Radoorie Sussian Reserve Technical University
Palestine Technical University- Kadoorie (PTUK)
Mechanical Engineering Department
12210244: Dynamics
Summer Semester, $2023/2024$
This is an explanation of the Dynamics course
offered at Palestine Technical University - Kadoorie
Prepared by:
Dr. Hammam Daraghma
Textbook:
Engineering Mechanics: Dynamics, 7th Edition
Author:
J.L. Meriam and L.G. Kraige, 2013

•	•	•	• •	•		•	•	• •	•	•	•	• •	•	• •	• •		• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•		• •	•		• •	•	•	•	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	• •	• •	٠	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•••	•••	•	•••	•••	•••	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•
						•	•						•						•																
	× ·	Ť			÷	· · ·	•		Ť	Ť						, in the second s			, in the second s			• •				*	÷ .		Ť	Ť					Ť
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•
•	•		• •			•								• •		•	• •		•			• •			• •	•		• •						•	
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•
			• •			•								• •	• •	•	• •		•	• •	• •	• •			• •			• •			• •			•	
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	• •	• •	٠	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	• •	• •	٠	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•
									•				•						•							•						•			
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	• •	• •	٠	•••	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•••	•••	•	•••	•••	•••	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•
																•			•																
	× ·	Ť			÷	· · ·	•		Ť	Ť						, in the second s			Ť.			• •				*	÷ .		Ť	Ť					Ť
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•
•	•		• •			•								• •		•	• •		•			• •			• •	•		• •						•	
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•
									•				•		\frown		m		n · 1							•						•			
																\mathbf{n}					IE:														
	•		• •													na	.P'				$- \circ$														
•	•	•		•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	٠	• •	Ļ	1a	Ρ		•		÷Ÿ	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•			
•	•	•	•••	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	•••		1a	.P.		•			• •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•
•	•	•	•••	•	•	• •	•	•••	•	•	• •	•••	•	•••	•	na	. P		• •			•••	••••	•	•••	•	•	•••	•	•	· ·	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	•	•	•	•••	•	•	• •	•••	•	•••		na	. P					•••	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	•	•	•	• • • •	•	•	- T m	 				na •ti						na	m			•	•	• • • •	•	•	••••	•	• •	• •	•
•	•	•	• • • •	•	•		•	• • • • • •	•	•	[n	iti	ro	d	u	na :ti	01	n 1	to	D) yı	na	m	ic	: : : : : : : : : :	•	•	• • • • • •	•	•	• • • • • •	•	• •		•
•	•	•	· ·	•	•		•	• • • • • • • •	•	•	[it i	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to	D)yı	na	m	ic	• • • • •	•	•	· · ·	•	•	· · ·	•	• •		•
•	•	•	· · ·	•			•	· · ·	•	•	[1]	iti	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to	D	y]	na	m	ic	:S	•	•		•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	• •		•
•	•	•	• • • • • • • •	•			•		•	•	In	it i	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to	D	y 1	na	m	ic	25	•			• • • • • • •	•	· · ·	•	• •		•
•	· · ·	•	· · ·	•			•		•	•		it:	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to	D)yı	na	m	ic	25	•			•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•			•
•	•	•	· · ·	•			•		•	•		ntı	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to	D)y]	na	m	ic	S	•			•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
•	•	•		•			•		•	•		t	ro	d	uc	na eti	01	n 1	to	D)yı	na	m	ic		•				•		•			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
•	•			•			•		•			t	ro	d	uc	na eti	01	n 1	to	D)yı	na	m	ic	25	•						•			•
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • •	•		•			•		•			t		d	uc	na :ti	01	n 1	to	D	y	na	m			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •						•			
	• • • • • • • • •	• • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •			•			•		t		d	uc	na :ti	01	n 1	to	D	y	na	m									•			· · · · ·
	• • • • • • • • • •									· · · ·	E n			d	uc	na :ti	01	n 1	to		y]	na	m			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									
	• • • • • • • • • • •									· · · ·	[]	it i	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to		y 1	na	m	iic		• • • • • • • • •					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
										· · · ·	E 11	it :	r.o	d	uc	na :ti	01	n 1	to		y 1	na	m	1	S	• • • • • • • • • • •					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
											E n		r.o	d	uc	na :ti	01	n 1			y	na	m	1	:5	• • • • • • • • • •									
	• • • • • • • • • • • • •										[11	it :	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to		y 1	na	m	iic	:5	• • • • • • • • • • •									
											[n	it :	ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to		y 1	na	m	iic	23										
											E 11		r.o	d	uc	na :ti	01	n 1	to		y ı	na	m	1	:5										
											E 11		r o	d	uc	na :ti	01	n 1	to		99 1	na	m		28										
											En		ro	d	uc	na cti	01	n 1	to		y ı	na	m		S										
														d	uc	na cti	01	n	to		y ı	na	m		S										
													ro	d	uc	na :ti	01	n 1	to		y j	na	m	iic											
													ro	d	ü C	na :ti	01	n 1	to		99 1	ha	m	iic											
													ro	d	uc	na :ti	01	n 1				ha	m		S										
											E 11			d	uc	na cti	01	n 1				ha	m												
															uc	na cti	01	n				na 	m												
															uc	na :ti	01	n			991	na	m												
															U C	na :ti	01	n 1				ha													
															uc	na :ti	01	n 1				ha													
															uc	na :ti	01	n 1				ha													
																na :ti	01	n 1				na 													
															uc	na :ti	01	n 1				na													
															U C	na :ti	01					na · · · · ·													
															uc	na :ti	01					ha													
															uc	na :ti	01	n 1				ha													
																na :ti	01	n 1				na 													
																na :ti	01					ha													
																na :ti						ha													
															uc	na :ti	01					ha · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·													

1 Chapter One	
1.2 Basic Concepts	
1.2.1 Mechanics	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Kinematics	
• Kinematics is the branch of mechanics that deals with the m motion.	otion of objects <u>without</u> considering the forces causing the
• Motion involves concepts like position , velocity , and accele	ration.
• Coordinates + Time \rightarrow Kinematics Chapter 2 (Part	icles) Chapter 5 (Rigid Bodies)
Kinetics	
• Kinetics is the branch of mechanics that deals with the motio	on of objects considering the forces causing the motion.
• Kinetics is the study of the causes of motion , particularly the	the forces and torques acting on objects.
• Motion + Forces \rightarrow Kinetics Chapter 3 (Particles)	Chapter 6 (Bigid Bodies)
1.2.2 Particle and Rigid Body	
In mechanics, Objects are often categorized as:	
• Particles (having negligible size and shape).	
Bigid hodies (having definite shape and size)	
• Tight bodies (having definite shape and size).	
	(
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	. 📤
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	2
4-6	>
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	7
	Y
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

.2.3	Coordinates (2D Plan	ie)	
· · · · ·	Rectangular Coordinates Fixed or Moving Y▲	Polar Coordinates (cylindrical coordinate)	Path Coordinates (normal-tangential coordinate)
· · · ·	\hat{j}	$\left[\begin{array}{c} \theta \\ \theta \\ \theta \end{array}\right]^{r}$	
· · · ·	$ \begin{array}{c} $	$ \begin{array}{c} \cdot \cdot$	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
· · · ·	$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$ $\vec{v} = x\hat{i} + y\hat{j}$ $\vec{a} = \ddot{x}\hat{i} + \ddot{y}\hat{j}$	$ \mathbf{\vec{r}} = r\hat{e}_r \\ \vec{v} = r\hat{e}_r + r\dot{\theta}\hat{e}_\theta \\ \vec{a} = \left(\vec{r} - r\dot{\theta}^2\right)\hat{e}_r + \left(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}\right)\hat{e}_\theta $	$\vec{r} = -r\hat{e}_n$ $\vec{v} = r\dot{\theta}\hat{e}_t$ $\vec{a} = \ddot{u}\hat{e}_t + \frac{v^2}{r}\hat{e}_n$
• • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
2.4	'Time	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
• Time	is a fundamental quantity that me	asures the progression of events.	
• It is i	neasured by (<i>sec</i>).		
		• • • • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
.2.5	IVIASS		
• Mass	is a measure of the amount of mat	ter in an object.	
• 10 18 1	measured by (ka)		
- 10 13 1	<i>incluster by (ng)</i> .	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
.2.6	Force		
• Force	is any interaction that causes a ch	ange in the motion of an object.	
• It is ι	sually denoted by (F) .		
• It is r	measured by (N) .		
.2.7	Vector and Scalar		
• Vecto	rs are quantities that have both m	agnitude and direction, such as fo	orce and velocity.
• Scala	rs are quantities that only have ma	agnitude, such as mass and time.	
• • •			
• • •			
• • •			
• • •			

Newton's Laws		
lewton's laws of motion describe the rel	ationship between the motion	of an object and the forces ac
hey are fundamental principles in classica	l mechanics.	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Stationary	Moving with constant velocity
	$\vec{v}=0$	\vec{v}
	m · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	m · · · · · · · · ·
First Law	<u> </u>	·····
	$\cdots \cdots $	
	$\Sigma F = 0$	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		<u> </u>
		\vec{a}
		$\overrightarrow{\mathbf{m}} \xrightarrow{\mathbf{r}} \overrightarrow{\mathbf{r}}$
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Second Law	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· /· /· /·/·/·/·/·/·/·/·/·/·/·/·/·/·/·/
	$ \begin{array}{c} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot $	
	$\Sigma F = m \times a$	
· · · · <u>· · · · · · · · · · · · · · · </u>		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	\vec{F} \vec{F}
	· · · · · · · · · · · · · · · ·	
	\vec{F}	\vec{F}
Third Law		
	$ \mathbf{r} = \mathbf{r} = \mathbf{r} $	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
		· · · · · · · · · · · · · · ·
	· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

	<u> </u>	Symbol	ST	T.T:4	Symbola	U.S. Customore		TIn:+	Sumbala
• • • • •	Quantity Mass	M	kilogram	kg	Symbols	Slug	Units	- Unit	Symbols
• • • • •	Length	L	meter	m Rg	• • • • •	foot	• • •	ft	• • • •
	Time	Τ	second	S		second	• • •	S	
• • • • •	Force	\mathbf{F}	Newton	. N .	• • • • •	pound	• • •	.lb .	• • • •
• • • • •	· · · · · ·	• • • •	• • • • •	• • •	• • • • •	· · · · · · · · ·	• • •	• • •	• • • •
5 Gr	avitation	• • • •	• • • • •	• • •			• • •	• • •	• • • •
				• • •	• • • • •		• • •	• • •	• • • •
• • • • •				• • •			• • •	• • •	• • • •
• • • • •		• • • •	1	n_1 .	· 🚽 · · · 🛁	m 2	• • •		• • • •
• • • • •	• • • • • •	• • • •			· F. · · · F		• • •	• • •	• • • •
• • • • •	· · · · · ·	• • • •		н. 1	➡ : (◀		• • •	•••	• • • •
		• • • •					• • •	• • •	• • • •
• • • • •	• • • • • •	• • • •	• • • • •		r	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	• • •	• • •	• • • •
• • • • •		• • • •	• • • • •	• • •	• • • • •		• • •	• • •	• • • •
	• • • • • •	• • • •	• • • • •	• • •	m_{1} ×	m_2	• • •	• • •	• • • •
• • • • •	• • • • • •	• • • •	• • • • •	· · · j	$F = G \frac{m_1 \times r_1}{r^2}$	···· <u>·</u> ·····	• • •	• • •	• • • •
		• • • •		• • •			• • •		
• • • •	• • • • • •	• • • •	• • • • •	• • •	• • • • •		• • •	• • •	• • • •
the mutual	force of attra	ction betwe	een two parti	cles	• • • • •	• • • • • • • •	• • •	• • •	• • • •
a universa	constant call	ed the cons	stant of gravi	tation	6.673×10^{-1}	$11 m^3 / (kg \cdot s^2)$	• • •	• • •	• • • •
			0.001				• • •	•••	• • • •
m_1, m_2 the m	asses of the ty	wo particles	S••••	• • •	• • • • •	• • • • • • •	• • •	• • •	• • • •
· · · · · ·	· · · · · · · ·	· · · · ·	· · · · · · · ·	• • •		• • • • • • • •		• • •	• • • •
the distance	between the	centers of	the particles	• • •	• • • • •	• • • • • • • •	• • •	• • •	• • • •
	• • • •	• • • •	• • • • •	• • •	• • • • •	• • • • • • • •	• • •	• • •	• • • •
L.6 D11	nensions						• • •	• • •	
The principle	of dimensiona	al homogen	eity can be s	ummar	rized as follo	ws:	• • •	• • •	• • • •
• All phv	sical relations	must be di	imensional hc	mogen	eous.		• • •	• • •	••••
г - У 		• • • •	-f - 11 +		· · · · · ·		• • •	• • •	• • • •
т	uation, the d	imensions o	of all terms m	ust be	the same.		• • •	• • •	• • • •
• In an e		- • • •		• • •					- • • •
• In an e				• • •	• • • • •		• • •	• • •	• • • •
• In an e	· · · · · ·	• • • •						• • •	• • • •
• In an e	· · · · · · · ·	• • • •		• • •	• • • • •				
• In an e	· · · · · · · · ·	· · · · ·		• • •	· · · · · ·	· · · · · · · · ·	• • •	••••	• • • •
• In an e		· · · · ·	· · · · · ·	• • • • • •	· · · · · ·		· · ·	• • •	· · · ·
• In an e	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · ·	· · · · · · ·		· · ·	· · · ·	· · · · ·
• In an e		 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · ·	· · · ·	· · · · ·
• In an e		· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · <tr< td=""></tr<>
• In an e		· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
• In an e		· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 . .<	·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ·· ··

Prove that the gravitational acceleration g is equal to 9.81 m/scc^2 . $m_1 = n$ $r = 6.371 \times 10^{4} n$ $m_2 = m_{Burch} = 5.976 \times 10^{44} kg$	Example 1:				
$m_{1} = m$ $m_{2} = m_{bern} = 5.976 \times 10^{21} k_{0}$	Prove that the gravitational	acceleration \mathbf{g} is equal t	o 9.81 m/sec^2		
$m_1 = m$ $r = 6.371 \times 10^{47} m$ $m_2 = m_{koreh} = 5.976 \times 10^{41} k_{B}$				• • • • • •	
$r = 6.371 \times 10^{6} m$			$m_1 = m$	_ · · · · · · ·	
$r = 6.371 \times 10^{6} n$ $m_{g} = m_{grad} = 5.976 \times 10^{24} kg$					
$r = 6.371 \times 10^{10}$ $m_z = m_{zorth} = 5.976 \times 10^{12} kg$			A Stran		
$\mathbf{w}_{2} = \mathbf{w}_{korth} = 5.976 \times 10^{21} kg$		$\ldots r = 6.371 \times 10^6 m$		• • • • • •	
$m_2 = m_{Barch} = 5.976 \times 10^{14} \text{ kg}$	•••••••••			• • • • • •	•••••••••••••
$m_2 = m_{Earth} = 5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$				• • • • • •	
$m_3 = m_{barth} = 5.976 \times 10^{24} \ kg$	• • • • • • • • • • • •		124	• • • • • •	••••••••••••
$m_2 = m_{bursta} = 5.976 \times 10^{24} \ kg$			the set	• • • • • •	
$-m_2 \equiv m_{kartha} = 5.976 \times 10^{24} kg$			and a lot of the second		
	· · · · · · · · · · · · ·	$\cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots m_2 =$	$m_{Earth} = 5.976 \times 10^{24} k$	(q	· · · · · · · · · · ·
			· · · · · · · · · · ·		
				• • • • • •	••••••••••
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
	· · · · · · · · · · · · · ·				
				• • • • • •	••••••••••
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
				• • • • • •	
				• • • • • •	
	•••••••••			• • • • • •	•••••••••••••
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
				• • • • • •	
	· · · · · · · · · · · · · ·				
	••••••			• • • • • •	•••••••••••
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
	• • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • •	• • • • • •	•••••••••••
				• • • • • •	
	•••••••••			• • • • • •	•••••••••••••
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
	• • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • •	• • • • • • • • •	• • • • • •	•••••••••••
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
	• • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • •	• • • • • •	••••••••••••
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
				- · · · · ·	
	· · · · · ·			• • • • • •	
				• • • • • •	
			• • • • • • • • •	• • • • • •	
		• • • • • • • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • • •	• • • • • • • • • • •
				- · · · · ·	

Example 2:			
Determine vour mass in slugs.	. Find vour weight i	n newtons and calculate	e the corresponding weight in pounds-
force Ibf.			
••••••••••••	• • • • • • • • •		
	• • • • • • • • •		
	• • • • • • • • •		
	• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • •	
	• • • • • • • • •		
	• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • •	
	• • • • • • • •		
	• • • • • • • • •		
	• • • • • • • •		
· · · · · · · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • • •	
	• • • • • • • • •		
	• • • • • • • •		
Example 3:			
Determine the weight in newt	tons of a car which	has a mass of 1500 kg.	Convert the given mass of the car to
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp	cons of a car which ponding weight in p	has a mass of 1500 kg. ounds-force.	Convert the given mass of the car to
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ and	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to $slugs$
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in new t slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p ad $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in new t slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in new t slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p ad $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p ad $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	cons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ an	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ and	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ and	tons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ and	tions of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ and	tions of a car which ponding weight in p and $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs
Determine the weight in newt slugs and calculate the corresp ans. $W = 14720 N$ and	tons of a car which ponding weight in p id $W = 3310 \ lbf$	has a mass of 1500 kg. ounds-force. and $m = 102.8$	Convert the given mass of the car to slugs

EX	am	D	Ie	_ 4	•															•	•••	•	•												
The v	veight	of	one	e do	zer	ı ap	pl	es	is 5	5 lb). I	Dete	erm	ine	e tł	ne e	iver	rage	mə	ISS (of d	one	e ap	ple	e in	bo	oth	SI	ar	nd	U.S	δ.ι	ıni	ts an	id
the av	verage	e we	eigh	t of	ð ór	ne a	pp	olė	in	SI	un	its.	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	•••	•	•	• •	•	•	••	•	•	•	•••	•	•	• • •	
ans.	m	-	0.01	294	l sl	lugs	3	•	and	ł	•	<i>m</i> =	= 0	.18	88	kg	•	and	1	Į	<i>V</i> =	= 1	1.85	63 .	N	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	• •	
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	•••	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	•••	• •	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	• •	•
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•••	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	• •	• •	•	• •	•	•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•		• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	
•••	••••	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	•••	• •	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	• •	• •	٠	• •	•	٠	٠	• •	٠	• •	•	•	• •	٠	•	• •	• •	•	• •	٠	•	• •	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	•••	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	• •	• •	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•		•	•	• •	•••	•	•••	•	•		•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	•••	• •	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	• • •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	
•••	••••	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• •	•
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• •	,
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	•••	• •	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•
• •	• • •	•	• •	• •	٠	• •	•	٠	•	• •	٠	• •	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	• •	٠	•	• •	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	•••	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •		• •		•		•	•	•	•••	•		•	•	•••	•		• •	• •	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
• •	• • •	•	• •	• •	•	• •	•	•	٠	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	• • •	
$\mathbf{E}\mathbf{v}$	วฑ	n	ما	۲	•••	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	•	• •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	• • •	•
																		• • ·					•	• •	•	•	• •	•	•						
Equation for the second		P	10	J	•.	r,		പ	r, r,∕	 	ata			T Z		Ţ,	T	7 ∣	τŻ		· · ·	•	v	τ	, ,		τ	₹	τZ	*		1 4	h.a		1
For t	he gi	ven	veo veo	otor	• s 1 Co	$ec{V_1}$ nsi	an Jer	d • tì	$\vec{V_2}$,	de	ete: tor	rmi s to	ne be	V_1	+ n-	V_2 dir	, I	$\vec{V}_1 +$	$ec{V_1}$ əl	, T	$\vec{7}_1$	 	$\vec{V_1}$,	$ar{V}$	$_{1}^{\sharp}$ ×	$\langle ar{m{V}}$; , i	$\vec{7}_{1}$.	$ar{V}$	≠ 2,	anc	ł t	he	ang	le
For the between	he gi en \vec{V}_{j}	ven ar	veo nd V	tor $\overline{7}_2$.	• Co	$ec{V_1}$ nsio	an der	d : tł	$ec{V_2},$ ne v	de vect	ete: tor	rmi s to	ne o be	V ₁ e no	+ on-	V_2 din	, T nen	\vec{V}_1 +	$ec{V_1}$ al.	, T	$\vec{7}_1$		$\vec{V_1}$,	V	, 1 ×	$$; , Ŭ	7 ₁ .	$ar{V}$	≠ 2,	anc	l t	he	ang	le
For t betwe	he gi en \vec{V}	ven t ar	veo nd V	\overline{J}_{2}	• Co y	$ec{V_1}$ nsio	an der	d ' tł	V ₂ , ne v	de vect	ete tor	rmi s to	ne b be	V ₁ e no	+ on-	V_2 din	, T nen	\vec{V}_1 +	$ec{V_1}$ al.		7 1	•	$\vec{V_1}$,	V	, 1 ×	$$; 1, V	₹ ₁ .	$ar{V}$	* 2,	anc	l∙t	he	ang	le
For the between V	he gir en \vec{V}	ven tar	veo nd V		• Co y	$ec{V_1}$ nsio	an der	d ' tł	V ₂ , ne v	de vect	ete tor	rmi s to	ne b be	V ₁ e no	+ on-	V_2 din	, T nen	\vec{V}_1 + sion	$ec{V_1}$ al.	, T	71	•	$\vec{V_1}$,	V	, 1 ×	< V	i , v	₹ ₁ .	$ar{V}$	≠ 2,	anc	l t	he	ang	le
For the between V	he given $\vec{V}_2 = 1$	ven ar	veo nd V		• Co y 	$ec{V_1}$ nsio	an der	d ' tł	V ₂ , në v	de vect	ete: tor	rmi s to	ne b be	V ₁ e no	+ on-	V2 din	, T nen	\vec{V}_1 + sion	$ec{V_1}$ al.	, T	71		$\vec{V_1},$	V	, 1 ×	< V	1 , V	₹ ₁ .	V	≠ 2,	anc	l t	he	ang	le
For the between V	the given $\vec{V}_2 = 1$	ven 1 ar 5	veo nd V		• Co y 	$ec{V_1}$	an der	d ' tł	V ₂ , ne v	de vect	ete: tor	rmi s to	ne b be	V ₁ e no	+ on-	V_2 din	, T nen	\vec{V}_1 + sion	$ec{V_1}$ al.	, T		•	$ec{V_1},$	V	≠ 1 ×	$$	1 , V	71.	$ar{V}$	2 ,	and	l t	he	ang	le
For t. betwee	the given $V_2 = 1$	ven ar	veo nd V	J_{2}	• Co y 	$ec{V_1}$ nsio	an der	d ' tł	V ₂ , ne v	de vect	ete tor	rmi s to	ne b be	V ₁ e no	+ on-	V2 din	, T nen	\vec{V}_1 + sion	$ec{V}_1$ al.	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	71		$\vec{V_1}$,		*1 ×	< V	1 , V	<i>ī</i> .	V	;	anc	l t	he	ang	le
For t betwee	the grade for $V_2 = 1$	ven ar	veo nd T	J ctor ₹2.	• Co y 	$ec{V_1}$ nsio	and	d ' tł	V ₂ , ne v	de vect	ete: tor	rmi s to 12	ne) be	V ₁ e no	+ on-	V ₂ din	,, T nen	\vec{V}_1 + sion	$ec{V_1}$ al.		7 1 -		$ec{V_1},$; 1 ×	$$	1 , V	7 1.	V	; 2,	anc	l t	he	ang	le
For t. betwee	he given $\vec{V}_2 = 1$	ven ar	veo nd V	$\frac{1}{2}$	• Co y 	$ec{V_1}$ nsio	an der	d ` : tł	V ₂ , ne v	de vect	ete: tor	rmi s to 12	ne) be	V ₁ e no	+ on-	V ₂ din	, T nen	\vec{V}_1 +	\vec{V}_1 al.	,	7	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	$ec{V_1},$		*1 ×	$$	1 , V	7.	V	≠2,	and	l t	he	ang	le
For t betwee	the grade for $V_2 = 1$	ven ar		\overline{J}_{2}	• Co y 	$ec{V_1}$ nsid	ander	d ' r tł	V ₂ , ne v	de vect	ete: tor	rmi s to 12	ne o be	V ₁ e no	+ on-	V ₂ din	,, T nen	\vec{v}_1 + sion	$\vec{V_1}$ al.		7 1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	$\vec{V_1},$		*1 ×	$$	1 , V	7.	V	≠2,	and	l t	he	ang	le
For t. betwee	he given \vec{V}	ven arr		\vec{z}_2	• Co y 	$ec{V_1}$ nsio	and der	d ' : tł	$ec{V_2}$, ne v	de vect	ete: tor	rmi s to 12	ne > be	V ₁ e no	+ on-	V ₂ din	, T nen	\vec{V}_1 +	\vec{V}_{I} al.			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	$ec{V_1},$		≠1 ×	$$	ž 1, V	₹1.	V	₹ 2,	anc	l t	he	ang	Je
For t. betwee	he griven $V_2 = 1$	ven ar		J ctor Z ₂ .	$\begin{array}{c} \bullet \\ \mathbf{y} $	$\vec{V_1}$ nsio	and der	d ' th	V ₂ , ne v	V ₁	ete. tor =	rmi s tc 12	ne > be	V ₁ e no	+ on-	V ₂ din	, T nen	$\vec{\lambda}_1$ +	\vec{V}_{1} al.				$ec{V_1},$		*1 ×	$$		₹1.	V	* 2,	anc	1 t	he	ang	le
For t. betwee V	he given \vec{V}	yeen arrived a		Jetor	• Co y 	$\vec{V_1}$ nsio	and der	d ' th 30°		Vect	ete tor	rmi s to 12	ne b be	V ₁ e no	+ on-	V ₂ din	, T nen	$\vec{\lambda}_1$ + sion	$\vec{V_1}$ al.				$\vec{V_1},$		*1 >	$$	1 , V	₹ 1 .	V	*2,	and	1 - t	be	ang	le
For t. betwee	he given \vec{V}	yen ar			• Co y	\vec{V}_1 nsid		d ' th 30°	V ₂ , ne v	de vect	ete tor	rmi s to 12	ne bobe	V ₁ e no	+ on 	V ₂ din	, N nen	\vec{v}_1 +	$ec{V_1}$ al.				$ec{V_1},$		*1 >	$$	1 , V	Ž1.		2,	and	1 - t	bhe	ang	le
For t. betwee V	he given $\vec{V}_2 = 1$	ven ar			• Co y	\vec{V}_1 nsid	and der	d ' th 30°	V ₂ , ne v	V ₁	ete: tor	rmi s tc 12	ne bobe	V ₁	+ on-	V2 din x	,, V nen	$\vec{\nu}_1$ + sion	$\vec{V_1}$ al.				$\vec{V_1},$		*1 >	$$		え.	\vec{V}	2,	anc	1 - t	he	ang	le
For t. betwee	he given \vec{V}	yen ar		Jetor	• Co y	\vec{V}_1 nsid	and der	d th	V ₂ , ne v	V ₁	ete: tor	rmi s tc	ne > be	V ₁	+ on-	V2 din	,, V nen	\vec{v}_1 +	$\vec{V_1}$ al.				$\vec{V_1}$,		*1 ×	$$		え.	V	¢2,	and	l t	the	ang	le
For t. betwee V	he griven \vec{V}	ven ar			$\begin{array}{c} \mathbf{y} \\ $	\vec{V}_1 nsid	ander	d th	V ₂ , ne v	V ₁	ete: tor	rmi s to 12				V ₂ din	,, V nen	$\vec{\nu}_1$ + sion	\vec{V}_{1} al.				$\vec{V_1},$		*1 ×	$$		71.	V	≠2,	anc	l·t	che	ang	le
For t. betwee	he giben \vec{V}	ven ar		Jetor	• Co	\vec{V}_1 nsid	and der	d th	<i>V</i> ₂ , ne v	V ₁	ete: tor	rmi s tc		V ₁		V ₂ din x	,, T nen	\vec{v}_1 +	$ec{V_1}$ al.				\vec{V}_1 ,		*1 *	$$		71.		≠ 2,			he	ang	le
For the between the second sec	he griven \vec{V}				• Co	\vec{V}_1 nsid	and der	d th	V ₂ , ne v	V ₁	ete: tor	rmi s to				V ₂ din x	,, V nen	$\vec{\gamma}_1$ + sion	$ec{V_1}$ al.				\vec{V}_1 ,		*1 ~	$$		71.		≠ 2, •	anc		che	ang	le
For t. betwee	he giben \vec{V}	ven ar			• Co	\vec{V}_1 nsid	and der	d 'th	<i>V</i> ₂ , ne v	V ₁	ete: tor	rmi s tc		V ₁		V ₂ din x	,, T	$\vec{7}_1$ +	$ec{V_1}$ al.				\vec{V}_1 ,		*1 ×	$$		71.		¢2,		1 - t	che	ang	le
For the between the second sec	he given \vec{V}				• Co y 	\vec{V}_1 nsid	and der	d T	V ₂ , ne v	V ₁	ete: tor	rmi s to		V ₁		V2 din x	,, V nen	$\vec{\gamma}_1$ + sion	$ec{V_1}$ al.				\vec{V}_1 ,		*1 ~	$$		71.		≠ 2, .	anc		che	ang	le

Ans.	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	٠	• •	٠	٠	• •	٠	•	•	• •	٠	٠	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	٠	•	• •	• •	ŀ
• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•••	•	
• •	•	•		•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•		•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	٠	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	÷
• •	• •	•	•••	•	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	٠	•	•••	٠	٠	•	•••	•	•	• •	•	•	•	• •	•	٠	٠	•••	•	•	• •	• •	•
• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•		•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•
• •	•	•		•	•	•••	•		•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•••	•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	• •	•	,
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•
		•								•			•			•		•		•		•	•				•				•					•	
• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	٠	• •	٠	٠	• •	•	•	•	• •	٠	٠	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	٠	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	ŀ
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•••		
• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	• •		•		•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•		•		•	•	•	• •	•	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	• •	• (•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	٠	• •	•	٠	• •	٠	•	•	•••	٠	٠	•	•	•	•	•	•	•	٠	• •	٠	•	• •	• •	ŀ
• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•••	•	•
• •		•					•		•			•			٠										•		•			•	•		•	•		•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	٠	•	•	•••	•	٠	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•
• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	••••	•	•			•	• •	•	•		•		•	•••	•	•	•••	•		•	• •	•	•	•	• •	•			•	•
• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	٠	• •	•	٠	• •	٠	•	•	• •	٠	٠	•	•	•	•	•	•	•	٠	• •	٠	•	• •	• •	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•••		
• •	•	•		•	•				•	•		•	•		•	•		•		•		•	•	•	•		•		•		•		•	•		• •	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•••	• (•
• •	•	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	ŀ
• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•••	• •	•
• •	•	•		•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•••	•	•
• •	•	•	• •	٠	•	• •	•	• •	•	٠	• •	•	٠	• •	٠	٠	• •	٠	•	•	• •	٠	٠	•	•	•	•	• •	•	٠	٠	• •	٠	•	• •	• •	ŀ
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•••		
• •	•	•		•	•				•	•		•	•		•	•		•		•		•	•	•	•		•		•		•		•	•		• •	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•••	• (•
• •	•	•	• •	٠	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	٠	• •	٠	٠	• •	٠	•	•	• •	٠	٠	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	٠	•	• •	• •	ŀ
• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•		•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•••	•	•
• •	•	•		•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•••	•	•
• •	•	•	• •	٠	•	• •	•	• •	•	٠	• •	•	٠	• •	٠	٠	• •	٠	•	•	• •	٠	٠	•	•	•	•	• •	•	٠	٠	• •	٠	•	• •	• •	ŀ
• •	•••	•	•••	•	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•••	•	
	•	•	• •	•	•	• •	•			•			•		•	•		•	•	•	• •	•	•				•			•	•		•	•	• •		•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	٠	• •	•	٠	• •	٠	•	•	•••	٠	٠	•	•	•	•	•	•	•	٠	• •	٠	•	• •	• •	ŀ
• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•••	•	•
• •	•	•	• •	•	•	• •	•		•			•	•		•	•		•	•	•		•	•		•	•	•		•	•	•		•	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•
• • •	•	•	•••	•	•	• •	•	•••	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	• •	
• •	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•		•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	- •	•	•	•	•		•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	٠	• •	•	•	•	• •	•	٠	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	٠	•	• •	•	•
• •	•	•	• •	٠	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	٠	• •	٠	•	• •	٠	٠	•	•••	٠	•	•	•	•	•	• •	•	٠	٠	•••	•	•	• •	• •	ŀ
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•••	•	•
• •	•	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•		•	•	•	• •	•	•	• •	•	•

Example 6: The two 100-mm-diameter spheres constructed of different metals are located in deep space. Determine the gravitational force F which the copper sphere exerts on the titanium sphere if (a) d = 2 m, and b) d = 4 m. $a) - 1.255 \times (10^{-10})i N$ and $b) - 3.14 \times (10^{-10})i N$ ans.Titanium Copper -x-d

Ex	a	\mathbf{n}	pl	ė i	7:	•	•	•••	•	•••	•	•••	•	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
Two	uni	forr	n al	um	inur	$n \cdot s$	ph	eres	s ar	ер	oosi	tion	led	as	sh	owr	1. I	Det	ern	nine	e^{-th}	e g	rav	itat	ion	al :	fore	e v	whie	ch s	sph	ere	А
exert	s or	ı sp	here	eΒ.	Th	e v	alu	e o	f R	is	50 1	mm		•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	• •	•	٠
ans.	• •	F =	= (5	.73î) + ;	3.31	$\hat{i})$	$\times 1$	0^{9} .	N	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•••	•	•••	•	•••	•	•••	•	•••	•	•
• •	• •	•		• •	• •			• •	•	• •	•	• •		•	•	• •	•	• •		• •	• •	•		•	• •	•	• •	•		•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•														٠	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	٠					y				\					•	•	•••	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	•••	•	•	•••	•					١.			8	7	1				•	•	•••	•	•••	•	•••	•	•••	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•							0-	/		/		D		٠	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	•••	• •	•	•	•••	•					1	8	r			Ì	7	R		•	•	•••	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	•••	• •	•	•	•••	•			1	/	1					~	-	h		•	•	•••	•	• •	•	•••	•	•••	•	•
• •		•	•		• •			• •	•			Y	ſ	I				/		-	В			•					• •				•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	٠	• •	•			/	~		1	/	00	0					٠	٠	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	•••	•			()	1	30)°		~			•	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•			•••	•	•	•••	•				K	*	,) —	_	_	_	-x				•		•		•	•••			•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	٠	• •	•		2	R^{χ}			/								٠	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•						A								•	•	•••	•	• •	•	• •	•	•••	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	•••	•		•												•	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •		•	•	• •	•	• •	•			•	•	• •	•	• •	•			•		•		•		•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	•	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
							•			•••	•	•••			•	•••	•					•		•		•		•		•		•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	•	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•••	•	•••	•	• •	•	• •	•	•••	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •		•	•		• •			• •	•		•			•	•	• •				• •		•		•		•			• •				•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	•	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	•	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•••	•	•••	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
							•			•••	•	•••			•	•••	•					•		•		•		•		•		•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	٠	• •	•	• •	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	•••	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•	•••	•	• •	•	•••	•	• •	•	•••	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •		•	•	• •	•	• •		• •		•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	•	٠	• •	٠	• •	•	• •	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	•
• •	• •	•	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	• •	•	•••	•	• •	•	•••	•	•••	•	•
• •		•	•		• •			• •	•		•			•	•	• •				• •		•		•		•			• •				•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	٠	• •	٠	• •	٠	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	•••	•	•••	•	• •	•	•••	•	•••	•	•
• •	• •	•	•	• •	•••	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•	•••	•	• •	•	•••	•	• •	•	•••	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	• •	•	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
							•			•••	•	•••			•	•••	•					•		•		•		•		•		•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	•	•	•	•••	•	• •	•	•••	• •	•	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	٠	• •	•	• •	• •	٠	• •	٠	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •		•	•	• •	•	• •		• •		•	• •	•	• •	٠	• •	٠	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	• •	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	٠	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
• •	•••	•	•	•••	•••	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	•••	•	•••	•	•••	•	•••	•	•••	•	•
• •	• •	•	•	• •	• •	•	•		•	•••	•	• •	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•

	•				•																			• •						
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•••	• •	•••	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•		• •	• •				• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	
	*	• •	• •		*		*							• •			• •			• •					*	• •		• •		, in the second s
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•••	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•
	•	• •			•		•		•					• •								•		• •	•	• •	•	• •		
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•••	•	•••	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•
																						•	• •							
• •	•	• •	• •	•••	•	• •	•	• •	• •	• •	• •	•••	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•		• •	• •				• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	• •	•
• •	•	•••	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•••	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•
																						•								
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•			•••	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•		• •	•	• •	•	• •	• •	•
• •	•	•••	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•••	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•••	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•
																						•			•					
• •	•	• •	• •	•••	•	• •	•	• •	• •	• •	• •	•••	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	• •	•
	•	• •	• •		•	• •	•		•								• •					•		• •	•	• •	•	• •		
• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	• •	_ • •	•	• •	- •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	• •	•
• •	•	•••	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	- F	ni		sf.		he	nt	or		n	<u>``</u>	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	• •	•
												_																		
• •	•	•••	• •	• •	•	• •	•	• •	•	Ľ	110	I.C	Л	U	110	ւթյ	EL	. U	110		• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	•
•••	•	•••	•••	•••	•	•••	•	• •	•			1. C	<u>,</u>		110	ιpι				. .	• •	•	• •	•••	•	•••	•	•••	• •	•
•••	•	•••	•••	•••	•	•••	•	•••	•••				Л		110	ιpι					• •	•	• •	•••	•	•••	•	•••	•••	•
• •	•	• •	•••	• •	•	•••	•	• •	• •	 		1. C) I					. U		. .	• •	•	• •	• •	•	•••	•	•••	•••	•
• • • •	•	• • • •	• •	• •	•	• • • •	•	• •	• • • •	 		1. C) 					. • •	· · ·		• •	•	• •	• • • •	•	• • • •	•	• • • •	• •	•
· · ·	•	• • • • • •	• •	· ·	•	· ·	•	• •		· · ·)								•		• •	• • • • • •	•	• • • • • •	•	• • • • • •	• •	•
· · ·	•	 . .<	• • •	· · ·	•	· · ·	•	• •		· · ·		I . C	· · · ·					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·					· · ·	•	• • • • • • • •	•	• • • • • • • •	· · ·	•
· · ·	•	• • • • • • • • • •	• • •		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•)					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					· · ·		•	· · ·	•	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · ·	•
· · ·	•	· · ·	· · ·		•	· · ·	•	· · ·					JI							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · ·		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	· · ·	· · ·	•
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	· · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•	 . .<	•					1. C) 1		· · ·										•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	· · ·	· · ·	•
· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		• • • •	 . .<	•					1 . C) 1		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·										•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•
		 . .<	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · ·	 . .<	•					1 . C) 1		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·										•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•					1 . C) 1													· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•			•
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•																					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•			•
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · ·																					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•			
		 . .<			· · · ·		• • • • • • • •																				•			•
		 . .<			· · · ·		• • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·																	• • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				•
		 . .<			• • • • • • • • • •		••••••	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·																	• • • • • • • • • • • •					
		 . .<	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • •																		• • • • • • • • • • • •					
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • •																		• • • • • • • • • • • • • • •					
		 · ·<	 . .		• • • • • • • • • • • • •		••••••••••••																		• • • • • • • • • • • • • •				 . .	
		 · ·<	 . .		• • • • • • • • • • • • • •		••••••••••••••																		* * * * * * * * * * * * * * *					
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 . .		• • • • • • • • • • • • • •		••••••••••••••••																		• • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • •			
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			• • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •																		* * * * * * * * * * * * * * * * *					
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •																		* * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
					• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •																		* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
					• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •																							
					• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •													α. 					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •			
					• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •													α. 					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
					• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •																				* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
																									* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
					• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •													α. 					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
																				α. 					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
																									* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
																									* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
																									* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
																									* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
																									* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					