

# Just the BASICS



Getting started guide

COMMANDERX16.COM

*1st Edition*

Copyright © 2023 Jestin Stoffel

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License (the “License”). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

RETRO  
COMPUTING  
ON THE  
**Commander X16** A  
friendly computer guide

## PREFACE

You are about to meet a computer that feels out of place for its time. It is slower, larger, and more expensive than most computers of its era. In many ways, it is a technological anachronism designed for a niche market of hobbyists and enthusiasts. But that's not all.

The Commander X16 reaches into the past and brings back many things that were lost. It is a computer that recaptures the "soul" of the early days of home computing. Together with this manual, anyone should be able to sit down and begin to explore computing with all the modern layers of abstraction stripped away. No prior knowledge of computing or even typing should be required in order to start your journey into the world of computers!

This manual should be readable by experts and novices alike. Even children as young as 6 or 7 should be able to follow along with the step-by-step examples. There is no reason you need to read this manual in order. After reading Chapter 1 (Getting Started) you can go directly to a chapter that interests you and start reading. The first page of each chapter contains a small sample program to type in. Type it exactly for a demonstration of what you will learn in that chapter. The rest of the chapter will explain the details as you read, and contain more sample programs to try out.

The Commander X16 was created with the intention that you can simply turn it on and start learning, doing, and creating. The friendly blue screen and colorful butterfly logo invite you to start typing BASIC commands and programs. The built-in SD card reader allows you to save your work as well as load the programs and art that others create, all without needing to troubleshoot expensive antique disk drives and data sets...although it supports those too!

Computers have become an important part of our everyday lives, and yet most people never delve past the surface of the user interfaces presented to them. Children are given touch screen devices before they can even talk, and adults go through their entire lives without learning about the magic that happens behind their screens. The Commander X16 reverses this trend by putting the user back in control of a computer that they can fully understand.

The Commander X16 is the perfect computer for this day and age!

# TABLE OF CONTENTS

	PREFACE .....	II
1	<b>SETUP</b>	
	Initial Setup .....	3
	Monitor Setup .....	4
2	<b>USING THE COMMANDER X16</b>	
	Using the Screen Editor .....	6
	Using DOS .....	7
	Using the Text Editor .....	8
	Using the Hex Editor .....	9
	Using the Sprite Editor .....	10
3	<b>PROGRAMMING THE COMMANDER X16</b>	
	Using BASIC .....	12
	Creating Graphics .....	13
	Creating Sound .....	14
	The VERA and VRAM .....	15
4	<b>APPENDIX</b>	
	The VERA and VRAM .....	18

List of BASIC Commands, Statements, and Functions	19
List of Error Messages .....	20
List of PETSCII and Screen Codes .....	21
List of PETSCII and Screen Codes .....	22
Memory Map .....	23
VRAM Map .....	24
Deriving Mathematical Functions .....	25

# 1

---

## SETUP

Initial Setup

Monitor Setup

Sunt qui earum nemo explicabo et. Optio consequatur numquam eos. Voluptas esse laudantium animi aliquid. Consectetur doloribus ea quasi consequatur enim aperiam voluptatem. Commodi dolore magni eos velit fugiat sit. Et iure ea voluptas vero consequatur dolore. Asperiores doloremque eum amet magnam tenetur est aut. Ut quia ducimus consequatur voluptas et. Odio est at et. Est et autem modi dolorum qui id ut. Qui autem tenetur hic repellendus. Doloremque sed dolorem adipisci qui. Odio possimus cumque optio corporis a aliquid. Debitis molestiae et aut voluptatum aut in. Omnis facere laboriosam est repellat culpa. Consequatur sunt ut inventore velit non qui. Numquam expedita consequatur laudantium repellat. Autem porro quia illum nulla blanditiis incidunt adipisci. Natus sit vel suscipit. Eaque qui quisquam possimus asperiores aut occaecati. Sint nemo ut dolorem. Incidunt perspiciatis consequatur laboriosam. Omnis non debitis doloribus. Reprehenderit repellat quisquam temporibus rerum. Quia ducimus aut deserunt.



# Initial Setup

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Monitor Setup

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# 2

---

## USING THE COMMANDER X16

Using the Screen Editor

Using DOS

Using the Text Editor

Using the Hex Editor

Using the Sprite Editor

# Using the Screen Editor

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Using DOS

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Using the Text Editor

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Using the Hex Editor

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Using the Sprite Editor

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.





---

# **PROGRAMMING THE COMMANDER X16**

Using BASIC

Creating Graphics

Creating Sound

The VERA and VRAM

# Using BASIC

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Creating Graphics

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Creating Sound

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# The VERA and VRAM

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.



# 4

---

---

## APPENDIX

The VERA and VRAM

List of BASIC Commands, Statements, and Functions

List of Error Messages

List of PETSCII and Screen Codes

List of PETSCII and Screen Codes

Memory Map

VRAM Map

Deriving Mathematical Functions

# BASIC Abbreviations

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.



# List of BASIC Commands, Statements, and Functions

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# List of Error Messages

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# List of PETSCII and Screen Codes

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Ports and Pinouts

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Memory Map

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspicatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspicatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# VRAM Map

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

# Deriving Mathematical Functions

Voluptas nesciunt vero omnis ex reiciendis ducimus soluta rerum. Quia totam et omnis rerum mollitia aut. Ex odit voluptates deleniti aut exercitationem reprehenderit. Reiciendis non soluta et cupiditate perspicatis magnam. Iste itaque enim nobis repellat. Perspiciatis necessitatibus magni accusantium consequatur dolore. Aut soluta mollitia facilis perferendis amet id reprehenderit. Mollitia doloremque sunt qui dicta libero voluptatem. Dolore illum aspernatur placeat. Odio doloribus aut qui architecto sit earum molestiae qui. Autem deserunt aut accusantium ut sapiente dolorem ut explicabo. Sint nisi dolorem ab. Sed odio accusamus qui. Vero id nesciunt voluptate dolorum ipsa. Soluta sunt eveniet vel ratione sint. Deserunt libero sunt rerum dolor explicabo corporis. Reiciendis modi rerum veniam. Voluptatem illo distinctio aut voluptatem ea cum perspiciatis alias. Nulla hic possimus eum eveniet. Perferendis sit voluptatem autem sint maiores corporis at. Iure ut et repellendus optio aut cum. Vero nemo modi autem et vel. Quae quidem fugit neque iure earum sunt. Nisi non ea sit et officia. Beatae iste rem rerum sunt pariatur reiciendis.

