ข้อสอบวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เพื่อคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันวิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครั้งที่ 16 (รอบที่ 2) วิชาฟิสิกส์

The Sixteenth International Junior Science Olympiad (16th IJSO)

ชื่อ-นามสกุล ..... **โรงเรียน** .....

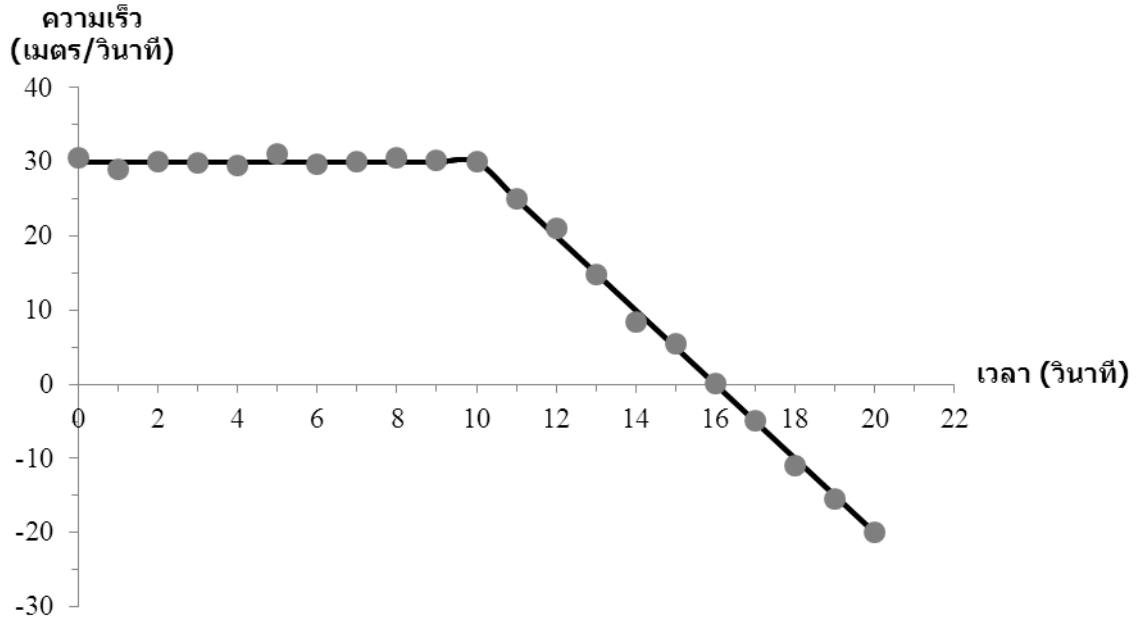
เลขประจำตัวผู้สอบ ..... **ห้องสอบ** .....

วันเสาร์ที่ 16 มีนาคม 2562 เวลา 10.10 – 11.40 น.

คำชี้แจง

- ☐ ข้อสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ จำนวน 9 หน้า (รวมหน้านี้ด้วย)
- ☐ แต่ละข้อมีคะแนนเท่ากัน โดยมีคะแนนเต็มรวม 100 คะแนน
- ☐ ให้ตอบคำถามในบริเวณที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ โดยให้ทดบริเวณที่ว่างอื่น
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขทุกชนิด

ข้อ 1 อนุภาคมวล m เคลื่อนที่ในแนวแกน x ด้วยความเร็วดังแสดงในกราฟ กำหนดให้ค่าบวกแสดงถึงการเคลื่อนที่ไปทิศ $+x$



(1.1) ตลอดช่วงเวลา 20 วินาที ของการเคลื่อนที่ อนุภาคนี้เคลื่อนที่ไปได้ระยะทางเท่าใด

(1.2) จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของตำแหน่ง (เมตร) กับเวลา (วินาที) ตลอดช่วงเวลา 20 วินาที ของการเคลื่อนที่ในกราฟข้างล่าง โดยใช้ตำแหน่งที่เวลา 0 วินาทีเป็นจุดอ้างอิง

(1.3) หลังจากเวลา 20 วินาที อนุภาคต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวเท่าใด จึงจะกลับถึงจุดเริ่มต้นอีกครั้งที่เวลา 30 วินาที และขณะเคลื่อนที่ผ่านจุดเริ่มต้น อนุภาคมีความเร็วเท่าใด

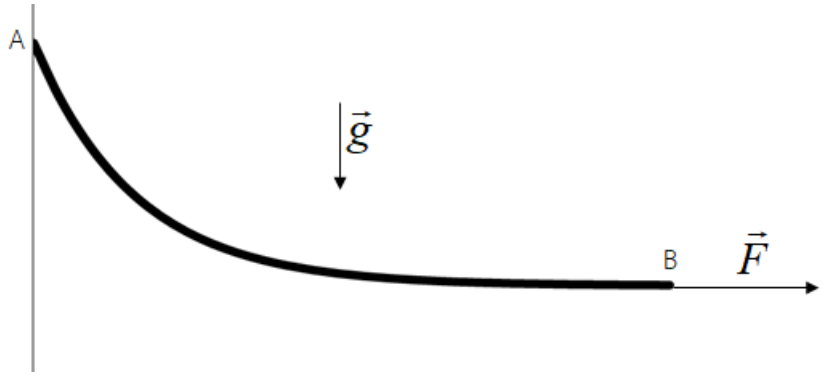
คำตอบ

(1.1) _____ เมตร

(1.2)

(1.3) _____ เมตร/วินาที^{2} และ _____ เมตร/วินาที

ข้อ 2 เชือกยาวเส้นหนึ่งมีความหนาแน่นของมวลต่อความยาวคงที่ ปลาย A ของเชือกด้านหนึ่งถูกผูกตรึงยึดแน่นไว้กับเสา ส่วนปลาย B อีกด้านหนึ่งถูกดึงในแนวระดับด้วยแรงขนาด F นิวตัน ทำให้เชือกมีรูปร่างดังภาพ กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลกมีขนาด g เมตร/วินาที^{2}



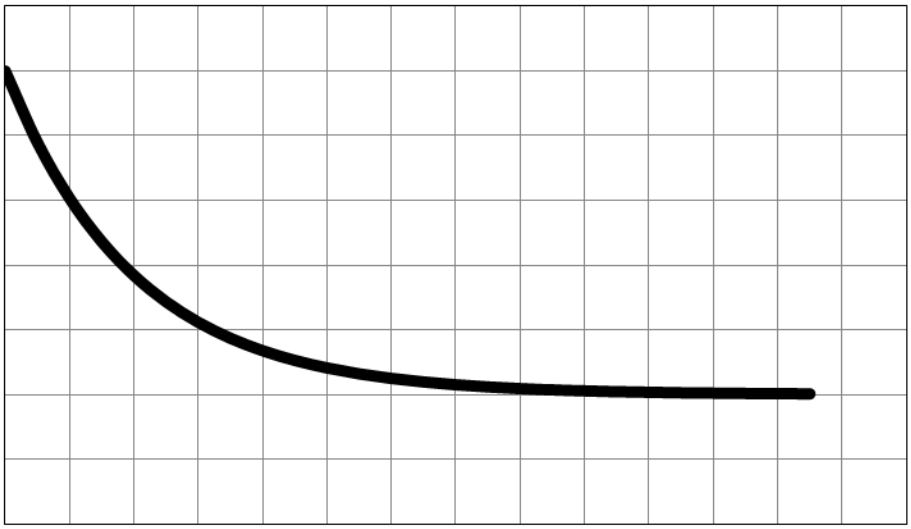
(2.1) ระบุตำแหน่งที่ควรจะเป็นจุดศูนย์กลางมวลของเชือกในภาพด้านล่าง

(2.2) มวลของเชือกเป็นเท่าใด (ตอบในรูปของ F และ g)

<u>หมายเหตุ</u> รูปด้านล่างเป็นรูปของเชือกที่ถูกวางในพิกัดขนาด 14×8 ตารางหน่วย นักเรียนสามารถใช้ในการหาคำตอบได้

คำตอบ

(2.1) จุดศูนย์มวลอยู่ที่ตำแหน่ง



(2.2) _____ กิโลกรัม

ข้อ 3 ผู้เล่นบันจีจัมพ์กระโดดจากฐานที่มีความสูง H เมตร เหนือระดับน้ำในทะเลสาบ ข้อเท้าของเขาถูกมัดแน่นด้วยเชือกยืดหยุ่นที่สามารถยืดได้ตามกฎของฮุค (Hooke's law) อีกปลายหนึ่งของเชือกผูกแน่นไว้กับฐานที่เขากระโดดลงมา เมื่อเขากระโดดจากหยุดนิ่งลงมาในแนวดิ่งจนเชือกตึง เชือกจะยืดออกจนหัวของเขาสัมผัสผิวน้ำพอดี แต่ตำแหน่งสมดุลที่เขาห้อยหัวอยู่จะสูงจากผิวน้ำ h เมตร ให้พิจารณาว่าผู้เล่นบันจีจัมพ์เป็นจุดมวลที่อยู่ปลายเชือก กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลกมีขนาด g เมตร/วินาที^{2}

3.1 ผู้เล่นบันจีจัมพ์ควรเลือกเชือกที่มีความยาวเท่าไร

3.2 ความเร็วสูงสุดของผู้เล่นบันจีจัมพ์มีขนาดเท่าไร

3.3 ความเร่งสูงสุดของผู้เล่นบันจีจัมพ์มีขนาดเท่าไร

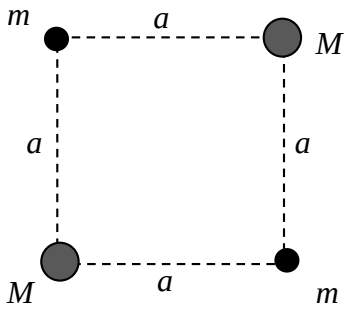
คำตอบ

(3.1) _____ เมตร

(3.2) _____ เมตร/วินาที

(3.3) _____ เมตร/วินาที^{2}

ข้อ 4 อนุภาคมวล M และ m ซึ่งมีประจุ Q เท่ากัน โดยที่ $M = \beta m$ ถูกตรึงไว้ที่มุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาว a เมตร ดังภาพ หลังจากนั้น อนุภาคทั้ง 4 ถูกปล่อยให้เป็นอิสระพร้อมกัน กำหนดให้ ค่าคงตัวของคูลอมบ์เท่ากับ k และไม่ต้องคิดแรงดึงดูดระหว่างมวล



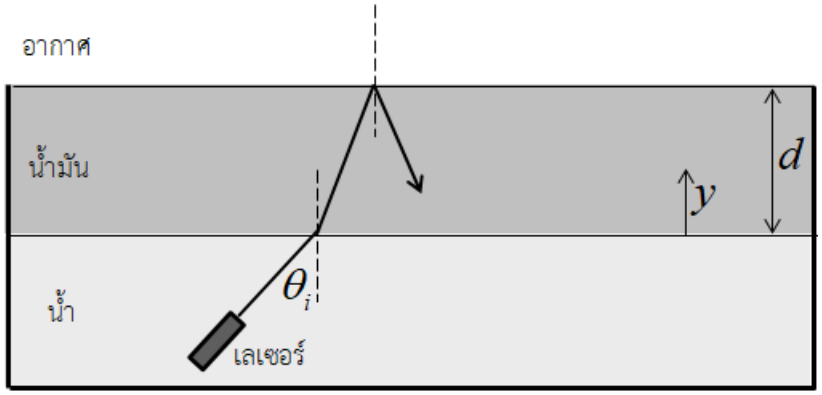
(4.1) จงหาอัตราส่วนความเร่งของอนุภาคมวล m ต่อความเร่งของอนุภาคมวล M ทันทีหลังจากปล่อยให้ประจุเป็นอิสระ

(4.2) เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่ห่างจากกันมากแล้ว พบว่า อนุภาคมวล M มีอัตราเร็ว u ขณะนั้นอนุภาคมวล m มีอัตราเร็วเท่าไร

คำตอบ

(4.1)
(4.2)

ข้อ 5 น้ำมันชนิดหนึ่ง (ความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ) ลอยอยู่บนผิวน้ำด้วยความหนา d เซนติเมตร ถ้ายิงแสงเลเซอร์จากใต้ผิวน้ำผ่านน้ำมันด้วยมุม θ_i ดังรูป **กำหนดให้** ดรรชนีหักเหแสงของอากาศ $n_a = 1.00$ ดรรชนีหักเหแสงของน้ำ $n_w = 1.33$ และ ดรรชนีหักเหแสงของน้ำมัน $n_o = 1.47$



(5.1) การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นรอยต่อผิวใด

(5.2) ให้คำนวณหามุม θ_i ที่ทำให้เกิดการสะท้อนกลับหมด

(5.3) สมมติว่าไม่เกิดการสะท้อนกลับหมด และชั้นของน้ำมันมีค่าดัชนีการหักเหของแสงไม่คงตัว โดยเพิ่มตามตำแหน่ง y ของชั้นน้ำมันตามสมการ $n_{oil} = 1.42 + 0.05\frac{y}{d}$ เมื่อ $0 \le y \le d$ ในสถานการณ์นี้ มุมหักเหของแสงเลเซอร์ที่ชั้นอากาศขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นน้ำมันหรือไม่ อย่างไร

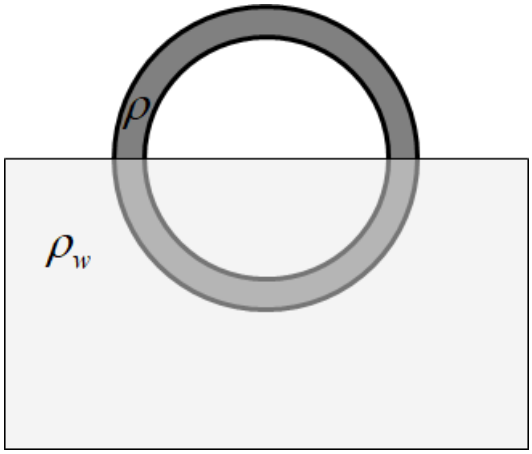
คำตอบ

(5.1) _____

(5.2) _____

(5.3)

ข้อ 6 ทุ่นทรงกลมทำจากวัสดุที่มีความหนาแน่น ρ ใจกลางของทุ่นกลวงเป็นทรงกลม สมมติว่าต้องการทำทุ่นให้มีมวล m และลอยอยู่บริเวณผิวน้ำโดยมีครึ่งหนึ่งของทุ่นอยู่พ้นผิวน้ำ กำหนดให้น้ำมีความหนาแน่น ρ_w จงหา



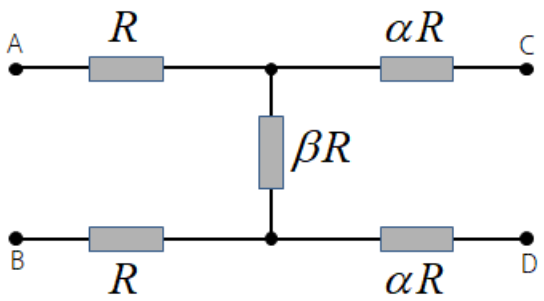
(6.1) รัศมีขอบนอกของทุ่น

(6.2) อัตราส่วนรัศมีขอบในต่อรัศมีขอบนอกของทุ่น

คำตอบ

(6.1)
(6.2)

ข้อ 7 ตัวต้านทาน 5 ตัว (ความต้านทาน $R, R, \alpha R, \alpha R$ และ βR) ต่อเป็นวงจรด้วยสายไฟที่มีความต้านทานต่ำมาก ดังภาพ ระหว่างจุด A และ จุด B มีความต้านทาน $8\ \Omega$ และระหว่างจุด C และ จุด D มีความต้านทาน $48\ \Omega$ เมื่อต่อแบตเตอรีสร้างความต่างศักย์ $12\ \text{V}$ ระหว่างจุด A และ จุด B พบว่า ความต่างศักย์ระหว่างจุด C และ จุด D (ซึ่งวัดด้วยมิเตอร์ที่มีความต้านทานสูงมาก) มีขนาด $2\ \text{V}$ จงหา α , β และ R



คำตอบ

$\alpha =$	$\beta =$	$R =$	Ω

ข้อ 8 วางวัตถุสูง 3.0 เซนติเมตร ไว้บริเวณแนวแกนของเลนส์บางชิ้นหนึ่ง พบว่าเกิดภาพของวัตถุสูง 2.0 เซนติเมตร บนฉากห่างจากวัตถุเป็นระยะ 40.0 เซนติเมตร

(8.1) เลนส์บางชิ้นนี้เป็นชนิดใด

(8.2) เลนส์บางอยู่ห่างจากวัตถุเป็นระยะเท่าใด

(8.3) เลนส์บางมีความยาวโฟกัสเท่าใด

คำตอบ

(8.1) _____

(8.2) _____ เซนติเมตร

(8.3) _____ เซนติเมตร