

à,—à,µà,©à,Žà,µà¹,,à,£à¹%òà,£à,°à¹€à,šà,µà,çà,š à,žà,¥à,´à,•à,jà,,à,jà,jà,-à,†à,•à¹^à,-à¹,

Introducing chaos

à,—à,µà,©à,Žà,µà¹,,à,£à¹%òà,£à,°à¹€à,šà,µà,çà,š à,žà,¥à,´à,•à,jà,,à,jà,jà,-à,†à,•à¹^à,-à¹,à,¥à,•à,~à,£à,£à,jà,Šà,²à,•à,´à,ªà,¹,

à¹€à,jà,~à,²à,šà,µ à¹€à,¥à,´à,~à,£à,±à,•à,™à,² à¹•à,›à,¥ Ziauddin Sardar à¹€à,,à,µà,çà,™ Iwona Abrams à, à,²à,žà,›à,£à,

à,ªà,²à,£à,šà,±à,•

-  
à,«à,çà,´à,™à,«à,çà,²à,† à¹•à,¥à,°à,,à,šà,²à,jà¹,,à,£à¹%òà,£à,°à¹€à,šà,µà,çà,š 3

-  
à,,à,šà,²à,jà¹,,à,£à¹%òà,£à,°à¹€à,šà,µà,çà,šà,jà,²à,^à,²à,•à¹,,à,«à,™ 9

-  
à,£à,°à,šà,š (System) 11

-  
à,,à,šà,²à,jà,à,±à,šà,à¹%òà,-à,™à¹•à,šà,šà¹,,à,jà¹^à¹€à,›à¹†à,™à¹€à,ªà¹%òà,™à,•à,£à,† 17

-  
à,•à,²à,£à,ªà,°à,—à¹%òà,-à,™à,•à,¥à,±à,š 20

-  
à,›à,±à,•à,«à,²à,~à,²à,šà¹€à,,à,£à,²à,°à,«à¹0Eà,ªà,²à,jà,~à,šà,† 22

-  
à,›à,±à,•à,«à,²à,,à,-à,†à,žà,µà,•à,´à,•à,£à,£à,jà,£à,°à,çà,°à,çà,²à,š 25

à, ›à, µà, ¨à, ²à, ^à, ™à<sup>1%</sup>à, -à, ∅ 27

à, jà, ´à, •à, ´à<sup>1</sup>•à, «à<sup>1</sup>à, †à<sup>1</sup>€à, ºà, µà<sup>1%</sup>à, ∅à, §à, ºà<sup>1</sup>à, §à, ™ 33

à, Šà, ¸à, ¸à, ¸à, -à, †à, ^à, <sup>1</sup>à<sup>1</sup>€à, ¥à, µà, ∅ (Julia set) 37

à<sup>1</sup>€à, -à<sup>1</sup>†à, ¸à<sup>1</sup>€à, §à, ´à, £à<sup>1</sup>€à, ¸à, ¸à, ¥à, -à<sup>1</sup>€à, £à, ™à, ¸à<sup>1</sup>€à 40

à, •à, ±à, §à, ¸à, ¶à, †à, ¸à, <sup>1</sup>à, ¸à, ›à, £à, °à, «à, ¥à, ²à, ¸à, (Strange attractor) 45

à, •à, ±à, §à, ¸à, ¶à, †à, ¸à, <sup>1</sup>à, ¸à, ¸à, £à<sup>1%</sup>à, £à, °à<sup>1</sup>€à, šà, µà, ∅à, š 47

à, •à, ±à, §à, ¸à, ¶à, †à, ¸à, <sup>1</sup>à, ¸à, ¸à, £à<sup>1%</sup>à, £à, °à<sup>1</sup>€à, šà, µà, ∅à, š (the Lorenz attractor) 52

à, ∅à, ¥à, •à, £à, °à, —à, šà, ›à, µà, •à, ∅à, µà<sup>1%</sup>à<sup>1</sup>€à, ºà, -à<sup>1%</sup>à, - (the butterfly effect) 54

à, ¸à, §à, ²à, jà<sup>1</sup>à, ¸à, •à, ¥à, ²à, «à, ¥à, ¸à, -à, -à, -à, °à<sup>1</sup>à, ¸à, £ 57

à<sup>1</sup>à, £à<sup>1</sup>€à, šà, ´à, £à<sup>1</sup>€à, •à<sup>1</sup>€à, jà, ∅à<sup>1</sup>€à, •à, ±à, šà, ›à, £à, °à, Šà, ²à, •à, £à, ºà, ±à, •à, §à<sup>1</sup>€à 62

à, ¸à, §à, ²à, jà<sup>1</sup>à, ¸à, £à<sup>1%</sup>à, £à, °à<sup>1</sup>€à, šà, µà, ∅à, šà<sup>1</sup>à, ™à, Šà, µà, §à, ´à, •à, ^à, £à, ´à, † 65

-  
à, £à, °à, šà, šà¹•à, «à¹^à, †à, •à, ²à, £à, •à, £à, °à, ^à, ±à, "à, •à, £à, °à, ^à, ²à, ø 69

-  
à, •à, ²à, £à, ^à, ±à, "à, -à, †à, „à¹Œà, •à, £à, •à, ™à¹€à, -à, † 71

-  
à, „à, ²à, šà, —à, µà¹^à, °à, ²à, i 78

-  
à, „à, šà, ²à, jà, †à, ±à, šà, †à¹%à, -à, ™à, „à, •à, -à, -à, °à¹, „à, £ 82

-  
à¹, „à, †à, žà¹%à, ™à¹€à, -à, ™à¹, à, —à, £à, †à, µ 86

-  
à¹€à, †à, •à¹^à, -à, ™à¹, „à, „à, „à, -à, †à, „à, šà, ²à, jà, jà, µà¹€à, °à, -à, µà, øà, £à, à, ²à, ž 91

-  
à, —à, µà, ©à, žà, µ KAM 93

-  
à, „à, šà, ²à, jà¹, „à, £à¹%à, £à, °à¹€à, šà, µà, øà, šà, „à, -à, †à, „à, šà, -à, ™à, •à, ±à, j 97

-  
à, †à, ±à, •à, «à, ²à, „à, -à, †à, šà, ±à, •à, -à, „à, "à, ³ 99

-  
à, „à, ¥à, •à¹^à, ™à, „à, šà, ²à, jà, ™à¹^à, ²à, ^à, °à¹€à, †à, ™à 101

-  
à, „à, šà, ²à, jà¹, „à, £à¹%à, £à, °à¹€à, šà, µà, øà, šà, „à, -à, †à, °à, à, ²à, šà, ° 104

-  
à, ›à, ±à, •à, «à, ²à¹€à, •à, µà¹^à, çà, §à, •à, ±à, šà, "à, à, ¥à, çà, à, ²à, ž 110

-  
à, •à, £à, °à, «à, ™à, ±à, •à, £à, ¹à¹%à¹fà, ™à¹€à, †à, ·à¹^à, -à, ™à¹, „à, à¹•à, £à, •à¹€à, £à, ´à¹^à, j 114

-  
à, §à, ´à, ~à, µà¹€à, ¥à¹^à, ™à¹€à, •à, jà, œà, ¹à, •à, ,à, ²à, " 117

-  
à, "à, ±à, •à, çà, à, ²à, žà, •à, ±à, šà, •à, ²à, £à, žà, çà, ²à, •à, £à, "à¹OE 122

-  
à¹€à, jà, -à, -à, †à¹€à, ºà, µà¹%à, çà, §à, ºà¹^à, §à, ™ 127

-  
à¹€à, jà, -à, -à, †à, •à, £à, °à, ^à, ±à, "à, •à, £à, °à, ^à, ²à, ç 131

-  
à, „à, §à, ²à, jà, ¹, „à, £à¹%à, £à, °à¹€à, šà, µà, çà, šà¹fà, ™à, ºà, -à, ²à, ›à, ±à, •à, çà, •à, £à, £à, j 135

-  
Consciousness 144

-  
à, žà, çà, ²à, •à, £à, "à¹OEà, ºà, à, ²à, žà, -à, ²à, •à, ²à, "à¹fà, ™à, £à, °à, çà, °à, çà, ²à, § 148

-  
à, „à, §à, ²à, jà, ›à, ¥à, -à, "à, à, ±à, çà¹€à, Šà, ´à, †à, §à, ´à, —à, çà, ²à, "à, ²à, ºà, •à, £à¹OE 152

-  
à, ›à, ¥à, -à, "à, à, ±à, çà, «à, £à, ·à, -à¹, „à, jà¹^ 155

-

à,žà,,à,—à,~à,°à,,à,·à,-à,-à,°à',à,£ 163

-

à,šà,´à,žà,²à,•à,©à¹CEà,,à,šà,²à,jà¹,,à,£à¹%à,£à,°à¹€à,šà,µà,øà,š 168

-

à,«à,™à,±à,†à,ªà,·à,-à,-à¹^à,²à,™à¹€à,žà,´à¹^à,jà¹€à,•à,´à,ǐ 172

-

à,-à, à,´à,~à,²à,™à,¨à,±à,žà,—à¹CE 174

-

à,,à,³à,-à,~à,´à,šà,²à,øà, à,²à,ž 181

-

à,¨à,£à,£à,Šà,™à,µ 185

-

à,«à,™à¹%à,² 2

à,«à,™à¹%à,² 3

à, «à,™à¹%òà,² 4

à, «à,™à¹%òà,² 5

à, «à,™à¹%òà,² 6

à, «à,™à¹%òà,² 7

à, «à,™à¹%òà,² 8

à, «à,™à¹%òà,² 9

à, «à,™à¹%òà,² 10

\*à¹•à,ªà,²à,†à, à,²à,žà¹fà, «à¹%òà¹€à, «à¹†à,™à, -à,¶à,†à,¥à,±à,•à,©à, “à, °à,•à,²à,£à¹€à, ›à,¥à,µà¹^à,çà,™à¹•à, ›à,¥à,†à,ªà,-à,†à, à¹•à,¥à,°à¹,à,•à,à,¶à¹%òà,™à¹€à, ›à¹†à,™à,œà,¹à¹%òà¹fà, «à,•à¹^ à,^à,™à,à,à,£à,°à,—à,±à¹^à,†à,-à,¶à,†à,§à,±à,çà,Šà,£à,² à,

à, «à,™à¹%òà,² 11

à, «à,™à¹%òà,² 12

à, «à,™à¹%òà,² 13

à, «à,™à¹%òà,² 14

à, «à,™à¹%òà,² 15

à, «à,™à¹%òà,² 16

à, «à,™à¹%òà,² 17

à, «à,™à¹%à,² 18

à, «à,™à¹%à,² 19

à, «à,™à¹%à,² 20

à, «à,™à¹%à,² 21

à, «à,™à¹%à,² 22

à, «à,™à¹%à,² 23

à, «à,™à¹%à,² 24

\* à¹•à,à,²à,žà,à-à,†à¹€à,£à,à²à,à,“à,´à,•à¹€à,à,µà¹%à,çà,§à,à¹^à,§à,™ à¹•à,¥à,°à,à,§à,²à,jà¹,,à,£à¹%à,£à,°à¹€à,à,à¹^à,§à,™à¹€à,à¹%à,™à¹•à,à,à,†à,à,§à,²à,jà,²à,à,±à,™à,šà,™à¹•à,œà,™à,—à,µà¹^à,à,à²à,žà,à¹à,jà,´à-à,²à,•à,²à,“à



à¹€à,žà,£à,²à,°à,,à,§à,²à,jà¹,,à,jà¹^à¹•à,™à¹^à,™à, -à,™à¹€à,žà,µà,çà,†à¹€à,¥à¹†à,•à,™à¹%à, -à,çà¹fà,™à,²à, à,²à,žà, -à,²à,•à

à, «à,™à¹%à,² 25

à, «à,™à¹%à,² 26

\* à¹•à,²à,"à,†à, à,²à,žà¹fà, «à¹%à¹€à, «à¹†à,™à, -à,¶à,†à¹€à,²à¹%à,™à,•à,£à,²à,Ÿà,²à, -à,†à¹€à,²à¹%à,™à à,¥à,±à,•à ©à,"à,°à, à,^à,à,"à¹€à,£à,´à¹^à,jà,•à¹%à,™à¹€à,žà,µà,çà,†à¹€à,¥à¹†à,•à,™à¹%à, -à,çà à¹•à,•à¹^à¹€à,jà,·à¹^à, -à¹€à,²à¹%à,™à,•à,£à,²à,¥à, à,^à,™à,•à,£à,°à, —à,±à¹^à,†à,jà,µà,¥à,±à,•à,©à,"à,°à,•à,£à,†à,à¹%à,²à,jà,•à,±à,™à¹,à,"à¹%à¹fà,™à¹€à,§à,¥à,²à, -à,±à,™à

à, «à,™à¹%à,² 27

à, «à,™à¹%à,² 28

à, «à,™à¹%à,² 29

à, «à,™à¹%à,² 30

à, «à,™à¹%òà,² 31

à, «à,™à¹%òà,² 32

à, «à,™à¹%òà,² 33

à, «à,™à¹%òà,² 34

à, «à,™à¹%òà,² 35

à, «à,™à¹%òà,² 36

à, «à,™à¹%òà,² 37

à, «à,™à¹%òà,² 38

à, «à,™à¹%òà,² 39

à, «à,™à¹%òà,² 40

à, «à,™à¹%òà,² 41

à, «à,™à¹%òà,² 42

à, «à,™à¹%òà,² 43

à, «à,™à¹%òà,² 44

à, «à,™à¹%òà,² 45

à, «à,™à¹%à,² 46

à, «à,™à¹%à,² 47

à, «à,™à¹%à,² 48

à, «à,™à¹%à,² 49

à, «à,™à¹%à,² 50

à, «à,™à¹%à,² 51

à, «à,™à¹%à,² 52



à, j, à, μ, à, •, à, ?, à, £, à, 1, €, à, ,, à, ¥, à, ., à, 1, ^, à, -, à, TM, à, —, à, μ, à, 1, ^, à, 1, •, à, š, à, š, à, ,, à, 2, à, š, à, £, à, -, à, š, à, < à, 1, %, à, 3, à, £, à, -, à, ¢, à, 1, €, à, ”, à, ’, à, j, à, f, à, TM, à, à, “, à, °, à, —, à, μ, à, à, «, à, £, à, ., à, -, à, •, à, ¥, à, 1, ^, à, ?, à, §, à, -, à, μ, à, •, à, TM, à, ±, à, ¢, à, «, à, TM, à, ¶, à, 1, ^, à, †, à, ,, à, ., à, -, à, j, à, μ, à, ¥, à, ±, à, •, à, ©, à, “, à, °, à, •, à, 2, à, £, à, 1, €, à, ,, à, ¥, à, ., à, 1, ^, à, -, à, TM, à,

à, «, à, TM, à, 1, %, à, 2, 60

à, «, à, TM, à, 1, %, à, 2, 61

à, «, à, TM, à, 1, %, à, 2, 62

à, «, à, TM, à, 1, %, à, 2, 63

à, «, à, TM, à, 1, %, à, 2, 64

à, «, à, TM, à, 1, %, à, 2, 65

à, «, à, TM, à, 1, %, à, 2, 66









à, «à,™à¹%òà,² 84

à, «à,™à¹%òà,² 85

à, «à,™à¹%òà,² 86

à, «à,™à¹%òà,² 87

à, «à,™à¹%òà,² 88

à, «à,™à¹%òà,² 89

à, «à,™à¹%òà,² 90

\* à<sup>1</sup>•à<sup>a</sup>,"à,†à, à<sup>2</sup>à,žà,"à<sup>2</sup>à,šà<sup>1</sup>€à,,à,£à<sup>2</sup>à,°à,«à<sup>1</sup>Œà<sup>a</sup>à<sup>2</sup>à,jà,"à,šà,†  
à,šà,µà<sup>1</sup>‰à<sup>1</sup>fà,«à<sup>1</sup>‰à<sup>1</sup>€à,«à<sup>1</sup>†à,™à<sup>a</sup>,-à,¶à,†à,à,±à,•à,«à<sup>2</sup>à,à,-à,†à,"à<sup>2</sup>à,šà<sup>a</sup>à<sup>2</sup>à,jà,"à,šà,†à,—à,µà<sup>1</sup>^à,—à,£à<sup>2</sup>à,šà,•à,±à,  
<sup>2</sup>à,†à<sup>1</sup>•à,jà<sup>1</sup>^à,™à<sup>a</sup>,çà,<sup>3</sup>à<sup>1</sup>€à,žà,µà,çà,†à<sup>1</sup>fà,"à,•à<sup>1</sup>†à,•à<sup>2</sup>à,à,à,à,šà,†à,•à<sup>2</sup>à<sup>1</sup>€à,£à,žà,šà,šà<sup>1</sup>^à<sup>2</sup>à,«à<sup>2</sup>à,•à<sup>1</sup>€à,à,¥à,µà<sup>1</sup>^à,çà,  
à,^à,°à<sup>1</sup>,à,jà<sup>1</sup>^à<sup>a</sup>à<sup>2</sup>à,jà<sup>2</sup>à,£à,-à,,à<sup>2</sup>à,"à,•à<sup>2</sup>à,£à,"à<sup>1</sup>Œà,-à,¶à,†à,•à,<sup>3</sup>à<sup>1</sup>•à,«à<sup>2</sup>™à<sup>1</sup>^à,†à,—à,µà<sup>1</sup>^à<sup>1</sup>•à,™à<sup>1</sup>^à,™à<sup>a</sup>,-à,™à<sup>a</sup>,à,-à,†à,  
à,^à,°à<sup>1</sup>€à,à,¥à,µà<sup>1</sup>^à,çà,™à<sup>1</sup>•à,à,¥à,†à,•à,<sup>3</sup>à<sup>1</sup>•à,«à<sup>2</sup>™à<sup>1</sup>^à,†à,<sup>a</sup>à,à,"à,—à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup>à,çà,à,-à,†à,•à<sup>2</sup>à,£à<sup>1</sup>€à,,à,¥à,•à<sup>1</sup>^à,-à,™à<sup>a</sup>,-

à, «à,™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 91

à, «à,™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 92

\* à, à<sup>2</sup>à,žà<sup>1</sup>•à<sup>a</sup>,"à,†à,šà,†à<sup>1</sup>,à,,à,<sup>^</sup>à,£à,,à,-à,†à,à,šà,¥à,<sup>a</sup>à,-à,†à,•à<sup>1</sup>‰à,-à,™à<sup>1</sup>€à,¥à<sup>1</sup>†à,•à<sup>1</sup>†à,à,£à,-à,šà,à,šà,¥à,•à<sup>1</sup>‰à,-à,  
à<sup>1</sup>€à,à,à<sup>1</sup>^à,-à,,à,<sup>2</sup>à,šà,šà,†à<sup>1</sup>,à,,à,<sup>^</sup>à,£à,,à,-à,†à,à,šà,¥à,•à<sup>1</sup>‰à,-à,™à<sup>1</sup>€à,¥à<sup>1</sup>†à,•à,—à,±à<sup>1</sup>‰à,†à,<sup>a</sup>à,-à,†à,•à<sup>1</sup>‰à,-à,™à<sup>a</sup>,£à<sup>2</sup>  
à,^à,°à,—à,<sup>3</sup>à<sup>1</sup>fà,«à<sup>1</sup>‰à,šà,†à<sup>1</sup>,à,,à,<sup>^</sup>à,£à,,à,-à,†à,à,šà,¥à,—à,±à<sup>1</sup>‰à,†à,<sup>a</sup>à,-à,†à,•à<sup>1</sup>‰à,-à,™à<sup>a</sup>,™à<sup>a</sup>,µà<sup>1</sup>‰à<sup>1</sup>,à,jà<sup>1</sup>^à<sup>1</sup>€à,<sup>a</sup>à,—à

à, «à,™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 93

à, «à,™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 94

à, «à,™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 95

à, «à,™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 96

à, «à,™à¹%à,² 97

à, «à,™à¹%à,² 98

à, «à,™à¹%à,² 99

\* à¹•à,ªà,"à,†à, à,²à,žà,^à,´à,™à,•à,™à,²à,•à,²à,£à,,à,-à,†à,žà,¥à,±à,†à,,à¹CE à,—à,µà¹^à¹,,à,"à¹%à,•à,±à,"à¹•à,šà¹^à,†à,žà,¥à  
à,,à¹^à,²à,,à,†à,—à,µà¹^à,,à,-à,†à,•à,²à,£à¹•à,à,£à,œà,±à,™ à¹€à,£à,µà,çà,•à,šà¹^à,² à,,à¹^à,²à,,à,†à,—à,µà¹^à,,à,-à,†à,žà,¥à

à, «à,™à¹%à,² 100

à, «à,™à¹%à,² 101

\* à¹•à,ªà,"à,†à, à,²à,žà,,à,-à,† à,«à,¥à,à,çà,ªà¹CE à¹€à,"à,- à,šà,£à,-à,•à¹CEà,ç à,—à,µà¹^à¹€à,à¹†à,™à,,à,™à,,à,´à,"à,,à¹  
à,—à,µà¹^à,,à¹%à,™à,žà,šà,ªà,à,²à,£à,,à,¥à,•à¹^à,™à,•à,²à,à,à¹•à,™à,šà,,à,šà,²à,à,à,à,´à,"à,,à,-à,†à¹€à,"à,- à,šà,£à,-à,•à  
à,—à,µà¹^à¹€à,à¹†à,™à,,à,™à¹€à,,à¹%à,²à¹fà,^à,,à,šà,²à,à,à,«à,à,à,²à,çà,,à,-à,†à,à,à,±à,†à,•à¹CEà,šà,±à¹^à,™à,,à,¥à,•à¹^à,™à

à, à,²à,žà,çà,±à,†à¹,,à,"à¹%à¹•à,ªà,"à,†à¹fà,«à¹%à¹€à,«à¹†à,™à,•à,²à,£à,™à,ªà¹•à,™à,šà,,à,šà,²à,à,à¹€à,à¹†à,™à,,à,¥à  
à,«à,£à,•à,-à,à,à,µà,à,à,™à,šà,™à,¥à,¹à,•à,,à,¥à,•à¹^à,™à,—à,µà¹^à¹€à,à¹†à,™à,à,à,à,šà,™à¹€à,•à¹†à,à,à,²à,£à,à,²à,£à,  
à,ªà¹^à,šà,™à,à,à,²à,žà,^à,,à,"à¹fà,à¹%à,£à,¹à,à,à,-à,†à,à,±à,•à,à¹CEà,šà,-à,£à¹CEà,™à¹€à,à¹†à,™à,à,,à,"à,—à,µà¹^à¹•à

à, «à,™à¹%à,² 102

\* à¹•à,œà,™à, à,²à,žà¹fà,™à, «à,™à¹%à,²à,™à,µà¹% à, Šà,µà¹%à¹fà, «à¹%à¹€à, «à¹†à,™à, •à,²à,£à¹€à, Šà,à¹^à, -à,jà, •à¹^à, à,à,à,à¹^à,†à,—à,µà¹^à,œà,¹à¹%à¹€à,à,µà,çà,™à, •à¹%à, -à,†à, •à,²à,£à¹fà, «à¹%à,jà, -à,†à, „à, -à, -à, ¶à,†à¹•à,jà¹%à,žà,µà, à,à,à,²à,jà,²à,£à,—à,—à,³à,™à,²à,çà,à,£à,²à,•à,•à,•à,²à,£à, “à¹œà¹,à, ”à¹%à, -à,çà¹^à,²à,†à¹•à,jà¹^à,™à,çà,³à¹•à,¥à¹%à,§ à¹•à, •à,à,Šà,²à,jà,à,²à,jà,²à,£à,—à,—à,³à,™à,²à,çà,œà,¥à,¥à,±à,žà,~à¹œà¹,à, ”à¹%à¹fà,™à,—à,à, •à¹†à, •à,²à,£à,—à, ”à,¥à, -à,†à, à¹•à, •à¹^à, „à,Šà,²à,jà,à,²à,jà,²à,£à,—à¹fà,™à, •à,²à,£à, „à,²à, ”à, •à,²à,£à, “à¹œà¹fà,™à,à, -à,šà¹€à,à, •à, „à,Šà, -à,™à, •à,±à,jà,à, «à,¥à,²à,ç à¹†à, „à,£à,±à¹%à,†à¹,à, ”à,çà¹•à, •à¹^à,¥à, °à, „à,£à,±à¹%à,†à,à, -à,†à, •à,²à,£à,—à, ”à,¥à, -à,†à,à, °à¹,à,jà¹^à,à,²à,à,

à, „à,Šà,²à,jà¹€à,à,à¹†à,™à,£à, °à¹€à,šà,µà,çà,šà,—à,µà¹^à¹•à, •à, •à, •à¹^à,²à,†à, •à,±à,™à¹fà,™à,à, -à,šà¹€à,à, •à,—à,µà¹^à,à,à,£à,²à, •à, •à, -à,çà,¹à¹^à¹fà,™à, «à,™à¹%à,² à¹^à¹•à¹•)

à, «à,™à¹%à,² 103

à, «à,™à¹%à,² 104

à, «à,™à¹%à,² 105

à, «à,™à¹%à,² 106

à, «à,™à¹%à,² 107

à, «à,™à¹%òà,² 108

à, «à,™à¹%òà,² 109

à, «à,™à¹%òà,² 110

à, «à,™à¹%òà,² 111

\* à¹•à,ªà,"à,‡à,•à,£à,²à,Ÿà,,à,§à,²à,jà,ªà,±à,jà,žà,±à,™à,~à¹CEà,,à,-à,‡à,£à,²à,,à,²à¹•à,¥à,°à,œà,¥à,œà,¥à,´à,•à,—à,µà¹^à,^à

à, «à,™à¹%òà,² 112

à, «à,™à¹%òà,² 113

à, «à,™à¹%òà,² 114

à, «à,™à¹%òà,² 115

à, «à,™à¹%òà,² 116

à, «à,™à¹%òà,² 117

à, «à,™à¹%òà,² 118

à, «à,™à¹%òà,² 119

à, «à,™à¹%òà,² 120

à, «à,™à¹%òà,² 121

à, «à,™à¹%òà,² 122

à, «à,™à¹%òà,² 123

à, «à,™à¹%òà,² 124

à, «à,™à¹%òà,² 125

à, «à,™à¹%òà,² 126

à, «à,™à¹%òà,² 127

à, «à,™à¹%òà,² 128

à, «à,™à¹%òà,² 129



à, «à,™à¹%òà,² 130

à, «à,™à¹%òà,² 131

à, «à,™à¹%òà,² 132

à, «à,™à¹%òà,² 133

à, «à,™à¹%òà,² 134

à, «à,™à¹%òà,² 135

à, «à,™à¹%òà,² 136

\* à<sup>1</sup>•à<sup>a</sup>,"à,†à, à<sup>2</sup>à,žà<sup>a</sup>, -à<sup>2</sup>à, ›à, ±à, •à, çà, •à, £à, £à, ìà<sup>1</sup>•à, šà, šà, šà<sup>2</sup>à, £à, -à,,  
 à, —à, µà<sup>1</sup>à, çà<sup>1</sup>à, -à, à<sup>a</sup>à<sup>1</sup>à, §à, ™à<sup>1</sup>€à, -à<sup>2</sup>à, à<sup>2</sup>à, žà<sup>1</sup>à,,à, £à, †à, à<sup>a</sup>£à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup>à, †à,,à, ™à<sup>2</sup>à, "à<sup>1</sup>à, «à, •à<sup>1</sup>à, ìà<sup>2</sup>à<sup>1</sup>à, à<sup>a</sup>à<sup>1</sup>à, (à<sup>1</sup>‰à, -à,  
 à, ™à<sup>3</sup>à<sup>1</sup>€à, -à, •à, ¥à, ±à, •à, ©à, "à, °à,,à, -à, †à<sup>1</sup>à,,à, £à, †à, à<sup>a</sup>£à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup>à, †à,,à, -à, †à, Šà, ±à<sup>1</sup>‰à, ™à<sup>2</sup>à, -à<sup>2</sup>à,,à<sup>2</sup>à, £à, ìà<sup>2</sup>à, çà<sup>1</sup>à, -à, à<sup>a</sup>

à, «à, ™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 137

à, «à, ™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 138

à, «à, ™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 139

à, «à, ™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 140

à, «à, ™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 141

à, «à, ™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 142

à, «à, ™à<sup>1</sup>‰à<sup>2</sup> 143

à, «à,™à¹%òà,² 144

à, «à,™à¹%òà,² 145

à, «à,™à¹%òà,² 146

à, «à,™à¹%òà,² 147

à, «à,™à¹%òà,² 148

à, «à,™à¹%òà,² 149

à, «à,™à¹%òà,² 150

à, «à,™à¹%òà,² 151

à, «à,™à¹%òà,² 152

à, «à,™à¹%òà,² 153

à, «à,™à¹%òà,² 154

à, «à,™à¹%òà,² 155

à, «à,™à¹%òà,² 156

à, «à,™à¹%òà,² 157

à, «à,™à¹%òà,² 158

à, «à,™à¹%òà,² 159

à, «à,™à¹%òà,² 160

à, «à,™à¹%òà,² 161

à, «à,™à¹%òà,² 162

à, «à,™à¹%òà,² 163

à, «à,™à¹%òà,² 164

à, «à,™à¹%òà,² 165

à, «à,™à¹%òà,² 166

à, «à,™à¹%òà,² 167

à, «à,™à¹%òà,² 168

à, «à,™à¹%òà,² 169

à, «à,™à¹%òà,² 170

à, «à,™à¹%òà,² 171

à, «à,™à¹%òà,² 172

à, «à,™à¹%òà,² 173

à, «à,™à¹%òà,² 174

à, «à,™à¹%òà,² 175

à, «à,™à¹%òà,² 176

à, «à,™à¹%òà,² 177

à, «à,™à¹%òà,² 178

à, «à,™à¹%òà,² 179

à, «à,™à¹%òà,² 180

à, «à,™à¹%òà,² 181

à, «à,™à¹%òà,² 182

à, «à,™à¹%òà,² 183

à, «à,™à¹%òà,² 184

à, «à,™à¹%òà,² 185

à, «à,™à¹%òà,² 186



à, «à,™à¹%òà,² 187

à, «à,™à¹%òà,² 188

à, «à,™à¹%òà,² 189

à, «à,™à¹%òà,² 190

à, «à,™à¹%òà,² 191

à, «à,™à¹%òà,² 192

à, «à,™à¹%òà,² 193

à, «à,™à¹%òà,² 194

à, «à,™à¹%òà,² 195

à, «à,™à¹%òà,² 196

à, «à,™à¹%òà,² 197

à, «à,™à¹%òà,² 198

à, -à, à, 'à, ~à,²à,™à,¨à,±à,žà, —à¹CE

à,žà,¥à,§à,±à,• (Dynamic) à, «à,™à¹%òà,² à¹'à¹•

à,žà,¥à,§à,±à,•à,„à, -à, -à,•à,²à,£à¹€à,„à,¥à,·à¹^à, -à,™à¹,,à, «à,§ à,à,²à,£à¹€à,„à,¥à,·à¹^à, -à,™à¹,,à, «à,§à,™à,µà¹%òà,jà,µà¹,,à,

à,•à,±à,§à, -à,çà¹^à,²à,†à,à, -à,†à,•à,²à,£à¹€à,„à,¥à,·à¹^à, -à,™à¹,,à, «à,§à, —à,µà¹^à,à,±à,†à¹€à,•à,•à¹€à, «à¹†à,™à¹à¹  
(à,•à,²à,£à¹€à,•à, 'à,šà¹,à,•à,à, -à,†à,•à¹%òà,™à¹,,à,jà¹%òà,^à,°à¹€à, 'à¹†à,™à¹à,•à,²à,£à¹€à,„à,¥à,·à¹^à, -à,™à¹,,à, «à,§à, —à,µà¹^à  
à, 'à,µà, —à,µà¹^à, «à,™à,¶à¹^à,†à, 'à,µà, —à,µà¹^à,à, -à,†à¹€à, 'à¹†à,™à¹à,•à¹%òà,™à¹) à, -à,°à¹,,à,£à,•à¹†à,•à,²à,jà, —à,µà¹^à¹,,à,†à,

$\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  (Molecular dynamics)  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system. The notation  $\hat{a}^i$  is used to denote the  $i$ -th component of the vector.

Periodic  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

$\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  (Feed back)  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Oscillating system  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Feed back  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Complex number  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Discrete packets  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Oscillating system  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Complex number  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Complex number  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Complex number  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Complex number  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Complex number  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

Complex number  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.

The information in discrete packets  $\hat{a}^1, \hat{a}^2, \dots, \hat{a}^n$  are the components of the position vector  $\vec{a}$  in a Cartesian coordinate system.



à, «à, TMà1%oà, 2 200

à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µ (entropy) à, «à, TMà1%oà, 2 à¹—à¹

à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µ, „à, -à, -à, )à, Èà, 'à, jà, ²à, “à, —à, µà¹^à¹•à, °à, ”à, †à, „à, §à, ²à, jà¹, „à, jà¹^à¹Èà, )à¹†à, TMà, Èà, °à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µ, Èà, §à, jà, „à, -à, †à, °à, à¹^à, †à, •à¹^à, ²à, †à¹† à, —à, µà¹^à¹Èà, •à, µà¹^à, Çà, §à, ,à¹%oà, -à, †à, •à, ±à, §à, •à, à, ^à, °à, Žà, §à, §à¹^à, ² à, „à, -à, †à¹fà, Sà¹%oà, —à, µà¹^à, jà, µà, •à, ²à, Èà, ^à, ±à, ”à, Èà, °à¹Èà, §à, µà, Çà, §à¹, „à, §à¹%oà, ”à, µà¹•à, ¥à¹%oà, §à à¹Èà, Èà, ²à, ^à, °à, à¹%oà, -à, †à¹fà, Sà¹%oà¹•à, Èà, †à, †à, ²à, TMà¹•à, ¥à, °à, jà, µà, „à, §à, ²à, jà¹Èà, «à, TMà¹†à, ”à¹Èà, «à, TMà, -à, à¹, -à, Çà, à¹ à, -à, ¶à, †à¹•à, jà¹%oà, §à¹^à, ²à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µà, „à, -à, †à, «à¹%oà, -à, †à, ^à, °à, TMà¹%oà, -à, Çà, ¥à, †à¹•à, ¥à, °à¹Èà, -à, TMà¹, à,

à¹Èà, §à, ¥à, ²à, —à, µà¹^à, Çà¹%oà, -à, TMà, •à, ¥à, ±à, §à¹, „à, ”à¹%o (Reversible time) à, •à, ±à, §à¹Èà, §à, ¥à, ²à, —à, µà¹^à¹, „à, jà¹^à, à, ²à, jà,

à¹Èà, §à, ¥à, ²à¹Èà, )à¹†à, TMà, °à, à¹^à, †à, —à, µà¹^à¹Èà, Èà, ²à, Èà, ¹à¹%oà, °à, ¶à, •à¹, „à, ”à¹%oà, §à¹^à, ²à, jà, µà, -à, Çà, ¹à¹^à¹•à, „à, §à, ²à, jà, ²à, jà, ²à, Èà, -à, Èà, ±à, §à, Èà, ¹à¹%oà¹, „à, ”à¹%oà, TMà, µà¹%oà, jà, ²à, ^à, ²à, •à, •à, ¥à¹, „à, °à, à, ²à, Èà, —à, ³à, †à, ²à, TMà, „à, -à, à¹•à, ¥à¹%oà, §à¹Èà, •à¹†à, §à, ,à¹%oà, -à, jà, ¹à, ¥à, „à, §à, ²à, jà, Èà, ¹à¹%oà¹Èà, «à, ¥à¹^à, ²à, TMà, µà¹%oà¹, „à, §à¹%o à¹, à, ”à, Çà, •à, ²à, Èà, )à, È, à, „à, §à, ²à, jà, Çà, à¹^à, †à¹Èà, «à, Çà, ^à, †à, «à, Èà, -à, -à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µà, „à, -à, †à, °à, jà, -à, †à, ^à, °à¹Èà, Žà, à¹^à, jà, à, ¶à¹%oà,

à, «à, ²à, •à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µà¹Èà, )à¹†à, TMà¹Èà, „à, Èà, -à¹^à, -à, †à, «à, jà, ²à, Çà, §à, -à, •à¹Èà, §à, ¥à, ²à¹•à, ¥à¹%oà, §à, à, «à, ²à, •à, Žà, ^à, ^à, ²à, Èà, “à, ²à, ”à, ¹à, ^à, ²à, •à, Žà, -à¹%oà, TMà, •à, ²à, TMà, „à, -à, †à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µà, „à, ²à, Çà¹fà, •à¹%oà, —à, µà¹^à, à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µà, ^à, °à¹Èà, Žà, ^à¹^à, jà, à, ¶à¹%oà, TMà¹Èà, °à, jà, -à, •à¹†à, •à¹^à, -à¹Èà, jà, -à¹^à, -à¹Èà, Èà, ²à, —à, ³à, •à, ²à, Èà, à¹, à, jà¹^à, jà, µà, „à, §à, ²à, jà¹•à, •à, •à, •à¹^à, ²à, †à¹fà, ”à¹Èà, ¥à, Çà, Èà, °à, «à, §à¹^à, ²à, †à, —à, ^à, ”à, —à, ²à, †à, —à, µà¹^à¹Èà, -à, TMà¹, à, à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µà, ^à, °à, ¥à, ”à, ¥à, †à, §à¹%oà, ²à, †à¹•à, ¥à, °à¹Èà, Žà, ^à¹^à, jà, à, ¶à¹%oà, TMà, §à¹%oà, ²à, †à¹•à, •à¹^à, •à, -à, TMà, à, —à, ³à¹fà, «à¹%oà¹Èà, jà, -à¹^à, -à¹Èà, %oà, ¥à, µà¹^à, Çà, ^à, ³à, TMà, §à, TMà, jà, ²à, •à, Žà, -à¹•à, ¥à¹%oà, §à, ^à, °à, «à, ±à, •à, ¥à¹%oà, ²à, †à à¹•à, •à¹^à¹Èà, jà, -à¹^à, -à¹Èà, %oà, ¥à, µà¹^à, Çà, ^à, ³à, TMà, §à, TMà, jà, ²à, •à, Žà, -à¹•à, ¥à¹%oà, §à¹Èà, §à, ¥à, ²à, ^à, °à, ”à, ³à¹Èà, TMà, ^à, TMà, à, «à, Èà, -à, -à¹Èà, §à, ¥à, ²à, —à, µà¹^à¹, „à, jà¹^à, °à, ²à, jà, ²à, Èà, -à, Çà¹%oà, -à, TMà, •à, ¥à, ±à, §à¹, „à, ”à¹%oà¹Èà, •à, ^à, ”à, ^à, ²à, •à, Çà, ¥à¹%oà,

à, „à, §à, ²à, jà¹, „à, Èà¹%oà, Èà, °à¹Èà, §à, µà, Çà, §à, „à, -à, -à, ¥à, ¹à, •à, ”à, Èà¹•à, «à¹^à, †à, •à, ²à, ¥à¹Èà, §à, ¥à, ²

(Chaos is the arrow of time) à, «à, TMà¹%oà, 2 à¹—à¹•

à, ”à, ±à, †à, —à, µà¹^à, •à, ¥à¹^à, ²à, §à, jà, ²à¹fà, TMà¹Èà, Èà, -à¹^à, -à, †à¹Èà, -à, TMà¹, à, —à, Èà, )à, µà, ^à, °à¹Èà, «à¹†à, TMà¹, „à, ”à, à, °à, ^à¹^à, †à¹fà, ”à¹Èà, •à, ^à, ”à, •à¹^à, -à, TMà, «à, Èà, -à, -à¹Èà, •à, ^à, ”à, —à, µà, «à, ¥à, ±à, †à, ”à, ±à, †à, TMà, ±à¹%oà, TMà¹Èà, -à, TMà¹, à,

à, «à, jà¹%oà, -à, •à¹%oà, jà, TMà¹%oà, ³à, „à, -à, †à, „à, §à, ²à, jà¹, „à, Èà¹%oà, Èà, °à¹Èà, §à, µà, Çà, § (Cauldrons of chaos) à, «à, TMà¹%oà, 2 à¹—à¹

à¹Èà, jà, -à¹^à, -à¹Èà, Èà, ²à, •à¹%oà, jà, TMà¹%oà, ³à¹fà, TMà, «à, jà¹%oà, -à, TMà, ±à¹%oà, TMà, „à, §à, ²à, jà, Èà¹%oà, -à, TMà, ^à, °à, —à, à¹•à, ¥à, °à, jà, µà, •à, ²à, Èà¹Èà, „à, ¥à, -à¹^à, -à, TMà, —à, µà¹^à, -à, Çà¹^à, ²à, †à, )à, ±à¹^à, TMà, )à¹^à, §à, TMà¹, „à, Èà¹%oà, Èà, °à¹Èà, §à, µà, Çà, (à, ”à, ¹à, «à¹%oà, 2 à¹—à¹•—à¹—à¹, )à, jà, Èà, °à, •à, -à, §) à¹Èà, -à, •à, à, Žà, •à¹†à, -à, ¹à, •à¹Èà, )à, Èà, µà, Çà, §à¹Èà, )à, Èà, Çà¹fà, TMà, —à, à, °à, ²à, jà, ²à, Èà, -à, Çà, °à, jà, Çà, °à, ²à, TMà, •à, ±à, TMà, ^à, TMà, °à, Èà¹%oà, ²à, †à¹, à, „à, Èà, †à, °à, Èà¹%oà, ²à, †à¹fà, «à, jà¹^à, —à, µà¹^à,

à, «à, TMà¹%oà, 2 201

à, •, à, ², £, à, s, à, £, à, £, à, à, ², à, TM, à, à, -à, "à, ,, à, ¥, à, 100, à, -à, †, à, •, à, ±, à, TM (Resonance) à, «, à, TM, à, 100, à, ², à, 1, TM, à, 1

à, 1, £, à, S, à, -à, 1, à, -à, S, à, 1, à, ², à, -à, ,, à, •, à, ,, à, TM, à, ,, à, †, à, °, à, 1, £, à, ,, à, ç, à, 1, à, ¥, à, 100, à, S, à, 'à, †, à, S, à, 100, à, ², à, ^, à, ³, à, 1, à, "à, 100, à, 1, à, «, à, j, à, à, 1, f, à, TM, à, -à, ³, à, TM, à, -à, †, à, 1, £, à, "à, µ, à, ç, à, S, à, •, à, ±, à, TM, à, «, à, ², à, •, à, 1, £, à, £, à, ², à, 1, à, ç, à, •, à, 1, f, à, TM, à, -à, 'à, "à, •, à, £, à, †, à, •, à, ±, à, TM, à, ,, à, 100, à, ², à, j, à, S, à, 'à, †, à, S, à, 100, à, ², à, ^, à, °, à, 1, •, à, S, à, 1, à, †, à, 1, £, à, £, à, 1, †, à, S, à, ,, à, ¶, à, 100, à, TM, à, s, à, 100, à, ², à, †, à, 1, à, ¥, à, °, à, S, à, 100, à, ², à, ¥, à, †, à, s, à, 100, à, ², à, †, à, ¥, à, ±, à, ^, à, ±, à, †, à, «, à, S, à, °, à, -à, µ, à, 1, à, s, à, £, à, £, à, à, ², à, TM, à, à, -à, "à, ,, à, ¥, à, 100, à, -à, †, à, •, à, ±, à, TM, à, £, à, °, à, «, à, S, à, 1, à, ², à, †, à, •, à, ², à, £, à, •, à, £, à, °, à, •, à, ,

à, S, à, ±, à, •, à, -à, ,, à, "à, ³ (Black body) à, «, à, TM, à, 100, à, ², à, 1, TM, à, 1, TM

à, S, à, ±, à, •, à, -à, ,, à, "à, ³, à, «, à, j, à, ², à, ç, à, -à, ¶, à, †, à, S, à, ±, à, •, à, -à, ,, à, -à, µ, à, 1, à, "à, 1, à, "à, •, à, ¥, à, .à, TM, à, £, à, ±, à, †, à, à, µ, à, 1, à, j, à, 1, à, 1, £, à, ,, à, ¥, à, .à, 1, à, TM, à, 1, à, j, à, 1, à, 1, à, 1, £, à, «, à, ¥, à, 1, †, à, •, à, 1, à, Y, à, Y, à, 100, à, ², à, -à, µ, à, 1, à, •, à, •, à, •, à, £, à, °, à, -à, s, à, 1, à, ¥, à, 100, à, S, à, Z, à, s, à, S, à, 1, à, ², à, j, à, ±, à, TM

à, -à, ç, à, 1, à, ², à, †, à, 1, à, £, à, •, à, 1, †, à, •, à, ², à, j, à, 1, à, j, à, 1, à, 1, f, à, S, à, 1, à, S, à, 1, à, ², à, -à, ,, à, •, à, 1, †, à, ,, à, S, à, ², à, j, à, -à, µ, à, 1, à, ^, à, °, à, -à, 1, à, •, à, j, à, ¥, à, °, à, à, 1, à, 1, à, †, à, j, à, ², à, •, à, 1, †, à, ^, à, °, à, -à, 1, à, •, à, j, à, ¥, à, "à, j, à, ¥, à, 1, à, -à, ç, à, -à, -à, •, à, j, à, ², à, 1, £, à, Z, à, µ, à, ç, à, †, à, 1, £, à, ¥, à, 1, †, à, •, à, TM, à, 100, à, -à, ç, à, (à, j, à, £, à, 'à, j, à, ², à, "à, Z, à, ¥, à, ±, à, †, à, †, à, ², à, TM, à, •, à, 1, à, -à, ,, à, S, à, ², à, j, à, -à, µ, à, 1, à, TM, à, ±, à, 1, à, TM, à, 1, £, à, -à, †, à, ) à, 1, à, •, à, 1, à, ^, à, °, à, j, à, µ, à, ,, à, S, à, ², à, j, à, à, ^, à, °, à, j, à, µ, à, ,, à, S, à, ², à, j, à, -à, µ, à, 1, à, ,, à, 1, à, ², à, «, à, TM, à, ¶, à, 1, à, †, à, 1, †, à, -à, µ, à, 1, à, ,, à, S, à, ², à, j, à, «, à, TM, à, ², à, 1, à, TM, à, 1, à, TM, à, Z, à, ¥, à, ±, à, †, à, †, à, ², à, ,

à, 1, £, à, "à, £, à, ©, à, •, à, •, à, 'à, ^, à, 1, à, ,, à, £, à, 100, à, TM, à, 100, à, ³, à, «, à, TM, à, ±, à, • (Weightless economy) à, «, à, TM, à, 100, à, ², à, 1, à, 1, à, 1-

à, «, à, j, à, ², à, ç, à, -à, ¶, à, †, à, •, à, ¥, à, ², à, "à, à, -à, †, à, à, 'à, TM, à, ,, à, 100, à, ², à, -à, µ, à, 1, à, 1, à, j, à, 1, à, •, à, 100, à, -à, †, à, -à, ², à, "à, ±, à, ç, à, 1, £, à, ,, à, f

à, •, à, ², à, £, à, s, à, £, à, 'à, «, à, ², à, £, à, ~à, ,, à, £, à, •, à, 'à, ^, à, 1, à, s, à, s, à, ç, à, ¥, à, •, à, -à, s, à, 1, à, -à, TM, à, -à, µ, à, 1, à, ¥, à, "à, ¥, à, † (Diminishing return) à, «

à, 1, f, à, TM, à, •, à, ², à, £, à, s, à, £, à, 'à, «, à, ², à, £, à, ~à, ,, à, £, à, •, à, 'à, ^, à, TM, à, ±, à, 100, à, TM, à, ^, à, °, à, j, à, µ, à, ) à, ±, à, ^, à, ^, à, ±, à, ç, à, à, -à, †, à, j, à, £, à, °, à, à, ç, à, ¶, à, 1, à, †, à, 1, £, à, ) à, ±, à, ^, à, ^, à, ±, à, ç, à, -à, µ, à, 1, à, 1, £, à, ) à, ¥, à, µ, à, 1, à, ç, à, TM, à, 1, à, ) à, •, à, ², à, j, à, ) à, £, à, 'à, j, à, ², à, "à, •, à, ², à, £, à, ç, à, ¥, à, 'à, à, ç, à, ¶, à, 1, à, †, à, «, à, ², à, •, à, 1, £, à, £, à, ², à, •, à, 100, à, -à, †, à, •, à, ², à, £, à, 1, £, à, Z, à, 'à, 1, à, j, à, ) à, £, à, 'à, j, à, ², à, "à, •, à, ², à, £, à, ç, à, ¥, à, 'à, •, à, ^, à, °, à, -à, ³, à, 1, à, "à, 100, à, à, à, 1, à, S, à, TM, à, •, à, ±, à, S, à, -à, ç, à, 1, à, ², à, †, à, à, -à, †, à, ) à, ±, à, ^, à, ^, à, ±, à, ç, à, ç, à, ±, à, TM, à, 1, à, ) à, £, à, ,, à, -à, -à, ^, à, ³, à, TM, à, S, à, TM, à, 1, à, £, à, †, à, †, à, ², à, ,

à, •, à, ², à, £, à, s, à, £, à, 'à, «, à, ², à, £, à, ~à, ,, à, £, à, •, à, 'à, ^, à, 1, à, s, à, s, à, ç, à, ¥, à, •, à, -à, s, à, 1, à, -à, TM, à, ¥, à, "à, ¥, à, †, à, ^, à, °, à, «, à, j, à, ², à, ç, à, -à, ¶, à, à, 1, £, à, S, à, 1, à, TM, à, 1, à, •, à, £, à, †, à, †, à, ², à, TM, à, 1, f, à, TM, à, j, à, "à, °, à, -à, µ, à, 1, à, •, à, £, à, ¶, à, †, à, ) à, ±, à, ^, à, ^, à, ±, à, ç, à, -à, µ, à, j, à, µ, à, •, à, 100, à, TM, à, -à, ,, à, TM, à, à, -à, ³, à, 1, f, à, «, à, 100, à, ç, à, ¥, à, •, à, ³, à, 1, à, £, à, •, à, 1, à, -à, ) à, £, à, 'à, j, à, ², à, "à, à, à, 'à, TM, à, ,, à, 100, à, ², à, ¥, à, "à, ¥, à, † (à, 1, à, •, à, 1, à, -à, ¶, à, †, à, -à, ç, à, 1, à, ², à, ,

à, •à, ²à, £à, \$à, £à, 'à, «à, ²à, £à, ~à, à, £à, •à, 'à, ^à¹•à, \$à, \$à, œà, ¥à, •à, -à, \$à¹•à, —à, ™à, —à, µà¹^à¹€à, Žà, 'à¹^à, jà, ,à, ¶à¹%à, ™ (Increa

à, «à, jà, ²à, çà, -à, ¶à, † à, •à, ²à, £à, \$à, £à, 'à, «à, ²à, £à, ~à, à, £à, •à, 'à, ^à¹, à, "à, çà, •à, ²à, £à, —à, à¹^à, jà, —à, à, ™à¹fà, ™à, à, à¹^à, †à, œà, ¥à¹fà, «à¹%à, œà, ¥à, •à, ³à¹, ,à, £à, •à¹^à, -à, >à, £à, 'à, jà, ²à, "à, à, à, ™à, ,à¹%à, ²à, ™à¹%à, -à, çà¹fà, ™à, •à, -à, ™à¹•à, à¹•à, ¥à, °à, jà, µà, œà, ¥à, •à, ³à¹, ,à, £à, jà, ²à, •à, ,à, ¶à¹%à, ™à¹fà, ™à, •à, -à, ™à, «à, ¥à, ±à, †

à, à, jà, jà, jà, •à, 'à, •à, ²à, ™à, •à, ²à, £à¹•à, ,à¹^à, †à, ,à, ±à, ™à, -à, çà¹^à, ²à, †à, à, jà, \$à, 1à, £à, "à¹€à, •à, ²à, jà¹•à, ™à, \$à, ™à, µà¹, à, -à, ,à, ¥à, ™à

à, «à, jà, ²à, çà, -à, ¶à, † à, •à, ²à, £à¹•à, ,à¹^à, †à, ,à, ±à, ™à, —à, µà¹^à, •à, ¥à, ²à, "à, jà, µà, ,à, ™à, ²à, "à, —à, µà¹^à¹, à, •à, •à, \$à¹^à, à, •à, ¥à, ²à, "à, ^à, °à¹, ,à, jà¹^à, -à, 1à, •à, çà, ±à¹^à, \$à, çà, \$à, ™à, ^à, ²à, •à, ,à, à, "à, à, ²à, Žà, •à, ²à, £à, œà, ¥à, 'à, •à¹•à, ¥à, °à, ,à, \$à, ²à, jà, ™à, à¹€à, jà, -à¹^à, -à, •à, ³à, ¥à, ±à, †à, •à, ²à, £à, œà, ¥à, 'à, •à¹€à, Žà, 'à¹^à, jà, ,à, ¶à¹%à, ™à, à, -à, †à¹€à, —à¹^à, ²à, ^à, °à, ,à, ²à, çà, à, à, ™à

à, «à, ²à, •à, ,à, ,à, "à, à, ²à, Žà, ,à, -à, †à, >à, ±à, ^à, ^à, ±à, çà, •à, ²à, £à, œà, ¥à, 'à, •à¹€à, Šà¹^à, ™à, ^à, ³à, ™à, \$à, ™à¹•à, £à, †à, à, «à, £à, •à, -à, ,à, \$à, ²à, jà, à, ²à, jà, ²à, £à, -à, ,à, -à, †à¹•à, £à, †à, †à, ²à, ™à, "à¹%à, \$à, çà, —à, ³à¹fà, «à¹%à, >à, £à, 'à, jà, ²à, "à, •à, ²à, £à, à, «à, ²à, •à¹€à, Žà, 'à¹^à, jà¹•à, £à, †à, †à, ²à, ™à, ,à, ¶à¹%à, ™à¹€à, —à¹^à, ²à, •à, ±à, \$à, à, œà, ¥à, œà, ¥à, 'à, •à, -à, ²à, ^à¹, ,à, jà¹^à¹€à, Žà, 'à

à, ,à, ²à, \$à, —à, \$à, µà, ,à, 1à, " (Period doubling) à, «à, ™à¹%à, ² à¹^à¹"à¹-

à, •à, £à, °à¹•à, à, ,à¹%à, -à, jà, 1à, ¥à, —à, µà¹^à¹, ,à, "à¹%à, ^à, ²à, •à, •à, ²à, £à, ,à, ³à, ™à, \$à, "à, (à¹%à, ³à, •à, ™à¹€à, -à, †à, ™à xn) à¹€à, jà, •à¹^à, - a = 3.2 à, ™à, ±à¹%à, ™à, ^à, °à¹€à, «à¹†à, ™à¹, ,à, "à¹%à, \$à¹^à, ² x à, ^à, °à¹€à, >à, ¥à, µà¹^à, çà, ™à, ,à¹^à, ²à¹, ,à, 2 à¹€à, jà, •à¹^à, -à¹€à, Žà, 'à¹^à, jà, ,à¹^à, ² a à¹, ,à, >à¹€à, £à, •à¹^à, -à, çà, à¹†à, ^à, °à, çà, ±à, †à, ,à, †à, Žà, \$à, \$à¹^à, ² à, jà, µà, ¥à, ³à, "à, ±à, à, ^à, °à, Žà, \$à, \$à¹^à, ²à, jà, µà, ¥à, ³à, "à, ±à, \$à¹€à, >à, ¥à, µà¹^à, çà, ™à¹, ,à, jà, ²à¹€à, >à¹†à, ™à, "à, ±à, †à, ™à, µà¹% 0.433992, 0.847 0.433992, 0.847468, 0.445968, 0.852428, ... à, ¶à¹^à, †à¹€à, >à¹†à, ™à, ¥à, ³à, "à, ±à, \$à, (à¹%à, ³à¹€à, •à, 'à, jà, —à, µà¹^à, jà, µà, ,à, ²à, à¹, ,à, >à, -à, µà, •à, ^à, °à, çà, ±à, †à, ,à, †à, jà, µà, ,à, ²à, \$à¹€à, >à¹†à, ™à 4 à, ^à, ™à, •à, £à, °à, —à, ±à¹^à, †à, à, jà, ²à, •à, •à, \$à¹^à, ² 3.55 à, ¥à, à, jà, µà, Žà, ¢à, •à, 'à, •à, £à, £à, jà¹•à, \$à, \$à, ,à, ²à, \$à, —à, \$à, µà, ,à, 1à, "à,

à, «à, ™à¹%à, ² 203

à, ,à, ³à, -à, ~à, 'à, \$à, ²à, çà, à, ²à, Ž

à, «à, ™à¹%à, ² à¹^à¹•

à¹•à, à, "à, †à, à, ²à, Žà¹fà, «à¹%à¹€à, «à¹†à, ™à, -à, ¶à, †à, ¥à, ±à, •à, ©à, "à, °à, •à, ²à, £à¹€à, >à, ¥à, µà¹^à, çà, ™à¹•à, >à, ¥à, †à, à¹•à, ¥à, °à¹, à, •à, ,à, ¶à¹%à, ™à¹€à, >à¹†à, ™à, œà, 1à¹%à¹fà, «à, •à¹^à, à, ^à, ™à, •à, £à, °à, —à, ±à¹^à, †à, -à, ¶à, †à, \$à, ±à, çà, \$à, £à, ²

à, -à, µà, •à, ¥à, ±à, •à, ©à, "à, °à, ,à, -à, †à, •à, ²à, £à¹€à, >à, ¥à, µà¹^à, çà, ™à¹•à, >à, ¥à, †à¹, ,à, >à¹€à, >à¹†à, ™à¹€à, -à¹%à, ²à, «à

à, «à, ™à¹%à, ² à¹^à¹"

à¹•à, à, "à, †à, à, ²à, Žà, ,à, -à, †à¹€à, £à, ,à, ²à, ,à, "à, 'à, •à¹€à, à, µà¹%à, çà, \$à, à¹^à, \$à, ™à, à¹•à, ¥à, °à, ,à, \$à, ²à, jà¹, ,à, £à¹%à, à, à¹^à, \$à, ™à¹€à, à¹%à, ™à¹•à, à, "à, †à, ,à, \$à, ²à, jà, "à, ±à, ™à, \$à, \$à¹•à, œà, ™à, —à, µà¹^à, à, à, ²à, Žà, à, 1à, jà, 'à, -à, ²à, •à, ²à, "à

à¹Èà, žà, Èà, ²à, °à, à, §à, ²à, ìà¹, à, ìà¹^à¹•à, ™à¹^à, ™à, -à, ™à¹Èà, žà, ìà, òà, òà¹Èà, ¥à¹†à, •à, ™à¹%òà, -à, òà¹fà, ™à, àà, à, ²à, žà, -à, ²à, •à

à, «à, ™à¹%òà, ² à¹^à¹-

à¹•à, àà, "à, †à, à, ²à, žà¹fà, «à¹%òà¹Èà, «à¹†à, ™à, -à, ¶à, †à¹Èà, àà¹%òà, ™à, •à, Èà, ²à, Ÿà, àà, -à, †à¹Èà, àà¹%òà, ™à, à, ¥à, ±à, •à, à, à, à, "à¹Èà, Èà, 'à¹^à, ìà, •à¹%òà, ™à¹Èà, žà, ìà, òà, òà¹Èà, ¥à¹†à, •à, ™à¹%òà, -à, ò, à¹•à, •à¹^à¹Èà, ìà, 'à¹^à, -à¹Èà, àà¹%òà, ™à, •à, Èà, ²à, Ÿà, à, à, ™à, •à, Èà, °à, —à, ±à¹^à, †à, ìà, òà, ¥à, ±à, •à, ©à, "à, °à, •à, Èà, †à, à¹%òà, ²à, ìà, •à, ±à, ™à¹^à, "à, "à¹%òà¹fà, ™à¹Èà, §à, ¥à, ²à, -à, ±à, ™à¹^à

à, «à, ™à¹%òà, ² à¹•à¹™

à¹•à, àà, "à, †à, ¥à, ±à, •à, ©à, "à, °à, •à, ¶à¹^à, †à, à, ²à, šà, à, -à, †à, •à, ²à, Èà¹Èà, à, ¥à, 'à¹^à, -à, ™à¹, à, «à, §à, à, à, ²à, žà, ›à, Èà, °à, à¹Èà, àà¹%òà, ™à, Èà, °à, «à, §à¹^à, ²à, †à, •à, ¥à, ²à, †à, ^à, °à¹Èà, ›à¹†à, ™à¹Èà¹Èà, àà¹%òà, ™à¹•à, àà, "à, †à, •à, ²à, Èà¹Èà, à, ¥à, 'à¹^à, -à, ™à¹, à, ìà, òà, •à, ²à, Èà¹Èà, à, ¥à, 'à¹^à, -à, ™à, —à, ìà¹^à¹•à, šà, šà, à, ²à, šà, Èà, -à, šà, «à¹%òà, ³à, Èà, -à, òà¹Èà, "à, 'à, ìà¹fà, ™à, à, "à, °à, —à, ìà, à, «à, Èà, •à, -à, •à, ¥à¹^à, ²à, §à, -à, ìà, •à, ™à, ±à, òà, «à, ™à, ¶à¹^à, †à, à, •à, -à, ìà, òà, ¥à, ±à, •à, ©à, "à, °à, •à, ²à, Èà¹Èà, à, ¥à, 'à¹^à, -à, ™à¹

à, «à, ™à¹%òà, ² 204

à, «à, ™à¹%òà, ² à¹—à¹•

à¹fà, ™à, «à, ™à¹%òà, ²à, ™à, ìà¹%òà, ^à, °à, •à, ¥à¹^à, ²à, §à, -à, ¶à, †à, "à, à, ¥à, òà, à, ²à, žà¹à, ¥à, °à, •à, ²à, Èà¹Èà, ›à, ¥à, ìà¹^à, à, à, ²à, žà, "à¹%òà, ²à, ™à, šà, ™à¹•à, àà, "à, †à, "à, à, ¥à, òà, à, ²à, žà, à, -à, †à, Èà, °à, šà, šà, à, Èà, °à, šà, šà¹fà, ™à, —à, ìà¹^à, ™à, ìà¹%òà¹^à, à, •à, ±à, ™à, •à¹†à, à, †à, —à, ìà¹^à, "à¹%òà, §à, ò

à¹fà, ™à, àà, à, ²à, žà, §à, °à, —à, ìà¹^à, «à¹^à, ²à, †à¹, à, •à, ¥à, ^à, ²à, •à, "à, à, ¥à, òà, à, ²à, žà¹Èà, Šà¹^à, ™à, à¹fà, ™à, àà, à, ²à, à, ^à, ³à, ™à, §à, ™à, ›à, Èà, °à, Šà, ²à, •à, Èà¹fà, ™à, Èà, °à, šà, šà, ^à, °à¹Èà, ›à, ¥à, ìà¹^à, òà, ™à¹•à, ›à, ¥à, †à¹, ›à, à, «à, ²à, •à, ›à, Èà, °à, Šà, à¹•à, ¥à¹%òà, §à, ^à, ³à, ™à, §à, ™à, ›à, Èà, °à, Šà, ²à, •à, Èà¹fà, ™à, §à, ±à, òà¹Èà, òà, ²à, §à¹Èà, ^à, °à, ìà, ìà¹•à, ™à, §à¹, à, ™à¹%òà, ìà, àà, 1 à, «à, ²à, •à, ›à, Èà, °à, Šà, ²à, •à, Èà, —à, ìà¹^à¹Èà, •à, 'à, "à¹fà, «à, ìà¹^à, ìà, òà, ™à¹%òà, -à, òà, •à, §à¹^à, ²à, ›à, Èà, °à, Šà, ²à, •à, Èà, —à, ìà¹^à, à, ^à, °à, ìà, òà, •à, ²à, Èà¹Èà, ›à, ¥à, ìà¹^à, òà, ™à¹•à, ›à, ¥à, †à, «à, Èà, 'à, -à, ìà, òà, žà, ¥à, §à, ±à, •à, à, ¶à¹%òà, ™à, à, 'à, °à, ìà, òà, •à, ²à, Èà, ^à, à¹Èà, Šà¹^à, ™à, àà, à, ²à, žà¹•à, -à, -à, ±à, "à, —à, ³à¹fà, «à¹%òà, àà, à, ²à, žà¹à, §à, "à, ¥à¹%òà, -à, ìà¹Èà, àà, 'à¹^à, -à, ìà¹, à, —à, Èà, ìà, •à¹^à

à¹, à, à, Èà, †à, àà, Èà¹%òà, ²à, †à, ›à, Èà, °à, Šà, ²à, •à, Èà, ìà, òà, •à, ²à, Èà, ^à, ±à, "à, Èà, °à¹Èà, šà, ìà, òà, šà¹fà, «à, ìà¹^à¹•à, ¥à, °à, à¹, à, à, Èà, †à, àà, Èà¹%òà, ²à, †à, —à, ìà¹^à¹Èà, •à, 'à, "à, à, ¶à¹%òà, ™à¹fà, «à, ìà¹^à, ™à, ìà¹%òà, ^à, °à, à, ±à, šà¹Èà, à, ¥à, 'à¹^à, -à, ™à¹, à¹, à, à, Èà, †à, àà, Èà¹%òà, ²à, †à, Èà, °à, šà, šà¹fà, «à, ìà¹^à, ™à, ìà¹%òà¹Èà, ›à¹†à, ™à, •à, ±à, §à, •à, Èà, °à, ^à, ²à, òà, žà, ¥à, ±à, †à, †à, ²à, ™à, à¹•à, Èà, †à¹Èà, àà, ìà, òà, "à, —à, ²à, ™à¹Èà, ›à¹†à, ™à¹, à, à, Èà, †à, àà, Èà¹%òà, ²à, †à, —à, ìà¹^à, •à, Èà, °à, "à, ²à, òà, à, §à, ²à, ìà, Èà¹%òà, -

à, «à, ™à¹%òà, ² à¹—à¹'

à, àà, 'à¹^à, -à, -à, ¶à, †à, ¥à, ³à, "à, ±à, šà, à, -à, †à¹Èà, «à, •à, à, à, •à, ²à, Èà, "à¹Èà, —à, ìà¹^à, •à¹%òà, -à, †à, šà¹^à, †à, šà, -à, •à¹, à, à¹Èà, §à, ¥à, ²à, 'à, °à, "à, ³à¹Èà, ™à, 'à, ™à¹, à, ›à¹fà, ™à, —à, 'à, 'à, —à, ²à, †à, —à, ìà¹^à¹Èà, -à, •à, à, žà, «à, Èà, 'à, -à, Èà, °à, šà, šà, ›à, 'à, ²à, ™à¹^à







