม่เกินกว่า (๑๒ ซม. x ๖ ซม. x ๔ ซม.) โดยสามารถติดตั้งกับแท่งโลหะได้เป็นอย่างดี

๒.๒.๒.๒ มีรอกสามระดับ (Three-step pulley) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐ มม., ๒๔ มม. , และ ๔๘ มม.

๒.๒.๒.๓ ค่าความละเอียด (Resolution) : ๐.๐๙°/๐.๐๐๗๘ mm หรือดีกว่า

๒.๒.๒.๔ รองรับความเร็วเคลื่อนที่ได้ไม่น้อยกว่า (Speeds) : ๓๐ revs/sec

๒.๒.๓ ตัวตรวจจับการเคลื่อนที่แบบวงรอบ ชนิดไร้สาย (Wireless Rotary Motion Sensor) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๒.๓.๑ ค่าความละเอียดเชิงมุม (Angle resolution) : ๐.๑๘° (๐.๐๐๓๑๔ radian) หรือดีกว่า

๒.๒.๓.๒ ค่าความละเอียดเชิงเส้น (Linear resolution) : ๐.๐๑๕๗ mm (with ๕ mm pulley radius) หรือดีกว่า

๒.๒.๓.๓ ค่าความละเอียดของ Optical encoder : ๒๐๐๐ divisions/rev, bidirectional หรือดีกว่า

๒.๒.๓.๔ มีแบตเตอรี่ในตัวแบบชาร์จได้ (Rechargeable battery) : Lithium-polymer

๒.๒.๓.๕ เชื่อมต่อแบบ USB และแบบ Bluetooth ได้

๒.๒.๓.๖ สามารถแสดงผลใน Smart Phones , Tablets , Laptops/Desktops ที่ลงโปรแกรม (SPARKvue Software) ,SPARKvue App Free downloads ได้

๒.๒.๓.๗ สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม (Capstone Software) ได้

๒.๒.๔ มี "A"-Base Rotational Adapter จำนวน ๑ อัน

๒.๒.๕ มี Rotary Motion Sensor/Gyroscope Mounting Bracket จำนวน ๑ อัน

๒.๒.๖ มีตัวแปลงสัญญาณแบบไร้สาย (AirLink) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แบบ USB หรือแบบ ไร้สาย (Bluetooth Connection) จำนวน ๑ อัน

๒.๓ ชุดทดลองอากาศพลศาสตร์ในอุโมงค์ลม (Measurement in a wind tunnel) จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๓.๑ เครื่องกำเนิดแรงลม จำนวน ๑ เครื่อง

๒.๓.๑.๑ การบริโภคกำลัง (Power consumtion) ๓๐๐ VA

๒.๓.๑.๒ ระดับเสียงรบกวนที่ระยะ ๑ เมตร ไม่เกินกว่า ๘๕ dB

๒.๓.๑.๓ สามารถใช้กับไฟฟ้า ๒๒๐ V/๕๐ Hz ได้

๒.๓.๒ อุปกรณ์แสดงผลข้อมูลแบบพกพา จำนวน ๑ ตัว

๒.๓.๒.๑ จอแสดงผลชนิดสี ขนาดไม่น้อยกว่า ๓ นิ้ว สามารถปรับความสว่างจอแสดงผลได้

๒.๓.๒.๒ มีช่องสัญญาณอินพุทไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง ค่าความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑๒ บิท ต่อช่อง

๒.๓.๒.๓ อัตราการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า ๕๐๐,๐๐๐ ค่าต่อวินาที

๒.๓.๒.๔ สามารถบันทึกข้อมูลลงอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบ micro SD หรือ USB ได้

๒.๓.๓ เซ็นเซอร์วัดความดัน มีช่วงการวัดไม่น้อยกว่า ± ๗๐ hPa , มีความละเอียด ๐.๐๕ % หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ อัน

๒.๓.๔ ท่อนำอากาศ (PRESSURE HEAD) ใช้สำหรับวัดความดันสถิตย์และความดันรวม จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ อัน

๒.๓.๕ มานอมิเตอร์ มีย่านการวัดความดัน ๐ ถึง ๓๑๐ Pa หรือกว้างกว่า , มีความละเอียด ๕ Pa หรือดีกว่า ,สามารถใช้งานที่ความเร็วลมสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๒ เมตร/วินาที จำนวน ๑ อัน

๒.๓.๖ อุปกรณ์วัดแรงขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๖๕ นิวตัน จำนวน ๑ อัน

๒.๓.๗ แบบจำลองปีกเครื่องบิน ที่มีขนาด effective surface ไม่น้อยกว่า ๑๔๕ มม. x ๒๒๐ มม. พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน ๑ ชุด

๒.๓.๘ อุโมงค์ลมทดลองอากาศพลศาสตร์ ลักษณะเป็นพื้นที่ทดลองแบบปิด มีวัสดุครอบใสที่มองเห็นการทดลองได้โดยง่าย ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๕ ซม. x๑๕ ซม. x๕๐ ซม. จำนวน ๑ ชุด

๒.๓.๙ อุปกรณ์สำหรับช่วยวัดความเร็วลม จำนวน ๑ อัน

๒.๔ ชุดทดลองเครื่องยนต์ความร้อนอย่างง่าย (Heat Engine Cycle) จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๔.๑ ชุดกลความร้อน และกฎของก๊าซ (Heat Engine/Gas Law Apparatus) จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๑.๑ มีจุดเชื่อมต่อเชือก (String Attachment Point)

๒.๔.๑.๒ มีช่องต่อเข้ากับแท่งโลหะ (Rod Clamp Mount)

๒.๔.๑.๓ มีที่วางมวล และมวลขนาด ๒๐๐ กรัม จำนวน ๑ อัน

๒.๔.๑.๔ มีกระบอกสูบ (Precision-bore Pyrex Cylinder) และ มีลูกสูบ ชนิดกราไฟท์ แบบมีแรงเสียดทานต่ำ (Ultra-low Friction Graphite Piston)

๒.๔.๑.๕ มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้ Air Chamber, Rubber Stopper, Tubing with Quick, Connect Fittings และ Shut-off Valve หรือมากกว่า

๒.๔.๒ ชุดรับสัญญาณการหมุน (Rotary Motion Sensor) จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๒.๑ ค่าความละเอียด (Resolution) : ๐.๐๙°/๐.๐๐๗๘ mm หรือดีกว่า

๒.๔.๒.๒ รองรับความเร็วเคลื่อนที่ได้ไม่น้อยกว่า (Speeds) : ๓๐ revs/sec

๒.๔.๓ ชุดรับสัญญาณอุณหภูมิ แบบสี่ช่องสัญญาณ (Quad Temperature Sensor) จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๓.๑ ย่านการวัด (Accuracy) : -๓๕ °C ถึง +๑๓๕°C หรือดีกว่า

๒.๔.๓.๒ แสดงค่าหน่วยการวัด (Displays) : °C, K and °F ได้เป็นอย่างน้อย

๒.๔.๓.๓ ค่า Resolution : ๐.๐๐๒๕°C หรือดีกว่า

๒.๔.๓.๔ อัตราการสุ่มตัวอย่างสูงสุดไม่น้อยกว่า (Maximum Sample Rate) : ๑๐๐ Hz

๒.๔.๓.๕ มีหัววัดอุณหภูมิแบบ Stainless Steel Temperature Probes จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ อัน

๒.๔.๓.๖ มีหัววัดอุณหภูมิแบบ Fast Response Probes จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ อัน

๒.๔.๔ ชุดรับสัญญาณแรงดัน แบบสองช่องสัญญาณ (Dual Pressure Sensor) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๔.๔.๑ ค่า Absolute Pressure : ๐ to ๒๐๐ kPa, ๐.๐๑ kPa ,resolution at ๑๐ Hz and ๑ kPa repeatability หรือดีกว่า

๒.๔.๔.๒ ค่า Differential Pressure : ±๑๐๐ kPa, ๐.๐๑ kPa ,resolution at ๑๐ Hz and ๑ kPa repeatability หรือดีกว่า

๒.๔.๔.๓ ค่าสูงสุดอัตราการสุ่มไม่น้อยกว่า (Maximum Sample Rate) : ๑๐๐๐ Hz

๒.๔.๕ ฐานตั้งรูปตัว A หนักไม่น้อยกว่า ๔ กิโลกรัม และปรับระดับฐานได้ ๒ จุด จำนวน ๑ อัน

๒.๔.๖ แท่งโลหะชนิดปลอดสนิม ยาวไม่น้อยกว่า ๙๐ เซนติเมตร จำนวน ๑ แท่ง

๒.๔.๗ ชุดตุ้มน้ำหนักชนิดแขวน (Mass and Hanger Set) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๔.๗.๑ ตุ้มน้ำหนักแบบทองเหลือง มีขนาด ๑๐๐ กรัม จำนวน ๓ ตัว , ๕๐ กรัม จำนวน ๓ ตัว, ๒๐ กรัม จำนวน ๖ ตัว

๒.๔.๗.๒ ตุ้มน้ำหนักแบบอลูมิเนียม มีขนาด ๑๐ กรัม จำนวน ๓ ตัว , ๕ กรัม จำนวน ๓ ตัว

๒.๔.๗.๓ ตุ้มน้ำหนักแบบพลาสติก มีขนาด ๒ กรัม จำนวน ๓ ตัว , ๑ กรัม จำนวน ๓ ตัว , ½ กรัม จำนวน ๓ ตัว

๒.๔.๗.๔ ตัวแขวนตุ้มน้ำหนักมีจำนวน ๔ อัน

๒.๔.๗.๕ มีกล่องบรรจุตุ้มน้ำหนัก

๒.๔.๘ ตัวแปลงสัญญาณ (๘๕๐ Universal Interface) จำนวน ๑ เครื่อง

๒.๔.๘.๑ สามารถเชื่อมต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์แบบ USB ๒.๐ (๔๘๐ Mbps) หรือดีกว่า

๒.๔.๘.๒ ช่องสัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Channels) จำนวน ๔ ช่องสัญญาณ

๒.๔.๘.๓ ช่องสัญญาณแบบแอนะล็อก (analog Input) จำนวน ๔ ช่องสัญญาณ

๒.๔.๘.๔ มีค่า Measurement Range ± ๒๐ V differential input หรือ ดีกว่า

๒.๔.๘.๕ ค่า Input Impedance: ๑ MΩ หรือ ดีกว่า

๒.๔.๘.๖ ค่า Input Protection: ± ๒๕๐ V continuous หรือ ดีกว่า

๒.๔.๘.๗ สามารถเลือกช่วงการวัดได้ในย่าน : x๑, x๑๐, x๑๐๐, x๑๐๐๐ หรือมากกว่า

๒.๔.๘.๘ ค่าความละเอียด (Resolution) : ๑๔-bit หรือดีกว่า

๒.๔.๘.๙ มีโหมดฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์ (Function Generator) ภายในตัวเครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- สามารถแสดงผลเป็น sine , Triangle , Variable duty-cycle square wave, positive and negative ramps, DC หรือมากกว่า
- สามารถให้ความถี่อยู่ในช่วง (Frequency Range) : ๐.๐๐๑ Hz to ๑๐๐ kHz; หรือกว้างกว่า
- ช่วงของ Amplitude Range : ± ๑๕ V หรือดีกว่า
- ค่าความละเอียด (Resolution) : ๑๒-Bit DAC หรือดีกว่า
- ค่ากระแสสูงสุด (Max Output Current) : ๑A at ๑๕ V, Over-Current detection หรือดีกว่า
- สามารถปรับค่า DC Offset ได้
- มีฟังก์ชั่นการปรับความถี่แบบกวาด (Frequency Sweep Function)

๒.๔.๘.๑๐ มีแหล่งจ่ายกระแสตรงขนาดเล็ก : + ๕ V ที่กระแสไม่น้อยกว่า ๕๐๐ mA, ± ๑๒ V กระแสไม่น้อยกว่า ๓๐๐ mA หรือดีกว่า

๒.๕ ชุดทดลองไฟฟ้าพื้นฐาน และอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน สามารถทดลองเกี่ยวกับ Resistivity , Ohm's Law , Kirchhoff's Circuit Law , RC circuit และ LRC circuit จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๕.๑ ชุดความต้านทาน (Resistance Apparatus) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๒.๕.๑.๑ ชุดฐาน จำนวน ๑ ชุด มีลักษณะดังนี้

- มีสเกลอยู่ที่ตัวฐาน (Built-in cm scale)
- มีหัววัดแบบสไลด์ (Slide-wire probe)
- มีจุดเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟ (Connection to DC power supply)
- มีจุดเชื่อมต่อกับโวลต์มิเตอร์ (Connection to voltmeter)
- มีที่เก็บเส้นวัสดุทดสอบ (Wire storage tray)

๒.๕.๑.๒ เส้นวัสดุทดสอบ ยาวไม่น้อยกว่า ๓๐ ซม. ประกอบด้วย

- Copper ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑ มม. จำนวน ๒ เส้น ,
- Aluminum ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑ มม. จำนวน ๒ เส้น ,
- Stainless Steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑ มม. จำนวน ๒ เส้น
- Nichrome ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑ มม. จำนวน ๒ เส้น
- Brass ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๐.๕ มม. , ๐.๘ มม. , ๑.๐ มม. , ๑.๓ มม. อย่างละ ๒ เส้น

๒.๕.๒ ชุดแผงวงจรไฟฟ้า (Resistor Capacitor Inductor Network) จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๒.๕.๒.๑ มีตัวเหนี่ยวนำ ขนาด ๖.๘ mH และ ๒.๕ mH อย่างละ ๑ ตัว

๒.๕.๒.๒ มีตัวเก็บประจุ ขนาด ๓๙๐๐ pF และ ๕๖๐ pF อย่างละ ๑ ตัว

๒.๕.๒.๓ มีตัวต้านทาน ขนาด ๔๗ kΩ และ ๓.๓ kΩ, อย่างละ ๑ ตัว และ ๑.๐ kΩ. จำนวน ๒ ตัว

๒.๕.๒.๔ อุปกรณ์ทุกตัวติดตั้งอยู่บนแผงวงจรเดียวกัน พร้อมมีจุด Test Points และช่องต่อ Banana Plug

๒.๕.๓ หัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (Voltage Sensor) จำนวน ๔ หัว มีรายละเอียดดังนี้

๒.๕.๓.๑ ย่านการวัด (Voltage Range) ได้ไม่น้อยกว่า ±๒๐ V AC/DC

๒.๕.๓.๒ มีหัววัดค่าความต่างศักย์เป็น Probe ends are standard banana plugs และมี alligator clip adapters จำนวน ๔ คู่

๒.๕.๔ หัววัดกระแสไฟฟ้า (Current Probe) จำนวน ๔ หัว

๒.๕.๔.๑ ค่าความต้านทาน (Resistor) ไม่เกินกว่า ๐.๑๐ Ohm ค่าความผิดพลาด ± ๑.๐% ทนกำลังได้ไม่น้อยกว่า ๓ วัตต์

๒.๕.๔.๒ วัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า (Maximum Current) ๔ A

๒.๕.๔.๓ ช่องเชื่อมต่อแบบบานาน่า (Banana connectors)

๒.๕.๕ ชุดสายไฟ (Patch cords) จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๕.๕.๑ สายไฟเชื่อมต่อแบบบานาน่าหัว - ท้าย ยาวไม่น้อยกว่า ๗๕ ซม. จำนวน ๑๐ เส้น

๒.๕.๕.๒ สายไฟเชื่อมต่อแบบบานาน่าหัว - ท้าย ยาวไม่น้อยกว่า ๒๕ ซม. จำนวน ๑๖ เส้น

๒.๕.๕.๓ สายไฟเชื่อมต่อแบบหัวบานาน่า - ท้ายปากคีบ ยาวไม่น้อยกว่า ๗๕ ซม. จำนวน ๔ เส้น

๒.๕.๕.๔ สายไฟเชื่อมต่อแบบหัว BNC - ท้ายบานาน่า ยาวไม่น้อยกว่า ๗๕ ซม. จำนวน ๒ เส้น

๒.๕.๕.๕ สายไฟเชื่อมต่อแบบหัว BNC - ท้ายปากคีบ ยาวไม่น้อยกว่า ๗๕ ซม. จำนวน ๒ เส้น

๒.๕.๖ ตัวแปลงสัญญาณ (๘๕๐ Universal Interface) จำนวน ๑ เครื่อง

๒.๕.๖.๑ สามารถเชื่อมต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์แบบ USB ๒.๐ (๔๘๐ Mbps) หรือดีกว่า

๒.๕.๖.๒ ช่องสัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Channels) จำนวน ๔ ช่องสัญญาณ

๒.๕.๖.๓ ช่องสัญญาณแบบแอนะล็อก (analog Input) จำนวน ๔ ช่องสัญญาณ

๒.๕.๖.๔ มีค่า Measurement Range ± ๒๐ V differential input หรือ ดีกว่า

๒.๕.๖.๕ ค่า Input Impedance: ๑ MΩ หรือ ดีกว่า

๒.๕.๖.๖ ค่า Input Protection: ± ๒๕๐ V continuous หรือ ดีกว่า

๒.๕.๖.๗ สามารถเลือกช่วงการวัดได้ในย่าน : x๑, x๑๐, x๑๐๐, x๑๐๐๐ หรือมากกว่า

๒.๕.๖.๘ ค่าความละเอียด (Resolution) : ๑๔-bit หรือดีกว่า

๒.๕.๖.๙ มีโหมดฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์ (Function Generator) ภายในตัวเครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- สามารถแสดงผลเป็น sine , Triangle , Variable duty-cycle square wave, positive and negative ramps, DC หรือมากกว่า
- สามารถให้ความถี่อยู่ในช่วง (Frequency Range) : ๐.๐๐๑ Hz to ๑๐๐ kHz; หรือกว้างกว่า
- ช่วงของ Amplitude Range : ± ๑๕ V หรือดีกว่า
- ค่าความละเอียด (Resolution) : ๑๒-Bit DAC หรือดีกว่า
- ค่ากระแสสูงสุด (Max Output Current) : ๑A at ๑๕ V, Over-Current detection หรือดีกว่า
- สามารถปรับค่า DC Offset ได้
- มีฟังก์ชั่นการปรับความถี่แบบกวาด (Frequency Sweep Function)

๒.๕.๖.๑๐ มีแหล่งจ่ายกระแสตรงขนาดเล็ก : + ๕ V ที่กระแสไม่น้อยกว่า ๕๐๐ mA, ± ๑๒ V กระแสไม่น้อยกว่า ๓๐๐ mA หรือดีกว่า

๓. อุปกรณ์ประกอบ

๓.๑ ชุดศึกษาทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า สามารถทดลองเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสมได้ แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรงและกระแสสลับ การใช้งานเครื่องมือและการวัดทางไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย

๓.๑.๑ ดิจิตอลออสซิลโลสโคป (Digital Storage Oscilloscopes) จำนวน ๕ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑.๑.๑ มีอินพุท ไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง ที่แบนด์วิธที่ไม่น้อยกว่า ๖๐ MHz (-๓dB)

๓.๑.๑.๒ มีอัตราสุ่มสัญญาณ ไม่น้อยกว่า ๑GSa/s

๓.๑.๑.๓ บันทึกสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า ๒Mega Point Record Length

๓.๑.๑.๔ จอแสดงผลแบบ TFT LCD color display ขนาดไม่น้อยกว่า ๕.๖ นิ้ว

๓.๑.๑.๕ สามารถบันทึกข้อมูลไปยังพอร์ต USB ได้

๓.๑.๑.๖ ใช้ไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ๕๐Hz ได้

๓.๑.๒ ฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์ (Arbitrary Function Generator) จำนวน ๕ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑.๒.๑ ผลิตสัญญาณรูปคลื่นไซน์ ที่ความถี่ไม่น้อยกว่า ๖๐ MHz

๓.๑.๒.๒ ปรับดิวตี้ไซเกิลของสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมได้ ๑% ~ ๙๙% หรือดีกว่า

๓.๑.๒.๓ ความละเอียดในการปรับเปลี่ยนความถี่ ๑ mHz หรือดีกว่า

๓.๑.๒.๔ มีอัตราสุ่มสัญญาณ ไม่น้อยกว่า ๑๒๐MSa/s ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑๐ bit

๓.๑.๒.๕ มีฟังก์ชั่น AM/FM/PM/FSK หรือมากกว่า

๓.๑.๒.๖ จอแสดงผลแบบ TFT LCD color display ขนาดไม่น้อยกว่า ๓.๕ นิ้ว

๓.๑.๒.๗ ปรับขนาดของสัญญาณเอาท์พุทได้สูงสุด ๑๐ Vp-p หรือดีกว่า

๓.๑.๒.๘ ใช้ไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ๕๐Hz ได้

๓.๑.๓ แหล่งจ่ายไฟ (DC Power Supply) จำนวน ๕ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑.๓.๑ แรงดันเอาท์พุท แบบปรับได้ ๐ - ๓๐V จำนวน ๒ ช่อง และ แบบคงที่ ๕V จำนวน ๑ ช่อง

๓.๑.๓.๒ กระแสเอาท์พุท แบบปรับได้ ๐ – ๓ A จำนวน ๒ ช่อง

๓.๑.๓.๓ มีค่า Ripple & Noise ที่แรงดันใช้งาน ๒๐ มิลลิโวลท์ยอดถึงยอด หรือดีกว่า

๓.๑.๓.๔ มีระบบควบคุมหรือป้องกันกระแสเกินพิกัด (Current Limiting)

๓.๑.๓.๕ มีจอแสดงผลแบบดิจิตอล โดยมี Voltage Accuracy ±๑% และ Current Accuracy ±๒% หรือดีกว่า

๓.๑.๓.๖ ใช้ไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ๕๐Hz ได้

๓.๑.๔ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) จำนวน ๕ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑.๔.๑ วัดแรงดันไฟฟ้า AC volts (Range/Resolution) ; ๖.๐๐๐ V / ๐.๐๐๑ V , ๖๐.๐๐ V / ๐.๐๑ V , ๖๐๐.๐ V / ๐.๑ V หรือดีกว่า

๓.๑.๔.๒ วัดแรงดันไฟฟ้า DC volts (Range/Resolution) ; ๖.๐๐๐ V / ๐.๐๐๑ V , ๖๐.๐๐ V / ๐.๐๑ V , ๖๐๐.๐ V / ๐.๑ V หรือดีกว่า

๓.๑.๔.๓ วัดความต่อเนื่อง Continuity (Range/Resolution) ; ๖๐๐ Ω / ๑ Ω โดยมีเสียงบีฟดังเมื่อความต้านทานต่ำกว่า ๒๕ Ω และไม่มีเสียงบีฟเมื่อความต้านทานสูงกว่า ๒๕๐ Ω หรือเทียบเท่า

๓.๑.๔.๔ วัดความต้านทาน Ohms (Range/Resolution) ; ๖๐๐.๐ Ω / ๐.๑Ω , ๖.๐๐๐ kΩ / ๐.๐๐๑ kΩ , ๖๐.๐๐ kΩ / ๐.๐๑ kΩ , ๖๐๐.๐ kΩ / ๐.๑ kΩ , ๖.๐๐๐ MΩ / ๐.๐๐๑ MΩ หรือดีกว่า

๓.๑.๔.๕ ทดสอบไดโอด Diode test (Range/Resolution) ; ๒.๔๐๐ V / ๐.๐๐๑ V หรือเทียบเท่า

๓.๑.๔.๖ ทดสอบค่าความจุ Capacitance (Range/Resolution) ; ๑๐๐๐ nF / ๑ nF , ๑๐.๐๐ µF / ๐.๐๑ µF , ๑๐๐.๐ µF / ๐.๑ µF หรือดีกว่า

๓.๑.๔.๗ วัดกระแสไฟฟ้า AC amps ; (Range/Resolution) ; ๖๐.๐๐ mA / ๐.๐๑ mA , ๖.๐๐๐ A / ๐.๐๐๑ A , ๑๐.๐๐ A /๐.๐๑ A หรือดีกว่า

๓.๑.๕ อุปกรณ์ประกอบการทดลอง ประกอบด้วย

๓.๑.๕.๑ สายไฟเชื่อมต่อแบบบานาน่าหัว - ท้าย ใช้สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๑.๕ ตร.มม. ยาวไม่น้อยกว่า ๖๐ ซม. สีแดงและสีดำ จำนวนสีละ ๔ เส้น จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๒ สายไฟเชื่อมต่อแบบบานาน่าหัว - ท้ายปากคีบ ใช้สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๑.๕ ตร.มม. ยาวไม่น้อยกว่า ๖๐ ซม. สีแดงและสีดำ จำนวนสีละ ๔ เส้น จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๓ สายไฟเชื่อมต่อแบบหัว - ท้ายปากคีบ ใช้สายไฟฟ้าชุบเงิน ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๒ AWG ยาวไม่น้อยกว่า ๒๕ ซม. สีแดงและสีดำ จำนวนสีละ ๑๐ เส้น จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๔ ตู้เก็บเอกสาร ๑๒ ลิ้นชัก จำนวน ๑ ตู้ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๖ x ๓๘ x ๖๐ ซม.

๓.๑.๕.๕ ชุดสายไฟไส้เงิน ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๒ AWG ยาวไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ฟุต คละสี จำนวน ๕ สี

๓.๑.๕.๖ หัวแร้งแช่ สำหรับบัดกรี ขนาด ๓๐ วัตต์ หรือดีกว่า จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๗ ตัวดูดตะกั่วตัวใหญ่ จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๘ ตะกั่วบัดกรี แบบม้วน ขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๑ ปอนด์ จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๙ ไขควงชุด ๙ ชิ้น จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๑๐ คีมตัด ขนาดไม่น้อยกว่า ๕ นิ้ว จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๑๑ คีมปากแหลม ขนาดไม่น้อยกว่า ๕ นิ้ว จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๑๒ แผ่นวงจรพิมพ์ แบบอิพอกซี่ (Epoxy PCB) ขนาด ๑ ตารางฟุต จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๑๓ แผ่นทดลองวงจร (Photo board) มีจำนวนจุดต่อไม่น้อยกว่า ๑๒๘๐ จุด มีขนาดไม่น้อยกว่า๒๒๐ mm x๑๒๐mm x๓๐mm จำนวน ๕ ชุด

๓.๑.๕.๑๔ กล่องเก็บอะไหล่และอุปกรณ์ ๔๘ ลิ้นชัก จำนวน ๓ ชุด

๓.๑.๕.๑๕ กล่องเก็บอะไหล่และอุปกรณ์ ๑๒ ลิ้นชัก จำนวน ๔ ชุด

๓.๑.๕.๑๖ ตัวต้านทานแบบฟิลม์คาร์บอน ขนาด ๐.๕ วัตต์ ผิดพลาดไม่เกิน ๕ เปอร์เซนต์ คละค่ารวม ๘๐ ค่า จำนวนค่าละไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ตัว

๓.๑.๕.๑๗ ตัวต้านทานแบบฟิลม์โลหะ ขนาด ๐.๕ วัตต์ ผิดพลาดไม่เกิน ๒ เปอร์เซนต์ คละค่ารวม ๑๐ ค่า จำนวนค่าละไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ตัว

๓.๑.๕.๑๘ ตัวต้านทานแบบเซรามิก ขนาด ๕ วัตต์ ผิดพลาดไม่เกิน ๕ เปอร์เซนต์ คละค่ารวม ๑๐ ค่า จำนวนค่าละไม่น้อยกว่า ๒๐ ตัว

๓.๑.๕.๑๙ ตัวเก็บประจุ แบบไม่มีขั้ว (เซรามิก/ ไมลาร์/อื่นๆ) ผิดพลาดไม่เกิน ๑๐ เปอร์เซนต์ คละค่ารวม ๑๐ ค่า จำนวนค่าละไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ตัว

๓.๑.๕.๒๐ ตัวเก็บประจุ แบบมีขั้ว (แทนทาลัม/ อิเล็กโตรไลต์/อื่นๆ) ผิดพลาดไม่เกิน ๑๐ เปอร์เซนต์ คละค่ารวม ๑๐ ค่า จำนวนค่าละไม่น้อยกว่า ๕๐ ตัว

๓.๑.๕.๒๑ ตัวเหนี่ยวนำ คละค่ารวม ๑๐ ค่า จำนวนค่าละไม่น้อยกว่า ๕๐ ตัว

๓.๒ โต๊ะปฏิบัติการระบบ KNOCK DOWN ขนาดไม่น้อยกว่า ๒.๐๐ม.x๐.๘๐ม.x๐.๘๕ ม. (ยาว x ลึก x สูง) จำนวน ๑ ตัว มีรายละเอียดดังนี้

๓.๒.๑ ส่วนของพื้นโต๊ะปฏิบัติการ (WORK TOP) ทำจากวัสดุพิเศษ SOLID PHENOLIC CORE PHENOLIC RESIN ชุบเคลือบ PHENOL FORMALDEHYDE RESIN เรียงซ้อนกันหลายชั้น หรือ COMPACT LAMINATE มีความหนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. ที่ขอบมีระบบ WATER DROP ป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำและสารเคมีเข้าตัวตู้

๓.๒.๒ ส่วนของตัวตู้เป็นระบบ MODULAR ยึดประกอบด้วยอุปกรณ์ KNOCK DOWN ทำจากไม้ปาติเกิลบอร์ด เกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. ปิดผิวด้วยเมลามีนสีขาวทั้งสองด้าน , ปิดขอบด้วย PVC , ชั้นวางของภายในตู้ทำจากไม้ปาติเกิลบอร์ด เกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. สามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า ๕ ระดับ สามารถรับน้ำหนักต่อชั้นได้ไม่น้อยกว่า ๓๐ กิโลกรัม

๓.๒.๓ หน้าบาน และหน้าลิ้นชัก ทำด้วยไม้ปาติเกิลบอร์ด เกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท หนาไม่น้อยกว่า ๐.๘ มม.

๓.๒.๔ หน้าบานกระจกใส หนาไม่น้อยกว่า ๕ มม. ในกรอบไม้ปาติเกิลบอร์ด เกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท หนาไม่น้อยกว่า ๐.๘ มม.

๓.๒.๕ มือจับทำด้วย PVC ชนิด GRIP SECTION POSTFORM EMULATION SYSTEM ขนาดหน้าตัดไม่น้อยกว่า ๒๑ มม. x ๕๐ มม. และมี CHANEL CAP ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๑ x ๕๐ x ๘๐ มม. สำหรับปิด GRIP SECTION ทั้งสองด้าน

๓.๒.๖ กุญแจล็อคเป็นชนิด MASTER KEY ดอกกุญแจผลิตจากทองเหลืองชุบนิเกิ้ล สวมปลอกด้วยพลาสติกชนิด ANTI-BACTERIAL

๓.๒.๗ ขาตู้เป็นพลาสติกชนิด ABS สามารถปรับระดับ ความสูง - ต่ำ ได้ ภายนอกของขาเป็นไม้อัดหนาไม่น้อยกว่า ๑๐ มม. ปิดทับด้วยแผ่นลามิเนทสีดำ

๓.๒.๘ บานพับของตู้ ทำด้วยโลหะชุบนิเกิ้ล ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๕ มม. มีความคงทนต่อรอบการเปิดไม่น้อยกว่า ๘๐,๐๐๐ ครั้ง

๓.๒.๙ รางลิ้นชัก เป็นระบบปิดได้ด้วยตัวเอง (SELF CLOSING SYSTEM) ตัวรางลิ้นชักเป็นโลหะชุบอีพ๊อกซี่ (EPOXY COATED) ลูกล้อทำจากพลาสติก

๓.๒.๑๐ ติดตั้งเต้ารับแบบคู่มีสายดิน จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ ชุด

๓.๓ โต๊ะปฏิบัติการ พร้อมคอนโซล ขนาดไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ ม. x ๐.๘๐ ม. x ๐.๘๐ ม. (ยาว x ลึก x สูง) จำนวน ๑๐ ตัว มีรายละเอียดดังนี้

๓.๓.๑ พื้นโต๊ะปฏิบัติการ ทำจากไม้ปาติเกิลเคลือบผิวด้วยเมลามีนทั้งสองด้าน มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ ม. x ๐.๘๐ ม. หนาไม่น้อยกว่า ๒๘ มม. ปิดขอบทั้ง ๔ ด้านด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า ๒ มม. เพื่อป้องกันแรงกระแทกและรอยขีดขวน

๓.๓.๒ โครงขาโต๊ะ มีคุณลักษณะเป็นแบบถอดประกอบได้

- ขาทั้ง ๔ ด้าน และตัวคานทำจากเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๘ มม. X ๓๘ มม. หนาไม่น้อยกว่า ๒ มม. พ่นสีชนิดภายนอกอาคารเพื่อความคงทนต่อความชื้น

- ลักษณะตัวคานยึดติดกันทั้ง ๔ ด้าน มีคานกลางรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ
- ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง ๔ ด้าน
- ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้
- ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน ไม่น้อยกว่า ๐.๘๐ ม.

๓.๓.๓ คอนโซลติดตั้งระบบไฟฟ้า ใช้สำหรับบรรจุแผงโมดุลอุปกรณ์ไฟฟ้า พร้อมพิมพ์สัญลักษณ์และตัวอักษรด้วยวิธีซิลค์สกรีน

- ลักษณะคอนโซลทำจากไม้ปาติเกิล เคลือบผิวด้วยเมลามีนหนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม.ปิดขอบด้วย PVC
- คอนโซลมีขนาดความยาวเท่ากับขนาดของโต๊ะ
- ด้านหลังคอนโซลมีตะแกรงช่องลมระบายอากาศ จำนวน ๒ ช่อง
- ติดตั้งเต้ารับแบบคู่มีสายดิน จำนวนไม่น้อยกว่า ๔ ชุด มีอุปกรณ์ตัดไฟฟ้าแบบเซอร์กิตเบรกเกอร์
- ใช้สายไฟฟ้าทองแดงแบบ VCT หรือดีกว่า มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๒.๕ ตร.มม.

๓.๔ ตู้เก็บอุปกรณ์ ขนาด ๑.๒๐ ม. x ๐.๖๐ ม. x ๒.๙๐ ม. (ยาว x ลึก x สูง) จำนวน ๖ ตู้ มีรายละเอียดดังนี้

๓.๔.๑ ตัวตู้ (cupboard) ทำจากไม้ปาติเกิลบอร์ดเกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. ปิดผิวด้วยเมลามีนสีขาวทั้งสองด้าน ส่วนขอบปิดด้วย PVC ชั้นวางของภายในตู้สามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า ๕ ระดับ ทำจากไม้ปาติเกิลบอร์ดเกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. เคลือบผิวด้วยเมลามีนสีขาวทั้ง ๒ ด้าน ปิดขอบด้วย PVC

๓.๔.๒ หน้าบาน และหน้าลิ้นชัก ทำด้วยไม้ปาติเกิลบอร์ด เกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท หนาไม่น้อยกว่า ๐.๘ มม.

๓.๔.๓ หน้าบานกระจกใส หนาไม่น้อยกว่า ๕ มม. ในกรอบไม้ปาติเกิลบอร์ด เกรด E๑ หนาไม่น้อยกว่า ๑๖ มม. ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท หนาไม่น้อยกว่า ๐.๘ มม.

๓.๔.๔ มือจับทำด้วย PVC ชนิด GRIP SECTION POSTFORM EMULATION SYSTEM ขนาดหน้าตัดไม่น้อยกว่า ๒๑ มม. x ๕๐ มม.

๓.๔.๕ กุญแจล็อคเป็นชนิด MASTER KEY ดอกกุญแจผลิตจากทองเหลืองชุบนิเกิ้ล สวมปลอกด้วยพลาสติกชนิด ANTI-BACTERIAL

๓.๔.๖ ขาตู้เป็นพลาสติกชนิด ABS สามารถปรับระดับ ความสูง - ต่ำ ได้ ภายนอกของขาเป็นไม้อัดหนาไม่น้อยกว่า ๑๐ มม. ปิดทับด้วยแผ่นลามิเนทสีดำ

๓.๔.๗ บานพับของตู้ ทำด้วยโลหะชุบนิเกิ้ล ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๕ มม. มีความคงทนต่อรอบการเปิดไม่น้อยกว่า ๘๐,๐๐๐ ครั้ง

๓.๔.๘ รางลิ้นชัก เป็นระบบปิดได้ด้วยตัวเอง (SELF CLOSING SYSTEM) ตัวรางลิ้นชักเป็นโลหะชุบอีพ๊อกซี่ (EPOXY COATED) ลูกล้อทำจากพลาสติก

๓.๕ เก้าอี้ปฏิบัติการ จำนวน ๓๑ ตัว มีรายละเอียดดังนี้

๓.๕.๑ ตัวแป้นที่ใช้สำหรับนั่งและพนักพิง ผลิตจากวัสดุโพลียูรีเทนโฟม แป้นที่นั่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๓๕๐ มม. หนาไม่น้อยกว่า ๔๕ มม. ส่วนด้านล่างของแป้นเก้าอี้มีโครง

๓.๕.๒ เหล็กหนาไม่น้อยกว่า ๓ มม. เชื่อมเป็นรูปกากบาทเพื่อยึดติดกับแป้นเก้าอี้โดยใช้สกรูและเชื่อมติดกับแกนเกลียวเก้าอี้โดยรอบ

๓.๕.๓ ขาของเก้าอี้ทำด้วยโลหะหรือเหล็ก ขนาด ๑นิ้ว x ๒นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า ๑.๕ มม. มีจำนวน ๕ ขา พร้อมพ่นเคลือบหรือทาสีป้องกันสนิม ปลายขารองรับด้วยยางหรือพลาสติกที่มีความแข็งแรง

๓.๕.๔ แกนกลางของเสาส่วนนอกทำด้วยโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๔๕ มม. หนาไม่น้อยกว่า ๑.๕ มม. พร้อมพ่นเคลือบหรือทาสี แกนกลางส่วนในสำหรับปรับระดับทำด้วยโลหะเกลียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๕ มม. ความยาวเกลียวไม่น้อยกว่า ๖๐ มม.

๓.๕.๕ ที่พักเท้า ทำด้วยโลหะกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕/๘ นิ้ว ไม่น้อยกว่า ๑.๒ มม. เชื่อมยึดติดกับทุกขาเก้าอี้รอบด้านแบบกลม พร้อมพ่นเคลือบหรือทาสีป้องกันสนิม

๓.๕.๖ สามารถปรับระดับความสูงได้ ๖๐ – ๗๐ ซม. หรือดีกว่า

๓.๖ กระดานไวท์บอร์ดแบบธรรมดา หนาไม่น้อยกว่า ๔ มม. ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒๐ ซม. x ๒๔๐ ซม. จำนวน ๒ แผ่น มีขอบอลูมิเนียม และมีที่สำหรับวางปากกาไวท์บอร์ดหรือแปรงลบกระดาน พร้อมติดตั้ง

๓.๗ เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ XGA ขนาด ๔,๐๐๐ ANSI Lumens จำนวน ๑ เครื่อง

๓.๗.๑ เป็นเครื่องฉายภาพเลนส์เดียว สามารถต่อกับอุปกรณ์เพื่อฉายภาพจากคอมพิวเตอร์และวิดีโอ

๓.๗.๒ ใช้ LCD Panel หรือระบบ DLP

๓.๗.๓ ระดับ XGA เป็นระดับความละเอียดของภาพที่ True

๓.๗.๔ ขนาดที่กำหนดเป็นขนาดค่าความส่องสว่างขั้นต่ำ

๓.๗.๕ มีอัตราส่วนความคมชัด(CONTRAST RATIO) ไม่น้อยกว่า ๒๒๐๐๐:๑

๓.๗.๖ มีอายุการใช้งานของหลอดภาพ ไม่น้อยกว่า ๖,๐๐๐ ชั่วโมง

๓.๗.๗ ใช้ไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ๕๐Hz ได้

๓.๘ จอรับภาพ ชนิดมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน ๑ จอ

๓.๘.๑ ขนาดเส้นทแยงมุม ๑๒๐ นิ้ว หรือ ๗๒ x ๙๖ นิ้ว หรือ ๘๔ x ๘๔ นิ้ว หรือ ๘๙ x ๙๒ นิ้ว หรือ ๖ x ๘ ฟุต หรือ ๗ x ๗ ฟุต

๓.๘.๒ จอม้วนเก็บในกล่องได้ บังคับจอ ขึ้น ลง หยุดด้วยสวิตช์ หรือรีโมทคอนโทรล ใช้ไฟฟ้า AC ๒๒๐ โวลต์ ๕๐ เฮิรตซ์

๓.๘.๓ มีสวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติ เมื่อจอขึ้นถึงจุดสูงสุดเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับมอเตอร์

๓.๘.๔ เนื้อจอสีขาวทำจากวัสดุ Fiber ให้ความเนียนเรียบ ทำความสะอาดได้ง่าย ไม่มีรอยต่อมีขอบจอสีดำและด้านหลังจอเคลือบสีดำ

๓.๙ เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน แบบแขวน ขนาดไม่ต่ำกว่า ๓๒,๐๐๐ บีทียู จำนวน ๒ เครื่อง

๓.๙.๑ ขนาดที่กำหนดเป็นขนาดไม่ต่ำกว่า ๓๒,๐๐๐ บีทียู

๓.๙.๒ ราคาที่กำหนดเป็นราคาที่รวมค่าติดตั้ง

๓.๙.๓ เครื่องปรับอากาศที่มีความสามารถในการทำความเย็นขนาดไม่ต่ำกว่า ๓๒,๐๐๐ บีทียู ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ ๕

๓.๙.๔ ต้องเป็นเครื่องปรับอากาศที่ประกอบสำเร็จรูปทั้งชุด ทั้งหน่วยส่งความเย็นและหน่วยระบายความร้อนจากโรงงานเดียวกัน

๓.๙.๕ มีความหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์

๓.๙.๖ การจัดซื้อเครื่องปรับอากาศขนาดอื่น ๆ (นอกจากข้อ ๓.๓.๓) นอกเหนือจากการพิจารณาด้านราคาแล้ว เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน ควรพิจารณาจัดซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER) สูงกว่า

๓.๙.๗ ใช้น้ำยาปรับอากาศ R๔๑๐A

๓.๙.๘ เครื่องปรับอากาศที่ใช้กับระบบไฟฟ้า ๓ เฟส

๔. รายละเอียดอื่นๆ

๔.๑ ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน ISO, DIN, JIS, มอก. หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบได้ (ยกเว้นรายการในข้อ ๓ อุปกรณ์ประกอบ)

๔.๒ ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา (ยกเว้นรายการในข้อ ๓ อุปกรณ์ประกอบ)

๔.๓ ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น และ/หรือต้อง ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้เสนอราคากับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ และไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

๔.๔ ผู้เสนอราคาต้องมีการติดตั้งและสาธิตการใช้งานให้กับผู้เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรของหน่วยงานที่จัดซื้อไม่น้อยกว่า ๒ ครั้ง โดยผู้เสนอราคาจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อการนั้น

๔.๕ ผู้เสนอราคาได้ต้องปรับปรุงห้องหรือสถานที่ติดตั้งให้เหมาะสม เช่น ติดตั้งม่านกันแสง หรือปรับปรุงแก้ไขกระจก หรือแผ่นปิด เพื่อติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หรือ พัดลมระบายอากาศ

๔.๖ รับประกันคุณภาพของสินค้าอย่างน้อย ๑ ปี และต้องเข้ามาตรวจสอบการทำงานของเครื่องไม่น้อยกว่า ๒ ครั้ง เพื่อการซ่อมบำรุง (on-site service maintenance)

๔.๗ คู่มือการทำงาน ฉบับภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด ส่งมอบพร้อมสินค้า (ยกเว้นรายการตามข้อ ๓ อุปกรณ์ประกอบ)

๔.๘ คู่มือผู้เรียนหรือใบงานการทดลอง ฉบับภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า ๘ ใบงาน จำนวน ๒ ชุด

๔.๙ คู่มือผู้สอนหรือใบเฉลยการทดลอง ฉบับภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ตามข้อ ๔.๘ จำนวน ๒ ชุด

๕. กำหนดส่งมอบ

ภายใน ๑๕๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๖. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. นายยุทธพงษ์	อินทร์กง	ประธานกรรมการ	.....
๒. นายชัยวัฒน์	วัฒนะกุล	กรรมการ	.....
๓. นายทนงศักดิ์	มากทอง	กรรมการและเลขานุการ	.....

ลงชื่อ ..... (ผู้อนุมัติ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน