เล่ม 01 ภาค ข · วิชาเอก 50 คะแนน

วิชาเอก ฟิสิกส์

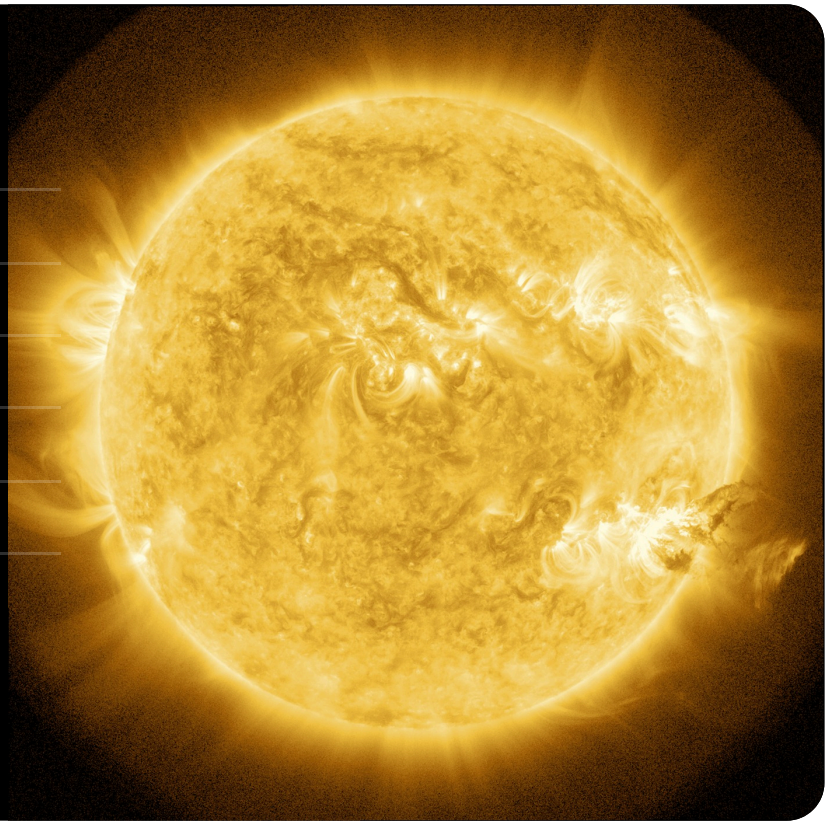
สรุปเข้ม 6 บท · Mind Map · ข้อสอบ 300 ข้อ

ครบทุกสาระฟิสิกส์ที่ออกสอบครูผู้ช่วย สังกัด อปท. ตั้งแต่กลศาสตร์ถึงฟิสิกส์ยุคใหม่ และการสอนฟิสิกส์ พร้อมภาพจริงจาก NASA · LIGO · CERN เทคนิคการจำ และเฉลยละเอียดทุกข้อ

ภาค ข · วิชาเอก 50 คะแนน | สรุปเข้ม + ภาพจริง | Mind Map ทุกบท | เทคนิคการจำ | เฉลยละเอียดทุกข้อ

ครบ 6 บท ตามขอบข่ายวิชาเอก

01 กลศาสตร์
02 คลื่น เสียง และแสง
03 ไฟฟ้าและแม่เหล็ก
04 ความร้อน แก๊ส ของไหล
05 อะตอม นิวเคลียร์ ยุคใหม่
06 หลักสูตรและการสอนฟิสิกส์



ภาพจริง: ดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่น 17.1 nm บันทึกโดยกล้อง AIA บนดาวเทียม SDO ของ NASA (7 มิ.ย. 2554) · public domain

91	300	6	70+
หน้า	ข้อสอบ	บท	ภาพ/แผนภาพ

ศูนย์รวมแนวข้อสอบทั่วประเทศ exammvp.com
สามารถเข้าคอร์สติวเนื้อหาอื่น ๆ ได้ที่ exammvp.com · ฉบับปรับปรุง พฤศจิกายน 2569 · เตรียมสอบรอบปี 2570

สารบัญ วิชาเอกฟิสิกส์ (ภาค ข)

1 บทที่ 1 กลศาสตร์ 6

1.1 ปริมาณกายภาพ หน่วย และการวัด 7

1.2 การเคลื่อนที่แนวตรง 8

1.3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 8

1.4 การเคลื่อนที่แนวโค้ง: โพรเจกไทล์ วงกลม และ SHM 9

1.5 งาน กำลัง และพลังงาน 11

1.6 โมเมนตัมและการชน 11

1.7 สมดุลกลและการเคลื่อนที่แบบหมุน 12

1.8 ตัวอย่างโจทย์แนวสนามจริง พร้อมวิธีคิด 13

Mind Map สรุปบทที่ 1 14

เทคนิคการจำและทำข้อสอบบทที่ 1 15

ข้อสอบท้ายบทที่ 1 (50 ข้อ) 16

เฉลยและคำอธิบายบทที่ 1 20

2 บทที่ 2 คลื่น เสียง และแสง 22

2.1 ธรรมชาติและสมบัติของคลื่นกล 23

2.2 คลื่นนิ่ง และการสั่นพ้อง 24

2.3 เสียง 24

2.4 แสงเชิงรังสี: การสะท้อน การหักเห กระจก และเลนส์ 25

2.5 แสงเชิงคลื่น: การแทรกสอด การเลี้ยวเบน โพลาไรเซชัน 26

2.6 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 26

2.7 ตัวอย่างโจทย์แนวสนามจริง พร้อมวิธีคิด 27

Mind Map สรุปบทที่ 2 29

เทคนิคการจำและทำข้อสอบบทที่ 2 30

ข้อสอบท้ายบทที่ 2 (50 ข้อ) 31

เฉลยและคำอธิบายบทที่ 2 35

3 บทที่ 3 ไฟฟ้าและแม่เหล็ก 37

3.1 ไฟฟ้าสถิต: ประจุ แรง สนาม และศักย์ไฟฟ้า 38

3.2 ไฟฟ้ากระแสและวงจรไฟฟ้า 38

01 กลศาสตร์

บทที่ 1 · Mechanics · การเคลื่อนที่ แรง พลังงาน โมเมนตัม การหมุน



ภาพจริง: การปล่อยจรวด Falcon 9 นำดาวเทียม DSCOVR ขึ้นสู่อวกาศ (SpaceX, public domain) — ตัวอย่างกฎข้อที่ 3 ของนิวตันและการอนุรักษ์โมเมนตัม

จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทนี้

1. อธิบายปริมาณมูลฐาน หน่วย SI เลขนัยสำคัญ และความไม่แน่นอนของการวัดได้
2. วิเคราะห์การเคลื่อนที่แนวตรงจากสมการและกราฟ x–t, v–t, a–t ได้
3. ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงเสียดทาน และกฎแรงโน้มถ่วงแก้โจทย์ระบบวัตถุได้
4. คำนวณการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วงกลม และฮาร์มอนิกอย่างง่ายได้
5. ใช้หลักงาน–พลังงาน การอนุรักษ์พลังงานกล และกำลังได้
6. ใช้การดลและการอนุรักษ์โมเมนตัมวิเคราะห์การชนได้
7. วิเคราะห์สมดุลกล โมเมนต์ของแรง และการเคลื่อนที่แบบหมุนได้

ข้อมูลเตรียมสอบ

ความถี่ที่ออกสอบ	**ออกทุกปี**
ความสำคัญ	★★★★★
น้ำหนักข้อสอบ (อปท.)	**22–25% ของวิชาเอก (≈ 11–13 ข้อ)**
เวลาอ่านแนะนำ	**12–14 ชม.**
ข้อสอบท้ายบท	**50 ข้อ + เฉลยละเอียด**

หัวข้อที่ออกบ่อย

กราฟ v–t · กฎข้อ 2 นิวตัน+พื้นเอียง · โพรเจกไทล์ · วงกลม/วงโคจร · อนุรักษ์พลังงาน · การชน · สมดุลโมเมนต์

Blueprint บทนี้ · หัวข้อ × สิ่งที่ข้อสอบชอบถาม

หัวข้อ	ข้อสอบชอบถาม / รูปแบบโจทย์	ความถี่
1.1 หน่วย การวัด เวกเตอร์	หน่วยฐาน SI · เลขนัยสำคัญ · ร้อยละความคลาดเคลื่อน · ช่วงของแรงลัพธ์	★★★☆☆
1.2 การเคลื่อนที่แนวตรง	อ่านกราฟ v–t (ความชัน/พื้นที่) · ตกอิสระ · ระยะเบรก	★★★★★
1.3 แรงและกฎของนิวตัน	ลิฟต์ · พื้นเอียง · ระบบผูกเชือก/อัตวูด · กฎข้อ 3 · แรงโน้มถ่วง	★★★★★
1.4 โพรเจกไทล์ วงกลม SHM	พิสัย/เวลาลอย · เลี้ยวโค้ง · คาบลูกตุ้ม/สปริง · เคปเลอร์	★★★★★
1.5 งาน กำลัง พลังงาน	อนุรักษ์พลังงานกล · งานจากแรงทำมุม · กำลัง · ประสิทธิภาพ	★★★★☆
1.6 โมเมนตัมและการชน	การดลกับแรงเฉลี่ย · ปืนถอยหลัง · ชนติดกัน/ยืดหยุ่น	★★★★☆
1.7 สมดุลและการหมุน	โมเมนต์ของแรง · แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ · I และ $L = I\omega$	★★★☆☆

1.1 ปริมาณกายภาพ หน่วย และการวัด

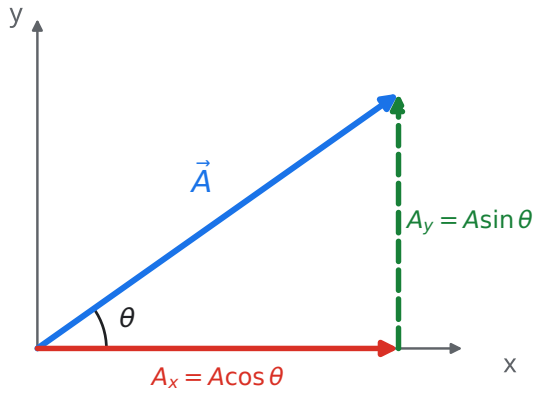
ระบบหน่วยระหว่างชาติ (SI) มี **หน่วยฐาน 7 หน่วย** ได้แก่ เมตร (m) กิโลกรัม (kg) วินาที (s) แอมแปร์ (A) เคลวิน (K) โมล (mol) และแคนเดลา (cd) หน่วยอื่นทั้งหมดเป็น **หน่วยอนุพันธ์** เช่น นิวตัน $\mathrm{N} = \mathrm{kg\,m\,s^{-2}}$ จูล $\mathrm{J} = \mathrm{N\,m}$ วัตต์ $\mathrm{W} = \mathrm{J\,s^{-1}}$ ปาสคาล $\mathrm{Pa} = \mathrm{N\,m^{-2}}$

คำนำหน้า	สัญลักษณ์	ตัวพหุคูณ
จิกะ	G	10^{9}
เมกะ	M	10^{6}
กิโล	k	10^{3}
มิลลิ	m	10^{-3}
ไมโคร	μ	10^{-6}
นาโน	n	10^{-9}
พิโก	p	10^{-12}

เลขนัยสำคัญ & ความไม่แน่นอน

- ศูนย์หน้าตัวเลขไม่นับ (0.00450 มี 3 ตัว) ศูนย์ระหว่าง/ท้ายทศนิยมนับ
- **บวก–ลบ** ตอบตามจำนวน *ตำแหน่งทศนิยม* น้อยสุด · **คูณ–หาร** ตอบตามจำนวน *เลขนัยสำคัญ* น้อยสุด
- บวกลบปริมาณ → นำ *ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์* มาบวกกัน · คูณหาร → นำ *ร้อยละความคลาดเคลื่อน* มาบวกกัน · ยกกำลัง n → ร้อยละคูณ n

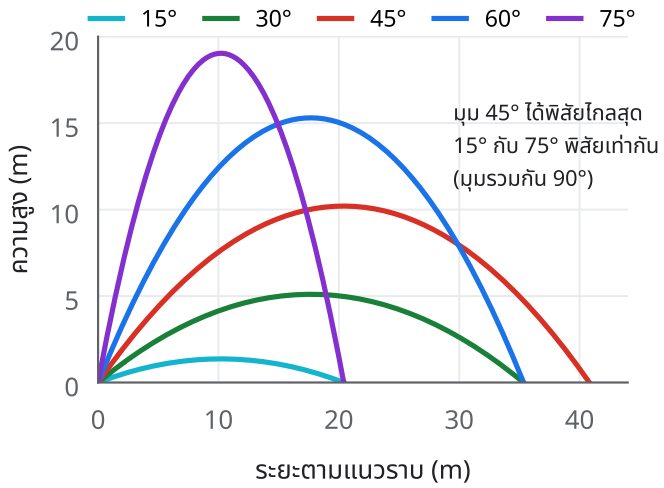
ปริมาณสเกลาร์ มีแต่ขนาด (มวล เวลา ระยะทาง อัตราเร็ว งาน พลังงาน อุณหภูมิ) ส่วน **ปริมาณเวกเตอร์** มีทั้งขนาดและทิศ (การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง แรง โมเมนตัม สนามไฟฟ้า) การรวมเวกเตอร์ใช้การแตกองค์ประกอบ $A_x = A\cos\theta$, $A_y = A\sin\theta$ แล้วรวมแต่ละแกน ขนาดลัพธ์ $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$



ภาพที่ 1.1 การแตกเวกเตอร์ออกเป็นองค์ประกอบตั้งฉากสองแกน

ข้อสอบชอบหลอก

- เวกเตอร์ 2 ตัวขนาด A และ B รวมกันได้ขนาดอยู่ในช่วง $|A - B| \le R \le A + B$ เท่านั้น (เช่น 3 N กับ 4 N รวมได้ 1–7 N **ไม่มีทาง** ได้ 8 N)
- ถ้ามุมระหว่างแรงเป็น 90° ใช้พีทาโกรัส: 3 กับ 4 → 5 ; ถ้าเป็น 120° และขนาดเท่ากัน ลัพธ์ = ขนาดเดิม

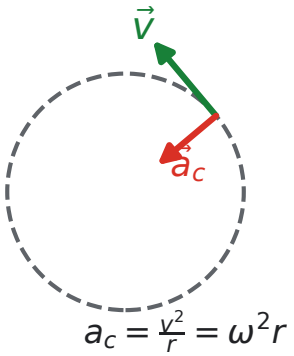


ภาพที่ 1.5 วิถีของวัตถุที่ยิงด้วยอัตราเร็ว 20 m/s ที่มุมต่าง ๆ (คำนวณจริงด้วย $g = 9.8$)

สูตรลัด (ยิงจากพื้น–ตกที่ระดับเดิม)

- เวลาลอย $T = \frac{2u\sin\theta}{g}$
- สูงสุด $H = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}$
- พิสัย $R = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$ · ไกลสุดที่ 45°: $R_{\max} = \frac{u^2}{g}$
- ขว้างแนวราบจากที่สูง h: $t = \sqrt{2h/g}$, $x = ut$
- ที่จุดสูงสุด $v = u\cos\theta$ (ไม่ใช่ศูนย์)

การเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ อัตราเร็วคงตัวแต่ความเร็วเปลี่ยนทิศ จึงมี **ความเร่งสู่ศูนย์กลาง** $a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ และต้องมีแรงสู่ศูนย์กลาง $F_c = \frac{mv^2}{r}$ ซึ่งมาจากแรงจริง (แรงตึงเชือก แรงเสียดทาน แรงโน้มถ่วง แรงปฏิกิริยา) ความสัมพันธ์ $v = \omega r$, $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$



ภาพที่ 1.6 ความเร็วสัมผัสวง ความเร่งชี้เข้าศูนย์กลาง

โจทย์วงกลมที่ออกบ่อย

- รถเลี้ยวโค้งราบ: $\mu_s mg = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\mu_s g r}$
- ถนนเอียงไม่พึ่งแรงเสียดทาน: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$
- วงดิ่ง จุดบนสุดต่ำสุด $v = \sqrt{gr}$

ดาวเทียม/วงโคจร

- $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$
- กฎข้อ 3 ของเคปเลอร์ $T^2 \propto r^3$
- นักบินอวกาศ "ลอย" เพราะตกอิสระพร้อมยาน ไม่ใช่ไม่มีแรงโน้มถ่วง

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (SHM) แรงดึงกลับแปรผันตรงกับการกระจัดและมีทิศตรงข้าม $F = -kx$ ทำให้ $a = -\omega^2 x$

Mind Map สรุปบทที่ 1 · กลศาสตร์

อ่านทวนก่อนสอบ 5 นาที

กลศาสตร์ Mechanics

หน่วย & การวัด

- หน่วยฐาน SI 7 หน่วย
- บวกลบ → ตำแหน่งทศนิยม
- คูณหาร → จำนวนเลขนัย
- ร้อยละคลาดเคลื่อนบวกกัน
- รวมเวกเตอร์ $|A-B| \le R \le A+B$

การเคลื่อนที่แนวตรง

- 5 สมการ (เลือกตัวที่ไม่ถาม)
- v–t: ชัน = a, พื้นที่ = s
- ตกอิสระ $a = g$ ไม่ขึ้นกับมวล
- จุดสูงสุด $v = 0$ แต่ $a = g$

แรง & นิวตัน

- $\Sigma F = ma$
- กิริยา–ปฏิกิริยา ต่างวัตถุ
- $f = \mu N$, $\mu_s = \tan\theta$
- ลิฟต์ $N = m(g \pm a)$
- $g' = g(R/(R+h))^2$

แนวโค้ง & SHM

- โพรเจกไทล์ แยก 2 แกน
- $R = u^2 \sin 2\theta / g$ ไกลสุด 45°
- $a_c = v^2/r$
- สปริง $2\pi\sqrt{m/k}$
- ลูกตุ้ม $2\pi\sqrt{L/g}$

งาน–พลังงาน

- $W = Fs\cos\theta$
- แรง ⊥ การเคลื่อนที่ ไม่ทำงาน
- $W_{net} = \Delta E_k$
- $v = \sqrt{2gh}$
- $P = Fv$

โมเมนตัม & หมุน

- $J = F\Delta t = \Delta p$
- ชนทุกแบบ p คงตัว
- ยืดหยุ่น: E_k คงตัวด้วย
- $\Sigma F = 0$ และ $\Sigma M = 0$
- $L = I\omega$ คงตัว

ข้อสอบท้ายบทที่ 1 · กลศาสตร์

50 ข้อ · เวลาแนะนำ 65 นาที
แนวข้อสอบสนามจริง อปท.

คำชี้แจง: ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว · ถ้าไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ $g = 10\ \text{m/s}^2$ · จับเวลาจริงแล้วตรวจกับเฉลยท้ายบท

1 ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์ทั้งหมด

ก. อัตราเร็ว มวล แรง

ข. งาน การกระจัด เวลา

ค. พลังงาน ความเร็ว อุณหภูมิ

ง. การกระจัด ความเร่ง โมเมนตัม

2 ผลคูณ 3.25×2.1 เขียนตามหลักเลขนัยสำคัญได้ตรงกับข้อใด

ก. 6.8 ข. 6.825 ค. 6.83 ง. 7

3 วัดความยาวด้านของลูกบาศก์ได้ (2.00 ± 0.02) cm ปริมาตรของลูกบาศก์มีความคลาดเคลื่อนร้อยละเท่าใด

ก. 1% ข. 2% ค. 3% ง. 6%

4 แรง 10 N ทิศตะวันออก และแรง 10 N ทิศเหนือ กระทำต่อวัตถุพร้อมกัน แรงลัพธ์มีขนาดและทิศใด

ก. 20 N ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (45°)

ข. $10\sqrt{2}$ N ทิศตะวันออก

ค. 0 N เพราะแรงหักล้างกัน

ง. $10\sqrt{2}$ N ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (45°)

5 เวลา 2.5 μs มีค่าเท่ากับกี่นาโนวินาที

ก. 0.0025 ns ข. 25 ns

ค. 250 ns ง. 2,500 ns

6 นักกีฬาวิ่งรอบสนามวงกลมยาว 400 m ครบ 1 รอบในเวลา 50 s ข้อใดถูกต้อง

ก. อัตราเร็วเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความเร็วเฉลี่ย 8 m/s

ข. อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 8 m/s

ค. อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยเป็นศูนย์

ง. อัตราเร็วเฉลี่ย 8 m/s และความเร็วเฉลี่ยเป็นศูนย์

7 รถยนต์วิ่งด้วยความเร็ว 10 m/s แล้วเร่งด้วยความเร่งคงตัว $2\ \text{m/s}^2$ เป็นเวลา 4 s ในช่วงที่เร่งรถเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด

ก. 16 m ข. 40 m ค. 56 m ง. 72 m

8 ปล่อยวัตถุจากหยุดนิ่งที่ความสูง 80 m เหนือพื้น วัตถุใช้เวลาเท่าใดจึงถึงพื้น

ก. 2 s ข. 4 s ค. 8 s ง. 16 s

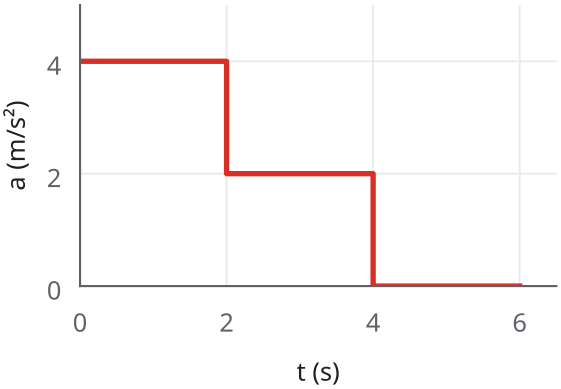
9 โยนลูกบอลขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 20 m/s ลูกบอลขึ้นไปได้สูงสุดกี่เมตรจากจุดโยน

ก. 2 m ข. 10 m ค. 20 m ง. 40 m

10 รถ A และรถ B อยู่ห่างกัน 500 m วิ่งเข้าหากันบนถนนตรงด้วยอัตราเร็วคงตัว 20 m/s และ 30 m/s ตามลำดับ อีกนานเท่าใดรถทั้งสองจะพบกัน

ก. 10 s ข. 16.7 s ค. 25 s ง. 50 s

11 จากกราฟความเร่ง–เวลาของวัตถุที่เริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งดังรูป เมื่อเวลาผ่านไป 6 วินาที วัตถุมีความเร็วเท่าใด



ก. 4 m/s ข. 8 m/s ค. 12 m/s ง. 16 m/s

12 กราฟการกระจัด–เวลาของวัตถุชิ้นหนึ่งเป็นเส้นตรงที่มีความชันเป็นบวกคงตัว แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่อย่างไร

ก. ด้วยความเร็วคงตัว ความเร่งเป็นศูนย์

ข. ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นสม่ำเสมอ

ค. อยู่นิ่งตลอดเวลา

ง. ด้วยความเร่งคงตัวที่ไม่เป็นศูนย์

13 กล่อง A มวล 3 kg และกล่อง B มวล 2 kg วางชิดกันบนพื้นลื่น ออกแรง 20 N ในแนวราบดันกล่อง A ซึ่งดันกล่อง B ไปด้วย แรงที่กล่อง A ดันกล่อง B มีค่าเท่าใด

ก. 4 N ข. 8 N ค. 12 N ง. 20 N

เฉลยละเอียด · ข้อสอบท้ายบทที่ 1

1	ง	2	ก	3	ค	4	ง	5	ง	6	ง	7	ค	8	ข	9	ค	10	ก
11	ค	12	ก	13	ข	14	ง	15	ค	16	ข	17	ก	18	ก	19	ก	20	ง
21	ค	22	ข	23	ข	24	ข	25	ง	26	ข	27	ค	28	ค	29	ข	30	ข
31	ค	32	ข	33	ข	34	ค	35	ข	36	ง	37	ข	38	ข	39	ข	40	ก
41	ง	42	ก	43	ง	44	ค	45	ก	46	ข	47	ค	48	ง	49	ง	50	ก

การกระจายคำตอบ: ก 10 · ข 16 · ค 12 · ง 12 ข้อ | เกณฑ์ประเมินตนเอง: ≥ 80% พร้อมสอบ · 60–79% ทบทวนหัวข้อที่ผิด · < 60% อ่านสรุปบทนี้ใหม่

1 ง เวกเตอร์ต้องมีทั้งขนาดและทิศ ได้แก่ การกระจัด ความเร่ง โมเมนตัม ส่วนอัตราเร็ว มวล งาน พลังงาน เวลา อุณหภูมิ เป็นสเกลาร์

2 ก การคูณตอบตามจำนวนเลขนัยสำคัญน้อยที่สุด (2.1 มี 2 ตัว) 6.825 → 6.8

3 ค ด้านคลาดเคลื่อน 1% ปริมาตร $= L^3$ ร้อยละคลาดเคลื่อนคูณ 3 ได้ 3%

4 ง แรงตั้งฉากกัน $R = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}$ N ขนาดเท่ากัน จึงทำมุม 45° กับแต่ละแรง

5 ง $2.5\ \mu\text{s} = 2.5 \times 10^{-6}$ s $= 2.5 \times 10^{3} \times 10^{-9}$ s $= 2500$ ns

6 ง ระยะทาง 400 m ให้อัตราเร็วเฉลี่ย 8 m/s แต่กลับมาที่เดิม การกระจัดเป็นศูนย์ ความเร็วเฉลี่ยจึงเป็นศูนย์

7 ค $s = ut + \frac{1}{2}at^2 = 10(4) + \frac{1}{2}(2)(16) = 40 + 16 = 56$ m

8 ข $80 = \frac{1}{2}(10)t^2 \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4$ s

9 ค $h = \frac{u^2}{2g} = \frac{400}{20} = 20$ m

10 ก วิ่งเข้าหากัน อัตราเร็วสัมพัทธ์ $20 + 30 = 50$ m/s ; $t = \frac{500}{50} = 10$ s

11 ค พื้นที่ใต้กราฟ a–t = ความเร็วที่เปลี่ยนไป $= 4(2) + 2(2) + 0(2) = 12$ m/s เริ่มจากหยุดนิ่งจึงมีความเร็ว 12 m/s

12 ก ความชันของกราฟการกระจัด–เวลาคือความเร็ว ความชันคงตัวจึงเป็นความเร็วคงตัว ความเร่งเป็นศูนย์

13 ข $a = \frac{20}{5} = 4\ \text{m/s}^2$ แรงที่ดัน B $= m_B a = 2(4) = 8$ N

14 ง $T - mg = ma \Rightarrow T = 500(10 + 2) = 6000$ N

15 ค แรงเสียดทานสถิตสูงสุด $= 0.4(100) = 40$ N แต่กล่องยังนิ่ง แรงเสียดทานจึงมีขนาดเท่าแรงผลัก 30 N (ไม่จำเป็นต้องเท่าค่าสูงสุด)

16 ข $a = g(\sin 37^\circ - \mu \cos 37^\circ) = 10(0.6 - 0.25 \times 0.8) = 10(0.4) = 4\ \text{m/s}^2$

17 ก แรงขับ $= 20$ N แรงเสียดทาน $= 0.25(40) = 10$ N ; $a = \frac{20-10}{6} \approx 1.7\ \text{m/s}^2$

18 ก $g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{2}{2^2} = \frac{1}{2}$

19 ก น้ำหนักคือแรงที่โลกดึงหนังสือ คู่ของมันคือแรงที่หนังสือดึงโลก ส่วนแรงที่โต๊ะดันหนังสือเป็นแรงที่สมดุลกับน้ำหนัก แต่ไม่ใช่คู่กิริยา–ปฏิกิริยา

20 ง มวลไม่เปลี่ยนตามสถานที่ (12 kg) น้ำหนัก $= 12(1.6) = 19.2$ N

21 ค กระตุกเร็ว แรงเสียดทานกระทำในช่วงเวลาสั้นมาก จานชามมีความเฉื่อยจึงคงสภาพอยู่นิ่ง

22 ข $1.8 = \frac{1}{2}(10)t^2 \Rightarrow t = 0.6$ s ; $x = 5(0.6) = 3.0$ m

23 ข $u_y = 30 \sin 53^\circ = 24$ m/s ; $H = \frac{24^2}{2(10)} = 28.8$ m

24 ข $u_y = 25 \sin 37^\circ = 15$ m/s ; $T = \frac{2u_y}{g} = 3$ s

25 ง $R \propto \sin 2\theta$ มุมรวม 90° ให้พิสัยเท่ากัน แต่มุมมากมี u_y มากกว่า จึงสูงกว่าและลอยนานกว่า

26 ข ที่ยอดเนินแรงปฏิกิริยาเป็นศูนย์เมื่อ $mg = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{gr} = \sqrt{200} \approx 14.1$ m/s

27 ค $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{400}{40(10)} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ$

28 ค $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \propto \sqrt{m}$ มวลเพิ่ม 4 เท่า คาบเพิ่ม 2 เท่า

29 ข $2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\pi^2}} = 2\sqrt{L} \Rightarrow L = 1$ m (นิยมเรียกว่า “ลูกตุ้มวินาที”)

30 ข $a_{\max} = \omega^2 A = 100(0.05) = 5\ \text{m/s}^2$

31 ค แรงโน้มถ่วงมีทิศเดียวกับการกระจัด $W = mgh = 2(10)(3) = +60$ J

32 ข อัตราเร็วคงตัว แรงขับเท่ากับแรงต้าน $P = Fv = 1000(30) = 30{,}000$ W

33 ข $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(10)(0.45)} = \sqrt{9} = 3$ m/s

34 ค $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = x\sqrt{k/m} = 0.1\sqrt{4000} \approx 6.3$ m/s

35 ข งานของแรงเสียดทาน = พลังงานจลน์ที่หายไป $\mu mgs = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow s = \frac{36}{2(0.3)(10)} = 6$ m (ไม่ขึ้นกับมวล)