

หน่วยการเรียนรู้ที่

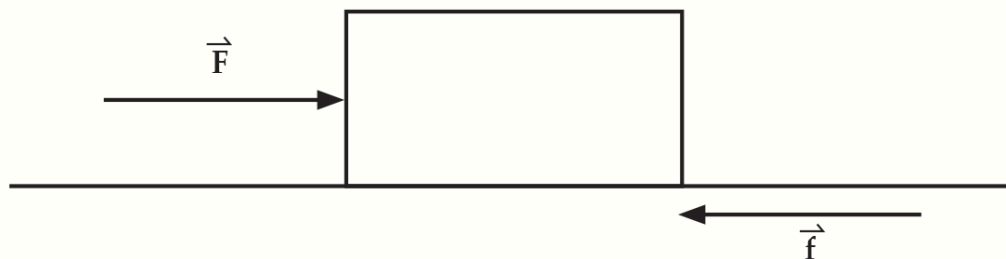
3

ความเสียตทาน



แรงเสียดทานของวัตถุ

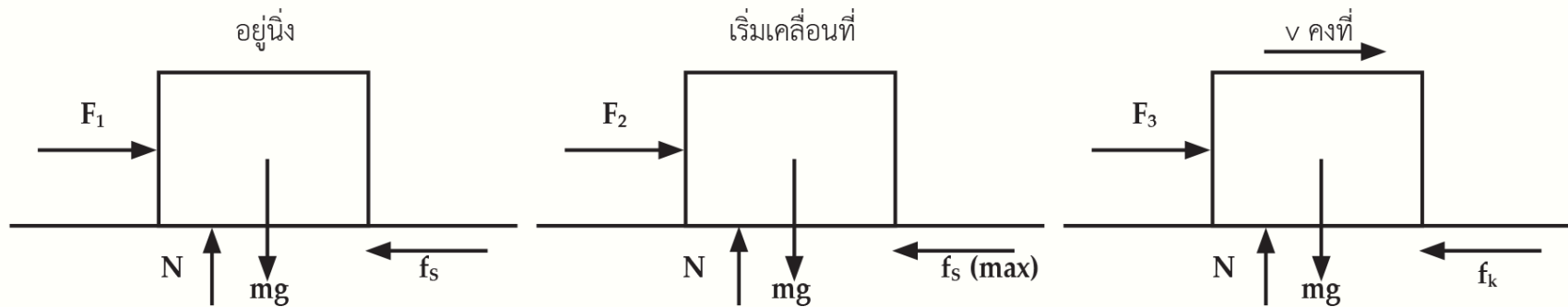
1. **แรงเสียดทานสถิต (Static Friction)** คือ เกิดจากการที่มีแรงภายนอกกระทำกับวัตถุ พยายามให้วัตถุเคลื่อนที่และวัตถุนั้นยังไม่เคลื่อนที่ (f_s)
2. **แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction)** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุกำลังเคลื่อนที่ (f_k)



แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุกับพื้น

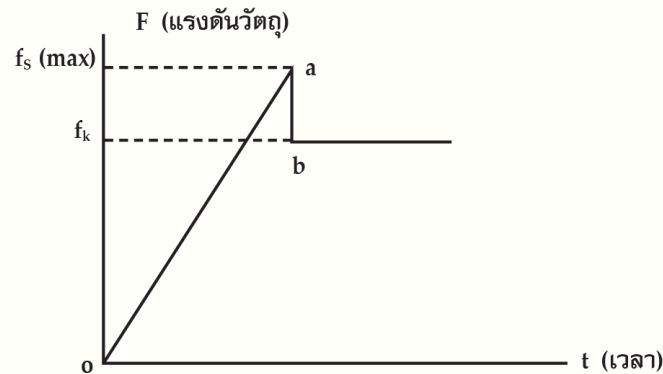


แรงเสียดทานที่กระทำกับวัตถุขณะอยู่กับที่จนเริ่มเคลื่อนที่และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว



แสดงแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

แรง F เป็นแรงที่กระทำกับวัตถุที่เพิ่มขึ้นจนถึงเริ่มขยับ วัตถุยังไม่เคลื่อนที่แรงเสียดทานจะเท่ากับแรงที่กระทำกับวัตถุ เมื่อวัตถุเริ่มขยับที่ a แรงที่กระทำกับวัตถุจะเท่ากับแรงเสียดทานสถิตสูงสุด (f_s) และเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่แล้วแรงเสียดทานจะลดลงจาก b ออกไป คือ แรงเสียดทานจลน์ (f_s)



แรงเสียดทานและกราฟของแรงเสียดทานที่กระทำกับวัตถุ

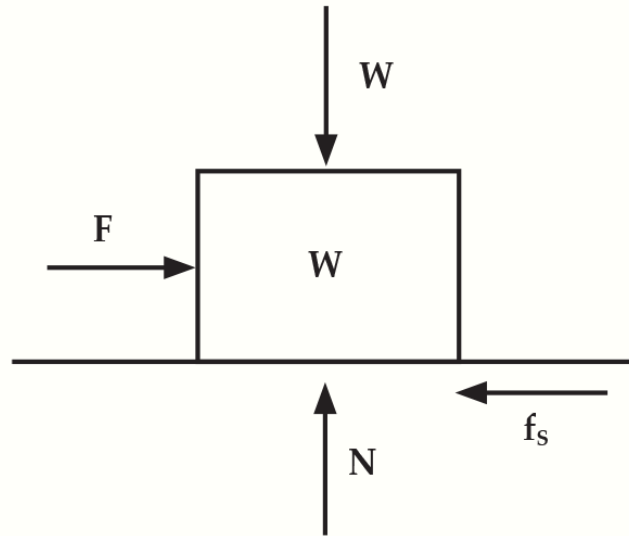
การหาค่าสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานบนพื้นราบ

1.

เมื่อออกแรง F ผลักวัตถุหนัก w ให้เริ่มเคลื่อนที่ จะได้ว่า

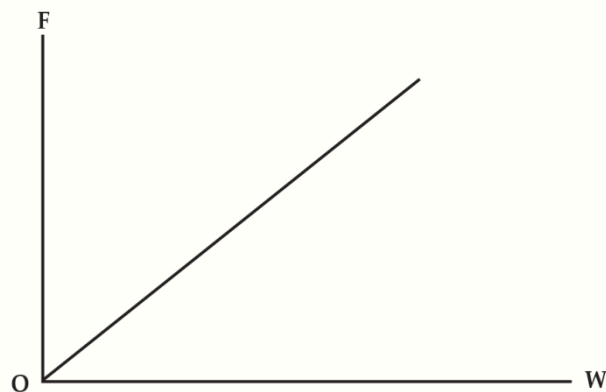
$$(f_s) = F$$

$$N = w$$



การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานบนพื้นราบ m_s





กราฟระหว่างแรงดันกับน้ำหนักวัตถุ (เริ่มเคลื่อนที่)

$$\begin{aligned}
 &F = \mu_s W \\
 \text{และ} \quad &f_s = \mu_s N \\
 \text{ดังนั้น} \quad &f_s = \mu_s N \\
 &\mu_s = \frac{f_s}{N}
 \end{aligned}$$

โดย

f_s = แรงเสียดทานสถิต

μ_s = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (หาได้จากกราฟ)

N = แรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัส

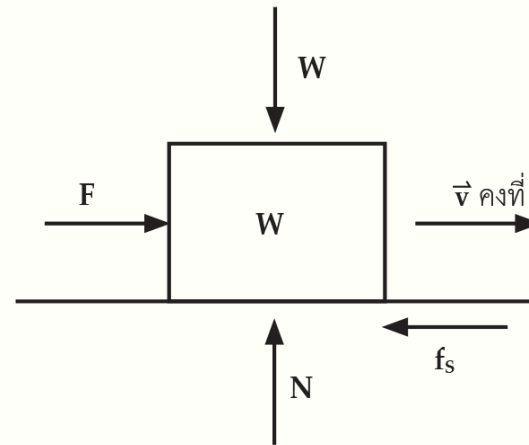


2.

เมื่อออกแรง F วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จะได้ว่า

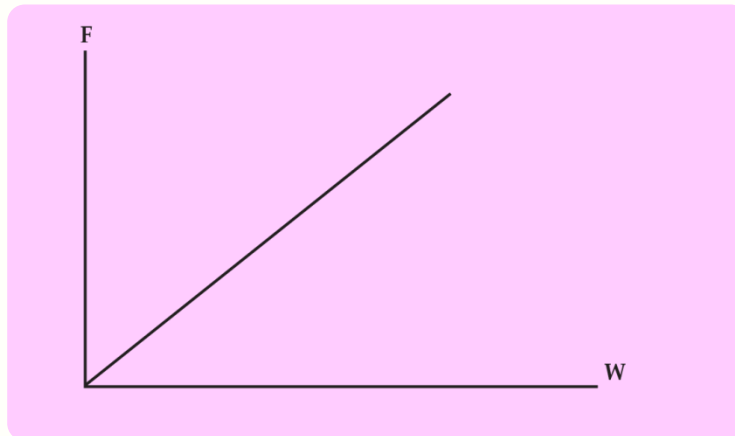
$$f_k = F$$

$$N = W$$



การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานบนพื้นราบ m_k

ความสัมพันธ์ระหว่าง F , W เขียนกราฟได้ดังนี้



กราฟระหว่างแรงดันกับน้ำหนักวัตถุ (v คงที่)

และ
ดังนั้น

$$f_k = \mu_k N$$

โดย

$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$

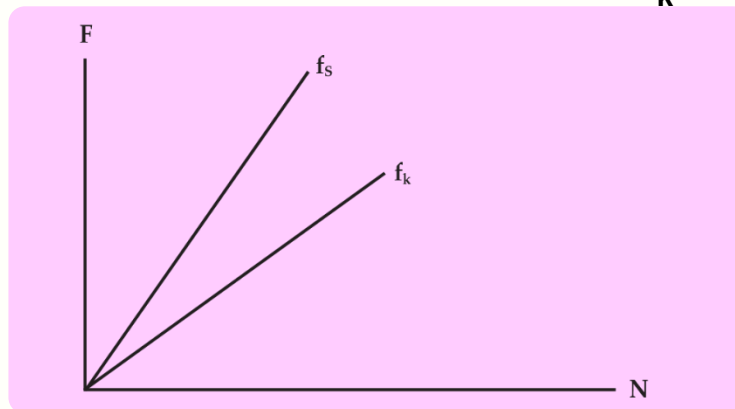
f_k = แรงเสียดทานจลน์

μ_k = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ (หาได้จากกราฟ)

N = แรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัส

3.

พิจารณากาฟระหว่าง f กับ N พบว่าค่าแรงเสียดทานสถิต (F_s) มากกว่าค่าแรงเสียดทานจลน์ และ มากกว่า (f_k) และ μ_s มากกว่า μ_k



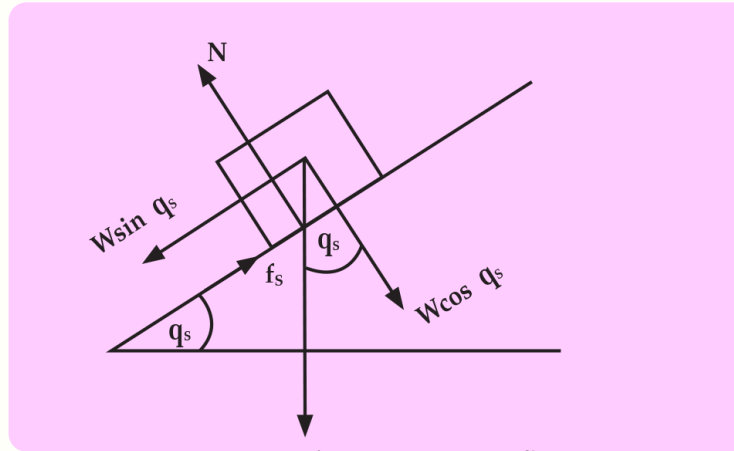
กาฟระหว่างแรงเสียดทานกับแรงปฏิกิริยา



การหาค่าสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานจากพื้นเอียง

สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน คือ อัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานซึ่งพอดีต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุกับแรงในแนวตั้งฉากที่กดผิววัตถุทั้งสองเข้าหากัน มีดังนี้

1. เมื่อนำวัตถุหนัก W วางอยู่บนพื้นเอียงทำมุม θ กับแนวระดับวัตถุเริ่มเลื่อนลงจะมีแรงกระทำกับวัตถุ เนื่องจากวัตถุสมดุลจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้



การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานบนพื้นเอียง μ_s

	$w \sin \theta_s$	$=$	f_s	<u> </u>	1
และ	$w \cos \theta_s$	$=$	N	<u> </u>	2

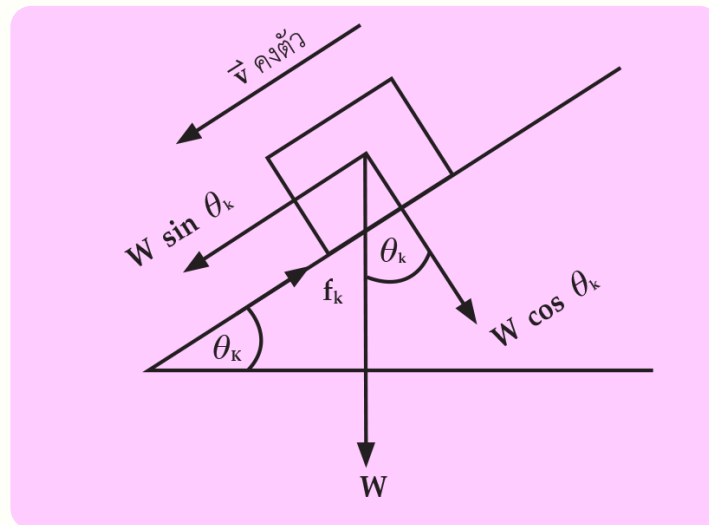
สมการ (1) หาร (2)

	$\tan \theta_s$	$=$	$\frac{f_s}{N}$	$=$	μ_s	
--	-----------------	-----	-----------------	-----	---------	--

ดังนั้น	μ_s	$=$	$\tan \theta_s$	<u> </u>	3
โดย	θ_s	$=$	มุมของความเสียดทานสถิต		

2.

เมื่อนำวัตถุหนัก w วางอยู่บนพื้นเอียงทำมุม θ_k กับแนวระดับวัตถุเลื่อนลงด้วยความเร็วคงตัวเนื่องจากวัตถุสมดุลจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้



การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานบนพื้นเอียง μ_k

$$w \sin \theta_k = f_k \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 4$$

และ $w \cos \theta_k = N \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 5$

สมการ (4) ทหาร (5)

$$\tan \theta_k = \frac{f_k}{N} = \mu_k$$

ดังนั้น $\mu_k = \tan \theta_k \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 6$

โดย $\theta_k =$ มุมของความเสียดทานจลน์

ตาราง สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (μ_s) และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ (μ_k)

ผิวสัมผัสระหว่าง	สัมประสิทธิ์ ความเสียดทานสถิต μ_s	สัมประสิทธิ์ ความเสียดทานจลน์ μ_k
ไม้บนไม้	0.70	0.40
เหล็กกล้ากับเหล็กกล้า	0.74	0.57
อะลูมิเนียมกับเหล็กกล้า	0.61	0.47
ทองแดงกับเหล็กกล้า	0.53	0.36
ทองเหลืองกับเหล็กกล้า	0.51	0.44
แก้วกับแก้ว	0.94	0.40
ทองแดงกับแก้ว	0.68	0.53
ยางกับคอนกรีต (แห้ง)	1.0	0.80
ยางกับคอนกรีต (เปียก)	0.30	0.25
ล้อยางกับถนน (แห้ง)	0.90	0.65
ล้อยางกับถนน (เปียก)	0.70	0.55



แรงเสียดทานกลิ้ง

แรงเสียดทานกลิ้ง คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุกลิ้งไปบนอีกวัตถุหนึ่งโดยไม่มีการลื่นไถล แรงเสียดทานกลิ้งมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานจลน์มากขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส เช่น ล้อรถยนต์หมุนไปตามถนน ลูกกลมโลหะกลิ้งบนโลหะค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกลิ้ง (μ_r) จะมีค่าเท่ากับแรงเสียดทานกลิ้งต่อแรงกดในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส จะได้ว่า

$$\mu_r = \frac{f_r}{N}$$

7

โดย

f_r = แรงเสียดทานกลิ้ง

μ_r = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกลิ้ง

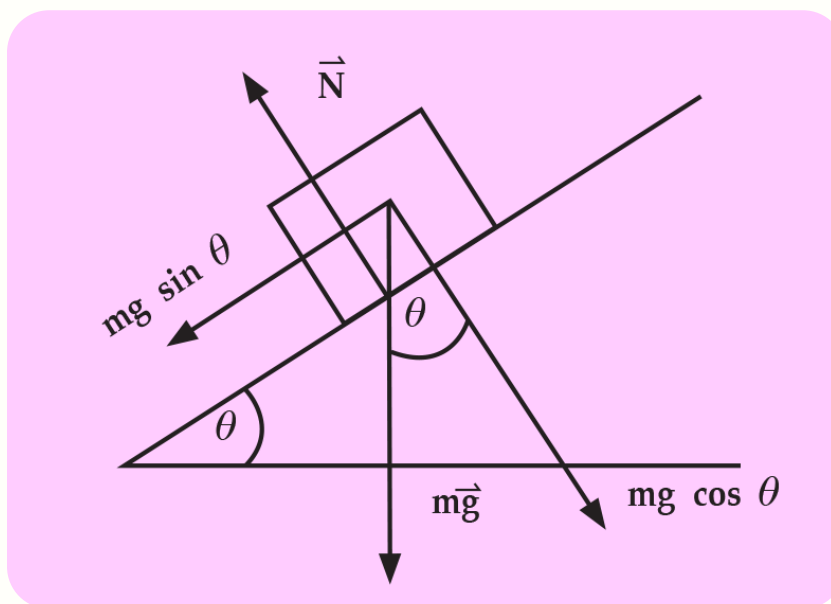
N = แรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัส





การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง

1. **พื้นเอียงลื่น** คือ ไม่มีแรงเสียดทาน แรงที่กระทำต่อวัตถุมี 2 แรง คือ แรงดึงดูดโลก (mg) และปฏิกิริยาที่พื้นทำตั้งฉากกับผิวสัมผัส (N) ได้ดังนี้



พื้นเอียงลื่น



วางวัตถุ วัตถุจะไถลลงด้วยความเร่ง a แยกแรง mg จะได้

$M_g \sin \theta$ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง a

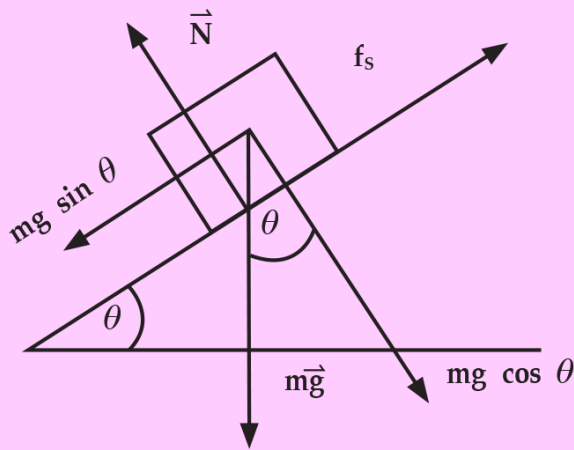
$M_g \cos \theta$ ทำให้วัตถุติดพื้น

$$M_g \cos \theta = N$$

$$M_g \sin \theta = ma$$

$$a = g \sin \theta$$

2. **พื้นเอียงขรุขระ** คือ มีแรงเสียดทานจากการแยกแรง Mg ได้ดังนี้



$$M_g \cos \theta = N$$

$$M_g \sin \theta > f_s \quad \text{วัตถุจะเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง}$$

$$M_g \sin \theta = f_s \quad \text{วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ลง}$$

$$M_g \sin \theta < f_s \quad \text{วัตถุอยู่นิ่ง}$$

พื้นเอียงขรุขระ





กฎแรงดึงดูด ระหว่างมวลของนิวตัน

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันมีใจความว่าวัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสองและจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสองนั้นจะได้ว่า

โดย m_1 และ m_2 เป็นมวลของวัตถุทั้งสอง

R เป็นระยะห่างของวัตถุทั้งสอง

F_G เป็นขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวล

G เป็นค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล = $6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$



ดังนั้น

$$F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

_____ 1



แรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุคู่หนึ่ง





มวลของโลก

มวลของวัตถุขนาดใหญ่ เช่น โลก ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ ไม่สามารถใช้เครื่องชั่งมวลขนาดใหญ่ได้ แต่หามวลของวัตถุที่มีขนาดใหญ่ ๆ ได้โดยใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน วัตถุมีมวล m อยู่ที่ผิวโลก โลกจะออกแรงดึงดูดมวล m ด้วยขนาดแรง F_g และแรงดึงดูดระหว่างมวลนี้ แท้ที่จริงก็คือ แรงโน้มถ่วง (F_g) หรือน้ำหนัก (w) = mg

โดย	m_e	เป็นมวลของโลก
	m	เป็นมวลของวัตถุ
	R_e	เป็นรัศมีโลก (ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางโลกถึงวัตถุ)
จะได้ว่า	$F_g = F_G$	



$$m_g = \frac{Gmme}{Re^2}$$

$$m_e = \frac{gRe^2}{G} \quad \text{_____} \quad 1$$

โดย

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$R = 6.38 \times 10^6 \text{ m}$$

ดังนั้น

$$m_e = \frac{9.81 \times (6.38 \times 10^6)^2}{(6.67 \times 10^{-11})}$$

$$m_e = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \quad \text{_____} \quad 2$$

