

I bF 0> .? tE @1 i; ; %W% j%_ %F% # %V\$ N<BAu4 p= `(2 >)

February 9, 2004

I bF 0> .? tE @? t\$ N% U%) ! < % %C% H\$ OIEEE C 1 @ :EY% U%) ! < % %C% H\$ K4 p\$ E\$ /! # \$?\$ @ \$ 7! "F 1E y\$ N5 !G = \$, F @ \$ i\$ 1\$ 1\$ P F bI tE * \$ KJL\$ JI = 8 = \$ rMQ\$ \$ \$ F\$ b9 = \$ o\$ J\$ \$! #IEEE 5 , 3 J\$ N+ 0 \$ H% N! < % %k? t\$ O: G c8 BI = 8 = \$ G\$ - \$ J\$ 1\$ 1\$ P\$ J\$ i\$: ! " \$ 3\$ 1\$ i\$ N I bF 0> .? tE @C M\$ KB P\$ 7\$ F\$ CB P1 ~ \$ 9\$ k< B? tC M\$, D j5 A\$ 5\$ 1\$ k! # \$ = \$ 10 J3 0\$ N I bF 0> .? tE @C M\$ N D j5 A/ L\$ D j5 A\$ * \$ h\$ SC M\$ N2 r< a\$ O; X D j\$ 7\$ J\$ \$ \$, ! "8 D! 9\$ N I bF 0> .? tE @C M\$ K\$ D\$ \$ \$ FB P1 ~ \$ 9\$ k< B? tC M\$, D j5 A\$ 5\$ 1\$ F\$ \$ \$ k\$ + H]\$ + \$ r0 1 0 U\$ K D j\$ a\$ M\$ P\$ J\$ i\$ J\$ \$! # 0 J2 < \$ G\$ O! "B P1 ~ \$ 9\$ k< B? tC M\$, D j5 A\$ 5\$ 1\$ F\$ \$ \$ k I bF 0> .? tE @? t\$ rM - 8 z\$ JI bF 0> .? tE @? t\$ H8 F\$ V! #

0 J2 < \$ N @ bL @ \$ G! "e = 2⁻¹²⁶ \$ H\$ 9\$ k! # \$ ^\$?! "? t3 XE * 4 X? t\$ H< J L L\$ G\$ - \$ k\$ h\$ & \$ K! "I bF 0> .? tE @1 i; ; %W% j%_ %F% # %V\$ CB gJ 8; z\$ GI = 5 - \$ 7! " \$ + \$ D! "FAD I N\$ h\$ & \$ KJL\$ J% U%) % s% H\$ rMQ\$ \$ \$ k! #

fadd M-8 z\$ JI bF 0> .? tE @? t A, B \$ N A H\$, - 2¹²⁷ < A, B, A + B < 2¹²⁷ \$ rK ~ \$?\$ 9\$ H\$ - FAD (A, B) \$ QM - 8 z\$ JI b F 0> .? tE @? t\$ rJ V\$ 7! "0 J2 < \$ N > r7 o\$ rK ~ \$?\$ 9\$ 3\$ H! #

$$|FAD(A, B) - (A + B)| < \max(|A| \cdot 2^{-23}, |B| \cdot 2^{-23}, |A + B| \cdot 2^{-23}, \epsilon)$$

fsub M-8 z\$ JI bF 0> .? tE @? t A, B \$ N A H\$, - 2¹²⁷ < A, B, A - B < 2¹²⁷ \$ rK ~ \$?\$ 9\$ H\$ - FSU (A, B) \$ QM - 8 z\$ JI b F 0> .? tE @? t\$ rJ V\$ 7! "0 J2 < \$ N > r7 o\$ rK ~ \$?\$ 9\$ 3\$ H! #

$$|FSU(A, B) - (A - B)| < \max(|A| \cdot 2^{-23}, |B| \cdot 2^{-23}, |A - B| \cdot 2^{-23}, \epsilon)$$

fmul M-8 z\$ JI bF 0> .? tE @? t A, B \$ N A H\$, - 2¹²⁷ < A, B, AB < 2¹²⁷ \$ rK ~ \$?\$ 9\$ H\$ - FMU (A, B) \$ QM - 8 z\$ JI b F 0 > .? tE @? t\$ rJ V\$ 7! "0 J2 < \$ N > r7 o\$ rK ~ \$?\$ 9\$ 3\$ H! #

$$|FMU(A, B) - AB| < \max(|AB| \cdot 2^{-22}, \epsilon)$$

fdiv M-8 z\$ JI bF 0> .? tE @? t A, B (B ≠ 0) \$ N A H\$, - 2¹²⁷ < A, B, $\frac{A}{B}$ < 2¹²⁷ \$ rK ~ \$?\$ 9\$ H\$ - FDIV (A, B) \$ QM - 8 z\$ JI b F 0> .? tE @? t\$ rJ V\$ 7! "0 J2 < \$ N > r7 o\$ rK ~ \$?\$ 9\$ 3\$ H! #

$$\left|FDIV(A, B) - \frac{A}{B}\right| < \max\left(\left|\frac{A}{B}\right| \cdot 2^{-20}, \epsilon\right)$$

sqrt M-8 z\$ JI bF 0> .? tE @? t A \$, 0 ≤ A < 2¹²⁷ \$ rK ~ \$?\$ 9\$ H\$ - SQR (A) \$ QM - 8 z\$ JI b F 0> .? tE @? t\$ rJ V\$ 7! "0 J2 < \$ N > r7 o\$ rK ~ \$?\$ 9\$ 3\$ H! #

$$|SQR(A) - \sqrt{A}| < \max(\sqrt{A} \cdot 2^{-20}, \epsilon)$$

sin \$ " \$ K D j? t c (1 - 2⁻²³ < c < 1 + 2⁻²³) \$, B 8: _ \$ 7\$ F! "- 2¹²⁷ < A < 2¹²⁷ \$ rK ~ \$?\$ 9A 4\$ F\$ NM - 8 z\$ JI b F 0> .? t E @? t A \$ KB P\$ 7\$ F S I N (A) \$ QM - 8 z\$ JI b F 0> .? tE @? t\$ rJ V\$ 7! "0 J2 < \$ N > r7 o\$ rK ~ \$?\$ 9\$ 3\$ H! #

$$|SIN(A) - \sin cA| < \max(|\sin cA| \cdot 2^{-18}, \epsilon)$$

cos $\$ " \$ k _ j ? t \, c \, (1 - 2^{-23} < c < 1 + 2^{-23}) \, \$, B8 : _ \$ 7 \$ F ! " - 2^{127} < A < 2^{127} \, \$ rK \sim \$? \$ 9 A 4 \$ F \$ NM - 8 \, z \$ JI b F 0 > .$
 $? t E @ ? t \, A \, \$ KB P \$ 7 \$ F CO \$ A) \, \$ OM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \$ rJV \$ 7 ! " 0 J2 < \$ N > r7 \, o \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

$$|CO\$A) - \cos cA| < \max(|\cos cA| \cdot 2^{-18}, \epsilon)$$

atan $- 2^{127} < A, < 2^{127} \, \$ rK \sim \$? \$ 9 A 4 \$ F \$ NM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ \, A \, \$ KB P \$ 7 \$ F AT A (\mathbb{N}) \, \$ OM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \$ r$
 $JV \$ 7 ! " 0 J2 < \$ N > r7 \, o \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

$$|ATA(\mathbb{N}) - \arctan A| < \max(|\arctan A| \cdot 2^{-20}, \epsilon)$$

flhalf $FHAL(\mathbb{E}) \, \$ OFMU(\mathbb{L}, 0.5) \, \$, K \sim \$? \$ 9 \$ Y \$ - 4 p = \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

fsqr $FSQR(A) \, \$ OFMU(\mathbb{L}, A) \, \$, K \sim \$? \$ 9 \$ Y \$ - 4 p = \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

fabs $- 2^{127} < A < 2^{127} \, \$ rK \sim \$? \$ 9 A 4 \$ F \$ NM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \, A \, \$ KB P \$ 7 \$ F FAB \$ A) \, \$ OM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t$
 $\$ rJV \$ 7 ! " FAB \$ A) = |A| \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

fneg $- 2^{127} < A < 2^{127} \, \$ rK \sim \$? \$ 9 A 4 \$ F \$ NM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \, A \, \$ KB P \$ 7 \$ F FNE (\mathbb{G}) \, \$ OM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t$
 $\$ rJV \$ 7 ! " FNE (\mathbb{G}) = - A \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

fless $M - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \, A, B \, \$ NA H \$, - 2^{127} < A, B < 2^{127} \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ H \$ - ! " FLES \$ A, B) \, \$ O ? ? 5 \, 6 CM \$ rJV \$ 7 ! "$
 $A < B \, \$ H FLES \$ A, B) = \text{true} \, \$, F1 CM \$ G \$ " \$ k \$ 3 \$ H ! \#$

fiszero $M - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \, A \, \$, - 2^{127} < A < 2^{127} \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ H \$ - ! " FISZER (\mathbb{Q}) \, \$ O ? ? 5 \, 6 CM \$ rJV \$ 7 ! " A = 0$
 $\$ H FISZER (\mathbb{Q}) = \text{true} \, \$, F1 CM \$ G \$ " \$ k \$ 3 \$ H ! \#$

fispos $FISPO \$ A) \, \$ OFLES \$ (0.0, A) \, \$, K \sim \$? \$ 9 \$ Y \$ - 4 p = \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

fisneg $FISNE (\mathbb{G}) \, \$ OFLES \$ A, 0.0) \, \$, K \sim \$? \$ 9 \$ Y \$ - 4 p = \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ 3 \$ H ! \#$

floor $M - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \, A \, \$, - 2^{127} < A < 2^{127} \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ H \$ - ! " FLOOR (\mathbb{R}) \, \$ OM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ CM \$ rJV$
 $\$ 7 ! " \$ = \$ NC M \$ O @ 0 ? t \$ G ! " \$ + \$ D ! " FLOOR (\mathbb{R}) \leq A < FLOOR (\mathbb{R}) + 1 \, \$, @ . N) \$ 9 \$ k \$ 3 \$ H ! \#$

ftoi(int_of_float) $M - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \, A \, \$, - 2^{31} + 1 \leq A \leq 2^{31} - 1 \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ H \$ - ! " FTO (A) \, \$ O 32 \text{bit} \, @ 0$
 $? t \$ rJV \$ 9 ! \# \$ 3 \$ N \$ H \$ - ! " |I - A| < |FTO (A) - A| \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ h \$ \& \$ J 32 \text{bit} \, @ 0 ? t \, I \, \$, B8 : _ \$ 7 \$ J \$ \$ \$ 3 \$ H ! \#$

itof(float_of_int) $32 \text{bit} \, @ 0 ? t \, I \, \$ KB P \$ 7 \$ F ITO F (I) \, \$ OM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ \$ rJV \$ 9 ! \# \$ 3 \$ N \$ H \$ - ! " |A - I| <$
 $|ITO F (I) - I| \, \$ rK \sim \$? \$ 9 \$ h \$ \& \$ JM - 8 \, z \$ JI b F 0 > . ? t E @ ? t \, A \, \$, B8 : _ \$ 7 \$ J \$ \$ \$ 3 \$ H ! \#$