Readourie sus- Readourie sus- Readourie sus- Readourie sus- 1930 Il readourie sus- recenical 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

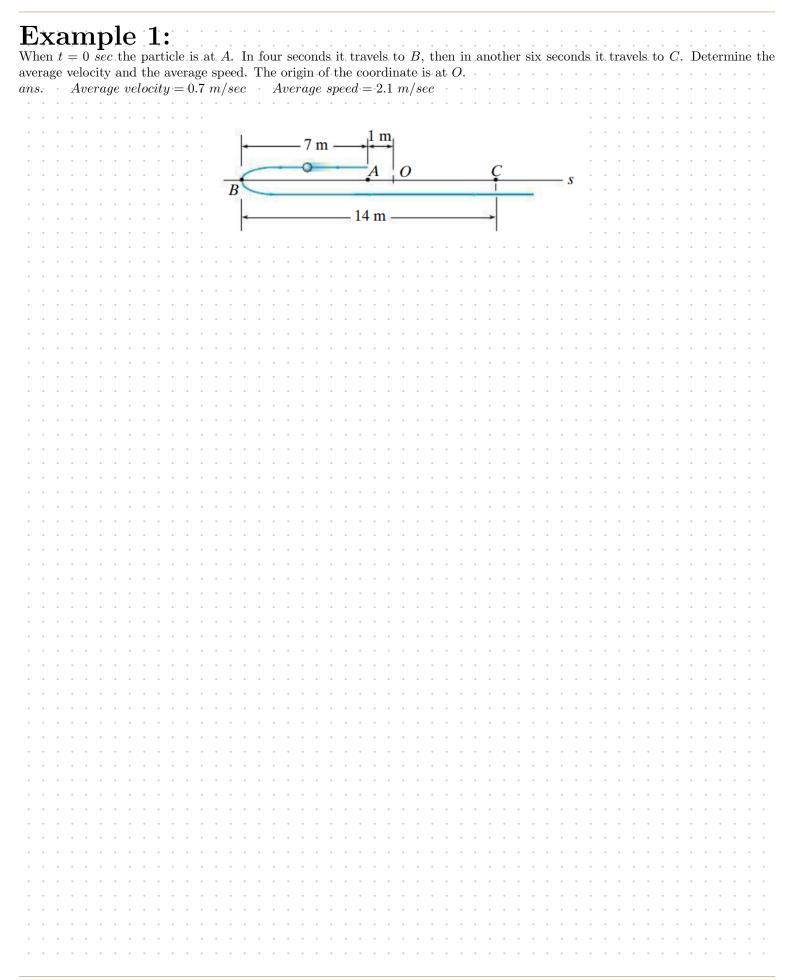
٠	•	•	• •	•	• •	٠	• •	٠	•	• •	٠	• •	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	•	• •	٠	• •	•	•
•	•	• (•••	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•••	• •	•	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•	• •	٠	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	•••	•	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•	•	•	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	•••	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	•••	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•
٠	•	• •	• •	•	• •	٠	•••	٠	٠	•••	٠	• •	•	•••	• •	•	• •	• •	•••	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•••	•	•
•	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•	•••	•	•••	•	•••	•••		•	• •	•••	• •	• •	• •		• •	•	•••	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•
			•••	•	•••		•••		•		•	•••	•	•••	•••			•••		• •			• •								•			
•	•			•				•	•		•		•	• •				• •											•					
		•											•	• •																				
		•	• •			•			•		•																				•		•	
	•	•		•					•	• •	•			• •		•		• •	• •										•					
•	•	•	• •	•	• •	٠	• •	٠	•	• •	٠		•	• •	• •										• •	•	• •	• •	•		٠		•	•
•	•	•	•••	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•	• •	•	•••	•	• •	•		•	•
•	•	•	•••	•	• •	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	•••	• •	•	•	•••	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	•••	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•••	•••	•	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	• •	•	•••	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	•••	•	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	•	•	•	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•	•••	٠	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	• •	•••	•	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•••	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	• •	•	• •	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	• •	•••	• •	• •	•••	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•••	•	•
•	•	• •	•••	•	•••	Ċ	.	•			•			•••	. .	~ •	•	• •	• •	•	•••		ст			•	1	•••	•	• •	•	•••	•	•
			•••	•	•••	C	٦Ľ	\mathbf{a}	D 1	te	r	Ĩ	W	0:	Ľ	$\mathbf{X1}$	ne	em	la	t1C	S	0		r a	r	t10	216	\mathbf{es}			•			
	•			•							•		•	• •				• •											•					
•		•																																•
•		•	• •			•			•		•		• •		\sim						-		, . . .								•		•	
•	•	•									0			\mathbf{n}	()	ne	.	. I Y	ntı	CO	പ	10	t 1/	n										
•	•		• •	•	• •	•	• •	•	•	$\cdot \mathbf{i}$	e	U.	IU		J	TT	5 🖌 👘	·	LUI	U U	uu		UI		• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	
•	•	•	•••	•	•••	•	••••	•	•		e	CU.	IO ·	n	\mathbf{U}	110							010				• •	•••	•	•••	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	•••	•	• • • •	•	•	• > • • •	e	CU.	i0	I .				• • •					010		 	• •	• •	•••	•	••••	•	•••	•	•
•		•	••••	•	• •	•	· ·	•	•		e	С .		• • •	 			• •							• •	, , , , , ,	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• • • •	•	• • • • • •	•	· · ·	•	• • •			C U.		• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · ·	• · ·		• • •	I U 1						• •	> • > • > •	• •	• • • • • •	•	• •	•	• •	•	•
• • • • •	•	•	• • • • • •	•	• • • • • •	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	•	· > · · · · · · ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·			• • •								· · ·			•	• •	•	· · ·	•	•
• • • • • •	•		· · ·	•	· · ·	•	 . .	•	•	· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	• • • • • • • •	· · ·			• • • • • • • •	· · ·			• • • • • • • •			• •				•	• • • • • • • • •	•	· · ·	•	•
									•	· · ·	• • • •	• • •	•	· · ·	· · ·			· · ·	· · ·			· · ·												
•	•	•	•••	•	• •	•	• •	٠	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• • • • • • •	· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				•	•	• •	•	• •	•	• •	•	٠
•	•	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				• •	• •	• •	•	•••	•	• •	•	•
•	•	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				• •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•	· ·	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· ·	•	• • • •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	• •	• • • • • •	•	• • • • • •	•	· · ·	•	• • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					• •	• • • • • •	•	• •	•	• • • •	•	•
•	•		• • • • • • • • • •	•	• • • • • • • •	•	• • • • • • • •	•	• • • • • • • • • •		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•									 . .<							•	• • • • • •	•	· · ·	•	•
•	•		· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	• • • • • • • • • •	•			· · · ·											 . .							•			· · ·	•	•
•	•		· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·													•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · ·	•	• • • • •
•	•			•		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						<							•		•	· · · · · · · · · · · · · · ·	•	• • • • •
• • • • • • • • • •	•			•		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·													•		•	· · · · · · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•			•			 . .	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·														•		· · · ·		•	
					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		* * * * * * * * * * * * * * * * *					 · · · 								• • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		 . .	· · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		* * * * * * * * * * * * * * * * * * *					 · · · 											••••••••••	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		 . .	· · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •					 · · · 											• • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
	• • • • • • • • • • • •				· ·		 . .	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *					 · · · · ·												· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
					· ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *																• • • • • • • • • • • • •					
				••••••••••••	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		 . .<	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *																• • • • • • • • • • • • •					
								· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *																••••••••••••					

2 Chapter Two: Kinematics	of Particles		
2.1 Introduction		•••••	
Kinematics, a branch of dynamics, can be summa	rized as follows:		
 Describes the motion of bodies. 			
	· · · · · · · · · · · · · · · ·	• • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · ·
2. Does not consider the forces causing the r		of it.	
3. Often referred to as the "geometry of mo	tion."	• • • • • • • • • •	
2.1.1 Particle Motion			
Our study of kinematics begins with the following	g key points:		
1. We start by discussing the motions of point	ts or particles in this chapter.		
2. A particle is defined as a body whose phys its path , allowing us to treat its motion as		ble compared to the	radius of curvature of
		•••••	
		• • • • • • • • • •	· · · · · · · · · ·
	θ y Path		
		• • • • • • • • • •	
	Figure 2/1		
		• • • • • • • • • •	· · · · · · · · · ·
2.1.2 Choice of Coordinates			
Various descriptions can be used to characterize t	he motion of a particle, and th	e most suitable choice o	lepends significantly on
experience and the nature of the provided	data.		
Rectangular Coordinates Fixed or Moving		Path Coordin (normal-tangential	
YA	YA S		•••••
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	i i i i i i i i i i i i i i i i i i i		····· <····
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
(1, 1, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3,			\widehat{n}
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · ·	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			

	•	•	• •	•	• •	• •	•	•		• •												• •	• •	•	• •	•		• •		• •		• •		
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	٠	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•••	٠	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	٠	•
•	•	•	• •	•	•••	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•••	•	•••	• •	•	• •	•	• •	• •	•	•••	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
								•																									•	
	•	•	• •	•	•••	•			•	•••		•	• •	• •		•	•••	•••	•••	• •	•	•••	•••		• •	•	• •		•	• •	•	• •		
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
		•	• •		• •			•					• •			•	• •	• •			•				• •			•	•					
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	•••	•	•	•••	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
		•	• •		• •		•						• •			•	• •					• •				•		•						•
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	٠	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•••	٠	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	٠	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	• •		•	• •	• •		• •	•	• •	• •	•	• •	•	•	•		• •	•	• •	•	
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	•••	•	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•	•	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•••	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•••	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	٠	• •	•	•	•	•	• •	•	• •	٠	•
	•	•	• •	•	•••	•			•	•••		•	• •	• •		•	•••	•••	•••	• •	•	•••	•••		• •	•	• •	•	•	• •	•	• •		
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	٠	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	٠	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	٠	•
		•	• •				•	•			•					•					•			•		•		•					•	
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	٠	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	•••	٠	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	٠	•
•	•	•	• •	•	•••	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	•	•	•	•••	•	•		•••	•		\sim	• •		• •	-		• •	•	• •	•	• •	• •	•	• •	•	•••	•	•
		•	• •	•	• •	• •	•	•	•	• •	•	•	H'n		.0			ct	in	\mathbf{n}	•2	• •	• •	٠	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	٠	•
•																																		
•		•			• •								بنب	nd	U	1 .	D C		10		•	• •	•		•				• •		•
•	•	•	•••	•	•••	•••	•	•	•	•••	•			IU	U				010	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••			•••	•	•••	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	• •	•••	•	•	•	•••	•	•		uq.	U	. ⊥ .				•••		• •	•••	•	•••	•	• •	• •	•	•••	•	•••	•	•
•	•	•	•••	•	• •	••••	•	•	•	•••	•	•	· ·							••••••••••••••••••••••••••••••••••••••		• •	•••	•	••••	•	• •	• •	•	•••	•	•••	•	•
•	•	•	• • • •	•	• • • •	••••	•	•	•	· ·	•	•	· · ·							••••••••••••••••••••••••••••••••••••••		- · ·	•••	•	• •	•	• •	· ·	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	· · ·	•	• •	• •	•	•	•	· ·	•	•								• • •	•	· · ·	· ·	•	• • • • • •	•	•	· ·	•	· · ·	•	· · ·	•	•
•	•	•	• • • • • •	•	• • • • • •	• •	•	•	•	• • • • • •	•	•					· · ·			• • •	•	• • •	• • • • • •	•	• • • • • •	•	• •		•	• • • • • •	•	• • • • • •	•	•
•	•	•	• • • • • • • •		• • • • • • • •	• •	•	•		• • • • • • • •	•	•	· · ·	 						· · ·	•	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • •	•	• • • • • • • •	•	• •		•	• • • • • • • •	•	• • • • • • • • •	•	•
•	• • • • • • • •	•	• • • • • • • • • • • •		• • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•		· · ·	•	•									•	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•			•	 . .<	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	•
	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			•		· · ·	•	• • • • •								· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · ·	•	· · ·	•			•	· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	•
•	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · ·		•			•								,10		•	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	· · ·	•		•			•		•		•	•
• • • • •	•	•	· · ·					•			•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			•			•		•			•				•	•
												•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·								•													
												•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·								•													
•	•	•	•••	•	•••	• •	•	•	•	•••	•	•											•••	•	•••	•	•	•	•	•••	•	• •	•	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	• •	•	• •	•	•••	•
•	•	•	•••		•					• •	• •	•	••••	•	• •															
	•	•	•••	•	•	• (Ch	ar	st	er	T	۳ w	o:	K	Tir	ler	'na	tic	S	of	· P	'ai	·ti	cl	ės	•	• •	•	• •	•
•	•	•	· ·	•	•	(Ch	ar	ot	er	.	W	0:	K	Cir	ier	na	tic	CS	of	P	ar	·ti	cl	es		•••	•	•••	•
•	•	•	• • • • • •	• •	•		Ch	ar)t (er	Г :	W	0:	K	Kir	ler	na	tic	CS	of	° P	a r	•ti	cl	es	•	• • • •	• •	• • • •	• •
•	•	•	· · ·		•		•••		• •	•••	• •	•	• • •	•	• •	• •	•••	• •	• •	• •	•••	• •	• •	•	es	•	· · ·	•	• • • • • •	• •
•	•	•	· · ·		•		•••		• •	•••	• •	•	• • •	•	• •	• •	•••	• •	• •	• •	•••	• •	• •	•	es 	•	· · ·		• • • • • • • •	
•	•	•			•		•••		• •	•••	• •	•	• • •	•	• •	• •	•••	itic	• •	• •	•••	• •	• •	•	es	•	· · ·		• • • • • • • • • • • •	
•	•	•			•		•••		• •	•••	• •	•	• • •	•	• •	• •	•••	• •	• •	• •	•••	• •	• •	•	es	•	· · ·		• • • • • • • • • • • • • • • • • •	
•	•	•			•		•••		• •	•••	• •	•	• • •	•	• •	• •	•••	• •	• •	• •	•••	• •	• •	•	ės	•				
•	•				•		•••		• •	•••	• •	•	• • •	•	• •	• •	•••	• •	• •	• •	•••	• •	• •	•			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
•	•						•••		• •	•••	• •	•	• • •	•	• •	• •	•••	• •	• •	• •	•••	• •	• •	•						
• • • • • • • •		•				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		Se	ect	i 0)n	T	we):	R	, ec , ec , a , a , a , a , a , a , a , a , a , a	til	• •	e <mark>a1</mark>	r]		ot	io		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
								Se	ect	cic)n	T	w	D:	R	, ec	til	in	eal	r]		ot	io		 . .<	•				
•	•	•	•••	•	•			Se	ct)n	T	w		R		til	in	eal	r I		ot	io	n	 . .<	•	•••	•	• •	•••
•	•	•	•••	• •	•			Se	ect	; i ()n	T	w		R		til	in	9 a 1	r I		ot	io	n	 . .<	• • • • • • • • • • •	• •	• •	• • • •	• •
•	•	•	• •	• •	•			Se	ect)n	T	W				til	ind	2				io	n	 . .<	• • • • • • • • • • • •	• •	•	• • • •	• • • •
•	•	•	• • • • • •	• •	•			Se	ect)n		We				til	ind	eal	r]		ot	io	n	 . .<	• • • • • • • • • • • • • •	• • • • • •	•	• • • • • • • •	• • • • • •
•	•	•	• • • • • • • •		•			Se	ect	; i c)n	Ť I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	We	D:	R		til	ind	eal	r]		ot	io	n	 . .	• • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • •		• • • • • • • •	
•	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•			Se	ect)n	T T	We		R		til		eai	r]		ot	io	n	 . .	••••••••••••	· · ·		• • • • • • • • • •	
•	•	•			•			Se	ect)n				R		til		eai	r]		ot	io	a			· · ·		· · · · · · · · · · · · · · ·	
•	•	•			•			Se	ect)n		We		R		til			r]		ot	io	n						
• • • • • • •	•							Se	ect)n		We		R		til			r]		ot	io	n						
• • • • • • • • •	•	• • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					Se	ect)n		We		R		til			r]		ot	io	n						
• • • • • • • • •		• • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • • •			Se	ect)n				R					r]		ot	io	n						
· · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • • • • •			Se	ect)n				R					r]		ot	io	n						
• • • • • • • • • •					• • • • • • • • • • • • •			Se	ect)n				R					r]		ot	io	n						
					• • • • • • • • • • • • • •			Se	ect)n											ot	io	n						
	• • • • • • • • • • • • •				• • • • • • • • • • • • • • •			Se	ect)n											ot	io	n						
								Se)n											ot	io	n						
								Se)n											ot								
								Se)n											ot	io							

2.2 Rectilinear Motion			
	••••••••••	• • • • • • • •	
· · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · ·
	0 P	P'	
	- ++	+s	3
		Δs	
	3	48	
	_	-	
	Figure 2/2	2	
	• • • • • • • • •	• • • • • • • •	
221 Desition (a)			
2.2.1 Position (s)			
	• • • • • • • • • •	• • • • • • • •	
		• • • • • • • •	
2.2.2 Displacement (Δs)		• • • • • • • •	
2.2.2 Displacement (Δs)		• • • • • • • •	
	· · · · · · · · · · ·	• • • • • • • • •	
		• • • • • • • •	
	•••••••••	• • • • • • • •	
2.2.3 Distance (s_T)			
2.2.0 Distance $(5T)$		• • • • • • • •	
	• • • • • • • • •	• • • • • • • •	
S S		S	
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	ა 	
	•		
· · · · · · · · · · · · · · O		•	
	v «	B(v=0)	
	C		
	•	·····>	
		S	
		• • • • • • • •	
	• • • • • • • • •	• • • • • • • •	
2.2.4 Velocity and Acceleration	n		
	• • • • • • • • •		
Average speed	s_T	• • • • • • • •	
	$v_{\text{speed}} = \frac{1}{\Delta t}$	• • • • • • • •	
Average velocity		• • • • • • • • •	
	$\cdots \cdots $		
	$oldsymbol{v}_{\mathrm{avg}} = rac{1}{\Delta t}$	• • • • • • • •	
Average acceleration	• • • • • • • • •		
	$a_{\text{avg}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$		· · · · · · · · · · · · · · ·
	$\mathbf{u}_{\mathrm{avg}} = \Delta t$		
	• • • • • • • • •	• • • • • • • •	
	· · · · · · · · · · ·	• • • • • • • • •	
	• • • • • • • • •	•••••	•••••••••••••••



Exa	m	bl	ė	$^{-}2$	• •	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•••	•
The posi	tion	of a	.↓ paı	rticle	e is	give	en 1	by	the	eq	uat	ion	<i>s</i> =	= 5	t^3 -	+t		1 m	• . w	vher	e t	is	me	asu	red	in	sec	onds	s.]	Fine	d tł	ne a	avera	.ge	velo	city
and the a	avera	ige a	ccel	lerat	ion	oft	the	pa	rtic	le ł	betv	veei	$n t_1$	-	0 8	sec	and	$d t_2$	-	4 s	ec.	٠	•	•	• •	٠	•	•	٠	•	•	٠	• •	•	• •	•
ans.	Ave	rage	vel	ocit	y =	81	m/	sec	•	A	ver	$ag\epsilon$	e ac	cel	era	itio	<i>n</i> =	= 60) m •	/se	c^2	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•	•••	•	•••	•
• • •	• •	•••	•	• •	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	• •	•	• •	•	• •	•
• • •	•••	•••	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•••	•
• • •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	•		•	•	• •	•	•	•			•		• •	•	•		• •	•	•	•	•	•	•	•		•	• •	•
• • •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	•••	•••	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	•••	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	•••	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	• •	•	• •	•	• •	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•••	•
• • •	•••	•••	•	• •	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	•••	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	•••	• •	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	•••	•••	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•••	•		•	•••	•
• • •	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•••	•
• • •	•••	•••	•	•••	•	•••	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	•••	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	• •	•
• • •	• •	•••	•	• •	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	• •	•	• •	•
• • •	• •	• •	•	•••	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•••	•
• • •	•••	•••	•	•••	•	•••	•	•	• •	• •	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	•
• • •	• •	•••	•	•••	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	• •	•	• •	•	•••	•
• • •	•••	•••	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•••	•

If the	e po	ositi	on	(s)	is a	i fu	inct	tior	1 0	f ti	me	(t)	•	<u>ک</u>	5	s(t	;);	In	sta	an	ta	ne	où	S	ve	lo	cit	y	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•
• •	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	1	, _	$\frac{d}{d}$	s 	= \$	•	$\overset{\cdot}{\rightarrow}$	•	v =	= v	v(t)) [.]	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	(1)
Ins	taı	nta	ne	ou	s a	icc	el	era											•	•				•		•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••		•	•	•
• •	•	• •	•	•		•••												-	d^2	s	•	ë	•	• •	a	-	a(;	t)	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	(2)
By o	elim	ina	ting	g th	e ti	ime	dt	t be	etw	vee:	n E	3 q. 2	• 1 ai	nd	dt Eq	t .2.	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•
•••	•	• •	•	•	• •	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•			•	•	•	•	•				s	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	(3)
• •	•	• •	•	•	• •	• •	•	•	•	•	•	• •	•	•						•	•		ue	-	·		•	•	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	(0)
Es If s =	X∂ = 2t	$^3 m$	e, w	her	et	is i	in s	secc	onc	ls,	det	ern	nin	eth	e d	isp	lace	eme	ent	$\dot{s},$	the	e v	elo	city	, v	an	id t	he	ac	cele	erat	ion	a	wh	en	t =	2	sec.	· •	•	•	•
ans.		<i>s</i> =	= 16	m	•	ar	nd.	•	v	= 2	24 1	n/s	sec	•	aı	nd .	•	<i>a</i> .=	= 2	4 r	n/s	sec	2	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •		•	•	•
• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •		•	•	•
• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	••••	•	•	•	•
• •	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •) 0	•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	٠	•	• •	•	•	•	• •		•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•		•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•
E	K9	n	ŋ	ble	ê (4	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	••••	•	•	•	•
If v =	= 4t	$^{2} +$	5 r	n/s . m	ec,	wh	ere									ine	$^{\mathrm{th}}$	e v	elo	cit	y. v	ar	nd t	the	ac	cel	era	tio	n a	u w	hen	<i>t</i> =	= 2	se	c. •	•	•	• •	•	•	•	•
ans.	•	<i>v</i> =	= 21	•	/se	c	• 2	ano	1.	• (a =	• 10	Th.	/se	: <i>C</i> -	• •	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•
• •	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
• •	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	••••	•	•	•	•
• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	• •	•	•	•	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	••••	•	•	•	•
• •	٠	• •	•	٠	•	• •	٠	•	٠	٠	٠	• •	•	•	٠	• •	•	٠	٠	٠	•	٠	• •	•	٠	٠	٠	٠	•	• •	٠	٠	•	• •	٠	•	٠	• •	•	•	٠	•
•••	•	• •	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•••	•	•	•	•

If th	e a	acc	elė	rati	ion	(<mark>a</mark>) is	s a	fu	nct	ior	1 0	f ti	me	(t)	:-	\rightarrow	•	a	i (t	;)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•		ln,	 	a(t)a	1+	•	• •	•	["	dı	, , _	•	\int^t		t) (•	• •		•	•	. +	•	\int_{0}^{t}	a(1	t) c		•	•	• • 11	•	v(t	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•	• •		— ·	u		•	•	•	J	v_0	•	· —	J	to			<i></i>	•	•		•	ν()• T • •	J	t_0				•	•	<i>U</i>	•		•	•	•	•	••••	• •	•
•		•••	•	•	•	•	•	•••	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
• •		•••	•	•	•	•	ds		v((t)	dt		\rightarrow	. ,	$\int_{s_0}^{s}$	ds	3 =	- - J	$\int_{t_0}^t dt$	v(1	t) d	lt	• 	→·	s		s_0	• •+	-]	$\int_{-\infty}^{t}$	v(t) d	t	<u></u> ;	•	s :	: = :	s(t)	• •	•	•	•	• •	•	•
\mathbf{E}	X	ิลา	m	n	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
Giv	en	ı tł	ıе	aco	cel	era	ntic	on	a																																			nd	the
disp ans																																	уĕ	are	ze	ero	•W	ner	1 <i>l</i>	÷	U	sec	•••	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	•••		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •		•
•			•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•		•	•	•	•	• •	• •	•
• •		•••	•	•	•	•	•	•••		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
• •		•••	•	•	•	•	•	•••	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•••	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	•••	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	•••	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
• •		•••	•	•	•	•	•	•••	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	• •	•
• •		•••	•	•	•	•	•	•••	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	• •	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	• •	•
•		•••	•	•	•	•	•	•••		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	• •			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •		•
•		•••	•	•	•	•	•	•••	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	• •	•
•																																						•••							
																																						•••							
•		•••	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
•		•••	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
																																						•••							
																																						•••							
•		•••	•	•	•	•	•	• •		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •	•	•	•	•	•	•••	•	•	•	•	• •	•	•
																																						•••							

If the acceleration (a) is cosntant			
· ·	dv=adt $ ightarrow$	$\int_{v_0}^vdv=\int_{t_0}^tadt$	$ ightarrow v = v_0 + a(t-t_0)$	· ·
ds = vd	$t \hspace{0.2cm} ightarrow \hspace{0.2cm} \int_{s_{0}}^{s} \hspace{0.2cm} ds =$	$\int_{t_0}^t (v_0+at)dt o$	$s-s_0 = v_0(t-t_0) + rac{1}{2}a$	$t(t^2-t_0^2)$
	$\int_{v_0}^v vdv$	$=\int_{s_0}^s ads ~ ightarrow v^2$	$=v_{0}^{2}+2a(s-s_{0})$	· ·
Example If $a = 2 m/sec^2$, det $t = 0 sec$.	6: termine the velocity	y v and displacement s	when $t = 2 \sec \text{ if } v = 0 m/\sec t$	c and $s = 0 m$ when
	and $v = 4 m_{/}$	/sec		
· · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · ·
Example 'If $a = 2 m/sec^2$, de and the displacemn	termine the velocity	y v and the time t at s	= 4 m if at $t = 0 sec$ the velo	ocity is $v = 3 m/sec$
-		m/sec	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
		1		
	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · ·	
• • • • • • • • •	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · ·
	• • • • • • • • •			• • • • • • • • •
•••••	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · ·		• • • • • • • • •
· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · ·
• • • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • •
· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · ·
• • • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • •
· · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·			
	• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • •		• • • • • • • • •

• • •			$a(\mathbf{v}) \rightarrow \mathbf{a}(\mathbf{v})$	
• • •			· · · · · · · · · · · · · · · · ·	
		\cdot	${dv\over dt} ~~ ightarrow ~~ dt = {dv\over a(v)}$	
• • •	• • • • • • • •	a(v) = -	$rac{dt}{dt} extsf{ } extsf{at} = rac{dt}{a(v)}$	
• • •	• • • • • • • •			
• • •				
• • •	• • • • • • • • •			
	\int^t	$\int^v 1$	$\int^v 1$	
• • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	$dt = \int_{v_0}^v rac{1}{a(v)}dv o$	$t-t_0 = \int_{-\infty} \frac{1}{a(v)} dv$	ightarrow t=t(v)
• • •	$J t_0$	$\int v_0 \omega(0)$	Jv_0 $u(U)$	
• • •	· · · · · · · · ·			
• • •			· · · · · · · · · · · · ·	
• • •	• • • • • • • •	vdv = a(v)e	$ds \hspace{.1in} ightarrow \hspace{.1in} \overset{v}{-\!\!\!\!\!-\!\!\!-\!\!\!\!-\!\!\!\!-\!\!\!\!-\!\!\!\!-\!\!\!\!\!-\!\!\!\!$	
• • •			$ds \hspace{0.2cm} ightarrow \hspace{0.2cm} rac{v}{a(v)} dv = ds$	
• • •	• • • • • • • •			
• • •				
• • •	$\int s$	$\int v v$	$\int v y$	
		$ds = \int_{v_0}^v rac{v}{a(v)} dv o$	$s-s_0 = \int \frac{1}{\sigma(v)} dv$	ightarrow ~~s=s(v)
• • •	J_{s_0}	$J_{\boldsymbol{v}_0} \boldsymbol{a}(\boldsymbol{v})$	$J_{\boldsymbol{v}_0} \boldsymbol{a}(\boldsymbol{v})$	
• • •	• • • • • • • •	•••••••••••	•••••••••••••	
• • •				
Eve	ample 8:			
If a -	$u^2 m/aa^2$ wh	oro a is in m/aca dotorn	aine the displacement as	and the time t when $v = 5 m/sec$ if
$11 \ u = t = 0$	-0 m/sec , where m/sec	at $v = 8 m/sec$.	line the displacement s a	and the time t when $v = 5 mt/sec$ in
ans.	t = 0.075 sec	and $s = 4.47 m$		
uns.	t = 0.010 Sec			
• • •	• • • • • • •	• • • • • • • • • • •		
• • •	· · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
•••	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· ·
• • •				
· · ·	· ·	. .	· ·	· ·
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· ·	· ·		· ·
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· ·		· ·	1 1
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· ·	. .		1 1
	· ·	· ·		N N
· · · ·	··· ···· ···· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ··· ···· ··· ··· ····			N N
	 	. .		
· · · · · ·	 	. .		
· · · ·	 	. .		
· · · ·	 	. .		
	 	. .		
· · · · · <tr< td=""><td> </td><td>. .</td><td> </td><td> </td></tr<>	 	. .		
· · · ·	 	. .		
	<td>. .</td>	. .
 · ·<	<td>. .</td>	. .
 N N<	<td>. .</td>	. .
 N N<	<td>. .</td>	. .
 · ·<	<td>. .</td>	. .
 N N<	<td>. .</td> <td> <td>. .</td></td>	. .	<td>. .</td>	. .

If the acceleration (a) is a function	n of position (s) \rightarrow a(s)	
	vdv=a(s)ds	
	$\int v f^s$	
	$\int_{v_0}^v vdv = \int_{s_0}^s a(s)ds o v = v($	s)
	Jv_0 Js_0	
	ds = 1	
	$v(s)={ds\over dt} ~~ ightarrow ~~dt={1\over v(s)}ds$	
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
$\int t f^{t} f^{s}$	$1 - f^{s} - 1$	
$\int_{t_{1}} dt = \int_{t_{2}}$	$rac{1}{v(s)}ds \hspace{0.2cm} ightarrow \hspace{0.2cm} t-t_{0}=\int_{s_{0}}^{s}rac{1}{v(s)}ds$	ightarrow t = t(s)
Example 9:		
If $a = s \ m/sec^2$, where s is in met	ters, determine the velocity v and the t	me t when $s = 5 m$ if $t = 0 sec$ and
$c = 0$ at $s = \pm m$.		
v = 0 at $s = 4$ m. ans. $t = 0.693$ sec and	v = 3 m/sec	
$c = 0$ at $s = \pm m$.	v = 3 m/sec	
$c = 0$ at $s = \pm m$.	v = 3 m/sec	
$c = 0$ at $s = \pm m$.	v = 3 m/sec	· ·
$c = 0$ at $s = \pm m$.	v = 3 m/sec	
$c = 0$ at $s = \pm m$.	v = 3 m/sec	· ·
ans. $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	· ·
ans. $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	· ·
ans. $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	· ·
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	1 1
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .
$ans.$ $t = 0.693 \ sec$ and	v = 3 m/sec	. .

Ans.		
71115.		
• • • • • • • • • •		
• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	
• • • • • • • • • •		
• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	
• • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	
• • • • • • • • •	••••••	
• • • • • • • • • •		
• • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	
• • • • • • • • •	••••••	
• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	
• • • • • • • • •		
• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	
• • • • • • • • • •		
• • • • • • • • • •		
• • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	
• • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •	 • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • •		
• • • • • • • • • •		
• • • • • • • • •	••••••	
• • • • • • • • •		
• • • • • • • • •		
• • • • • • • • •		
• • • • • • • • •		

	•	•	• •		• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•			•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	•	•
		•	• •				• •			•		• •		• •		• •	• •	• •		• •	• •	• •			• •			• •			•		•	
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•••	• •	• •	•	•••	•••	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•••	• •	•••	•	•••	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	•	•
		•						•			•																							
•	•	•	•••	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•••	•••	• •	•	•••	•••	•••	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
		•	• •				• •			•		• •		• •		• •	• •	• •		• •	• •	• •			• •			• •			•		•	
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	•	٠
•	•	•	•••	•	•••	•	• •	•	• •	•	•	• •	•	•••	•	• •	• •	• •	•	•••	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	•	•
															•																			
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	٠	•	• •	٠	• •	• •	•	•	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
													•																					
•	•	•	•••	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• •	•	•	•	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	•	•	•
		•		•	• •	•		•			•		•		•											•		• •				•	•	
•	٠	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	٠	• •	•	• •	•	• •	• •	•••	•	•••	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
	•	•	• •	•	• •	•	•	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•		• •	•	• •	•	•	•	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	•••-	• •	• •	\sim	•••		• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	•••	•	• •	• •	•	•	• •	•	٠	• •	H'n	nd	•	٦f	Se	ר י ר	tic	on	· •)	•••	• •	•	• •	•	•	• •	•	• •	•	• •	•	•
				•								_			LU	JL			υιι) 	. 🚑	• 🚄												
									• •	•		• •	•	• •		• •	• •	• •	•									• •						
•	•							•	• •	•	•	•••	•	•••	•	•••	• •	•••	•									•••	•					
•	•	•	• •	•	•••		•	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	• •	•••	•••	•	• •	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•••	•	• •	•	•	•	•
•	•	•	• •	•	•••	• •	· ·	•	•••	•	•	•••	•	•••	•	• •	•••	•••	•	• •	• •	• •	•••	•	• •	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	· ·	•	••••	•	•	••••	•	· ·	•	• •	· ·	••••	•	• •	• •	• •	• •	•	•••	•	•	•••	•	•••	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	• • • •	• •	· · ·	•	· · ·	•	•	• • • • • •	•	• • • • • •	•	• • • • • •	· ·	••••	•	• •	• •	· ·	• •	•	• •	•	•	• • • •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• •	•	• • • •	• •	· ·	•	• • • • • •	• •	•	• •	•	• • • • • •		• • • •	• •	• • • •	•	• • • • • •	· · ·	· ·	• •	•	• •	•	•	• • • •	•	· ·	•	• •	• •	•
•	•	•	• • • • • •	•	• • • • • •	• •		•	• • • • • •		•	• • • • • • • •	•	• • • • • •		• • • • • •	• • • • • •	• • • • • •	•	· · ·	· · ·	· · ·	• •	•	· · ·	•	• •	• • • • • •	•	· · ·	•	• •		•
•	• • • •	•	· · ·	•	• • • • • •			•	• • • • • • • •		•	• • • • • • • • • • • • • •	•	• • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • •	· · ·	• • • • • •	•	· · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• • •	•	· · ·	•	• •	• • • • • • • • • • •	•	· · ·		• •		•
•	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	• • • • • • • • • • • •	• •		•	• • • • • • • • • • • • • • •		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•		•		· · ·	•	· · ·		· ·		•
•	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•	· · ·			•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		•		•		· · ·	•			• •		•
•	•	•		• • • • • •	• • • • • • • • • • • • • • •			•			• • • • • • • • •		•							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			•		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		· · ·	•					0 0 0 0 0
	•	•		•				•			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		•								· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			•		•								• • • • • •
													•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·														
٠	٠	•	• •	•	•••	•	•	٠	• •	•	٠		•					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					• •	•	• •	٠	•	• •	٠	• •	•	•	•	•
•	•	•	•••	•	•••	• •	• •	•	• •	•	•											· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• •	•	•••	•	• •	•••	•	•••	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•												• •	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	• •	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•												• •	•	•••	•	•	•••	•	• •	•	• •	• •	•
•	•	•	· ·	•	• • • •	• •	· ·	•	· ·	•	•							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				 . .<	• •	•	· ·	•	•	• • • •	•	• •	•	• •	•	•
•	•	•	• • • • • •	•	• • • • • •	• •		•	• • • •	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·											• •	•	• • • • • •	•	•	• • • • • •	•	• • • • • •	•	• •		•
•	•	•	• • • • • •	•	· · ·	• •		•	• • • • • •		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·											• • • • • •	•		•		• • • • • • • •	•			• •		•
•	•	•	• • • • • •	•	· · ·	• •		•	• • • • • •		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·											• • • • • •	•		•		• • • • • • • •	•			• •		•
• • • • • • • •	•	•	· · ·	•	• • • • • • • •	· · ·		•			•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						· · ·	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•		• • • • • • • • • •	•	• • • • • • • • • • • •		· · ·		•
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•	•	· · ·	•	• • • • • • • • • • • • • • •	• • •		•	• • • • • • • • • • • •		•			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						· · ·	•		•			•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		• • •		•
•	•	•		•				•			• • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·							•		•			• • • • • • • • • •					• • • • • •
	•	•		•				•			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •															•								
	•	•		•				•			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •															•								
	•	• • • • • • •						•			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		•••••••••••••••													•								
	•	• • • • • • •							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·																				· · · ·					
				•				• • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · ·														· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
				•				• • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · ·														· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
				• • • • • • • • • • •					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·														· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
				• • • • • • • • • • •				• • • • • • • • • • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·												· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· ·				· · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
				• • • • • • • • • • • •							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·												· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					
				•							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·														· ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					
				•							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·														· ·				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					
				• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •				• • • • • • • • • • • • • • • •			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·														· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·									
											· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·																							
											· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·																							
											· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·																							
				• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •																														