



UNDERGRADUATE RESEARCH AND SCHOLARLY ACTIVITY

University of Alaska Fairbanks

!

"#"\$#"#&! ' ( ) ) \*+,-./+01023!4215+,+0!6 7 153!  
829\*2:-!;(5!<5(=:1:!?8@<A!

!

B2:C5,=-,(+D!

!"#\$%&'#(')\$\*)(+,-)0123456789:;  
- ' 3 8 (+ \$ + \* % \$ 7 " 9 ) \$ # ) 2 \* ' 8 8 0 1 \* / 2 % \* ' \* \* ! : ; 4 \* < 2 3 3 ( " 7 ) 1 6 = " & ' & \$ # > \$ ' % " 7 " & \* ? < = > @ \* 4 A ' % # \* 2 / \* ( 8 \* ) 2 \* B C , D D D E \*  
F . 7 + \* ' A ' % # \* 7 + \* ' \* \* 2 8 8 2 % ) ( " 7 ) 1 \* / 2 \* ( " # \$ % & % ' # ( ' ) \$ \* + ) ( # \$ " ) + \* ) 2 \* A 2 % G \* A 7 . \* ' \* - 2 3 3 ( " 7 ) 1 \* 8 ' % ) " \$ % \* ) 2 \* \$ H 8 0 2 % \$ \* ' \*  
- 2 3 3 ( " 7 ) 1 \* " \$ # \* 2 \* 8 % 2 I 0 \$ 3 \* ) . % 2 ( & . % \$ + \$ ' % - . \* 2 % \* + - . 2 0 ' % 0 1 \* ' - ) 7 9 7 ) 1 E \* 4 A ' % # \$ \* 8 % 2 8 2 + ' 0 + \* A 7 0 0 \* - 0 \$ ' % 0 1 \*  
# \$ + - % 7 I \$ \* ' 8 % 2 J \$ - ) A 7 . \* \* # \$ + 7 % \$ ) 2 \* - 2 0 0 ' I 2 % ' ) \$ A 7 . \* \* - 2 3 3 ( " 7 ) 1 \* 8 ' % ) " \$ % \* ? 0 \$ ' # \$ % , \* 2 % & ' 7 K ' ) 7 2 " , \* 2 % \*  
8 2 8 ( 0 ' ) 7 2 " @ \* A . 2 \* 7 + \* A 7 0 0 \* ' & \* ) 2 \* + ( 8 8 2 % ) \* ( " # \$ % & % ' # ( ' ) \$ \* + ) ( # \$ " ) \* 7 " 9 2 0 9 \$ 3 \$ ) E \*

L F . \$ / ( " # 7 " & \* 0 7 3 7 ) \* / 2 % \* ) . 7 + \* : 5 M \* 7 + \* B C , D D D \*

L 4 8 8 0 7 - ' ' ) + \* 3 ' 1 \* ' 8 8 0 1 \* ' + \* ' \* 7 " # 7 9 7 # ( ' 0 \* 2 \* ' + \* ' & % 2 ( 8 \* I ( ) \* ' % \$ % \$ N ( 7 % \$ # \* ) 2 \* 7 # \$ ) 7 / 1 \* ' ) 0 \$ ' + ) \* 2 " \$ \*  
\$ 0 7 & 7 I 0 \$ \* ( " # \$ % & % ' # ( ' ) \$ \* + ) ( # \$ " ) \* ( 8 2 " \* ' A ' % # 7 " & E \*\*

L 5 ( " # + \* 3 ' 1 \* I \$ ( + \$ # \* ) 2 A ' % # + \* ' \* \* ( " # \$ % & % ' # ( ' ) \$ \* + ) ( # \$ " ) / \$ 0 0 2 A + . 7 8 , \* ( " # \$ % & % ' # ( ' ) \$ \* + ) ( # \$ " ) \* ( 7 ) 7 2 " \*  
? ( 8 \* ) 2 \* 0 \* - % \$ # 7 ) + \* / 2 % \* ' \* - 2 ( % + \$ % \$ 0 ' ) \$ # \* ) 2 \* ) . \$ \* 8 % 2 J \$ - ) @ , \* ) % ' 9 \$ 0 \* ) 2 \* ' / 7 \$ 0 # A 2 % G \* 0 2 - ' ) 7 2 " , \* - 2 " + ( 3 ' I 0 \$ \*  
+ ( 8 8 0 7 \$ + , \* 2 % \* - 2 " ) % ' - ) ( ' 0 \* + \$ % 9 7 - \$ + E \*

L M % 2 J \$ - ) A 2 % G \* 3 ( + ) \* ' G \$ \* 8 0 ' - \$ \* I \$ ) A \$ \$ " \* 3 7 # 6 P - ) 2 I \$ % \* ? A . \$ " \* / ( " # + \* ' % \$ \* ' 9 ' 7 0 ' I 0 \$ @ \* ' " # \* Q ( " \$ \* R D , \* S D S C E \*

L 5 ( " # + \* 3 ( + ) \* I \$ \* + 8 \$ " ) \* I 1 \* Q ( " \$ \* T , \* S D S C E \*

L 4 8 8 0 7 - ' ) 7 2 " + \* A 7 0 0 \* 2 8 \$ " \* Q ( 0 1 \* T C , \* S D S O



' 5,-25,1!@(5!E2>2C-,(+D!

4 A '%#\*+\$0\$-)72"+\*A700\*I\$I'+\$#\*2"V\*\*

T@\* ` %7))\$\*N('07)1\*2/\*).\$\*8%282+'0\*'"#\*N('07)1\*2/\*).\$\*A2%G\*80'"E\*\*

S@\*\_")\$00\$-)( '0\* 3 \$%7)\*' "#\*+- .20'%01a-%\$')79\$\*-2")%7I(72"\*2/\*).\$\*8%2J\$-)\*'"#\*7)+\*82)\$"7'0\*2()-2 3 \$+E\*R@\*

;)(\$8\$)\*0\$%'7"&\*2()-2 3 \$+\*%)7-(0')\$#\*7"\*).\$\*8%282+'0E\*\*

0@\*4#N('\$)\*7"9209\$3\$")\*2/\*'"\*88%29\$#\*3\$")2%\*'+\*#\*3 2"+)%)\$#\*7"\*'3\$")2%7"&\*80'"E\*\*

C@\*5\$'+7I707)1\*2/\*-2 3 80\$)72"\*A7).7"\*).\$\*&79\$")7 3 \$07"\$E\*\*

\*

;\$0\$-72"+\*A700\*I\$3'#\*\$I1\*).\$\*! : ; 4\* : \$97\$A\*M'"\$0\*'"#\*).\$\*! : ; 4\*X7%\$-)2%E\* : \$97\$A\$%+\*%'\$%/2 3 '\*00\*

#7+-7807"\$+\*6\*I\$+(%\$)2\*A%7)\$%/2%\*'&\$"\$0\*'( #7\$"- \$b\*>22G\*2"\*).\$\*! : ; 4\*A\$I+7)\$\*("#\$%c4A'%#\*

\_/2% 3 ')72"c\*/2%\* 3 2%\$\*#)\$'70+\*2"\*J(#&7"&\*-%7)\$%7'E\*F.\$\*2"07"\$\*8807-' )72"\*/2% 3 \*A700\*"2)\*'002A\*+'97"&E\*

M0\$'+\$\*-2 3 80\$)\$12(%\*'8807-' )72"\*7"\*'2).\$\*#\*2-( 3\$)"\*'"#\*-281a8'+)\$\*A.\$\*12(\*%'\$%\$\*#1\*)2\*+(I 3 7)E\*

\*

TE 4 8807-' )\_"/2% 3 ')72"\*

'E ^ ' 3 \$\*

IE ! 4\*\_X\*

-E ! 4\*=3 '70\*

#E 4 8807-' )\* ! 4 56'//707')72"\*? ! "#\$%&'#(')\$\*+)(#\$"),\*&'#(')\$\*+)(#\$"),%\$+\$'%- . \$%,\*+)'//2%\*  
/'-(0)1@\*

\$E M0\$'+\$\*7"-0(#\$\*7"/2% 3 ')72"\*/2%\*\$'- . \* 3 3 I\$%\*8%'%)7-78')7"&\*2"\*).7+\*8%2J\$-E\*M0\$'+\$\*7"-0(#\$\*  
)\$\*/2002A7"&V\*^ ' 3 \$,\* ! 4\*\_X,\* ! 4\*=3 '70,\* ! 4 56'//707')72"\*,'"#\*4")7-78')\$#\* [ '%#(')72"\*

X')\$+\*2/\*'00\* ! "#\$%&'#(')\$\* ; )(#\$")+\*07+)\$#E\*\*

7E d^2)\$V\*')\*0\$'+)\*2"\$\*3 3 I\$%\*3 (+)\*I\$\*"!\* ! : ; 4 6\$07&7I0\$\*( "#\$%&'#(')\$\*+)(#\$")E\*\*

77E d^2)\$V\*\_/\*'"\* ("#\$%&'#(')\$\*+)(#\$")+ (I 3 7)+\*).\$\*'8807-' )72"\*, \ \$")2%?+@\*07+)\$#\*A700\*

I\$%N(7%\$#\*)2\*-2 3 80\$)\$\*'"\*e ! : ; 4\* \ \$")2%\*<2"/7% 3 ')72"\*52% 3 f\*8%72%\*)2\*).\*\$\*

'8807-' )72"\*#\*\$'#07"\$)\*2\*I\$\*07&7I0\$\*/2%\*\$97\$AE\*

/E X\$8%' 3 \$")%\$0')\$#\*2\*).\*\$\*8%282+\*#\* ' A '%#\*

&E M0\$'+\$\*7"#7-' )\$\*).\*\$\*57+- '0\*P//7-\$\*)2\*'# 3 7"7+)\$%\*).\*\$\*'A'%#\*?' +G\*12(%\* 3 \$")2%\*/12(\*%'\$\*2)\*  
+(%\$@\*

7E <200\$&\$\*2/\*Z(+7"\$+\*+'\*"#\* ; \$-(%7)1\* \ '""&\$3\$")\*?<Z ; \ @\*

77E <200\$&\$\*2/\*="&7"\$S\$%7"&\*'"#\* \ 7"\$+\*?<= \ @\*

777E

SE M%2J\$-)\_"/2%3 ')72"\*

'E F7)0\$\*2/\*M%2J\$-)\*

IE 4 II%\$97')\$#\*M%2J\$-)\*X\$+-%78)72"\*?CD\*A2%#\*+2%\*0\$+@\*

7E F.7+\*A700\*I\$\*(+\$#\*/2%\*8(I07-'\*"'2("-\$3\$"))+\*7/\*'A'%#\$#E\*

-E M%2J\$-)\*X\$+-%78)72"\*

7E M0\$'+\$\*#\$+-%7I\$\*12(%\*2I+\$%9')72"\*2/\*'8%2I0\$3,\*)\$"+72",\*2%\*#7+-2""\$-)\*7"\*).\$\*  
-233 ("7)1E\*\_"-0(#\$%\$0\$9'")\*.7+)2%1\*2%\*-2")\$H)\*2/\*).\$\*8%2I0\$3\*2%\*\$#E\*?RDD\*  
A2%#\*+@\*

77E `.')\*-233 ("7)1\*0\$'#\$,\*&%2(8,\*2%\*2%&'7K')72"\*#2\*12(%\*8%282+\$\*)2\*A2%G\*A7).2"\*  
)7+\*8%2J\$-)\*g\*h'9\$\*12(\*-2"/7%3\$#\*8%2J\$-)\*8'%)7-78')72"\*A7).A.2\*12(\*. '9\$\*  
7#\*)/7/\$#\*g\*h2A\*#2\*12(\*80'")2\*+)(%\$\*)7+\*%\$0')72"+.78g\*?RDD\*A2%#\*+@\*

777E !802'#\*'\*MX5\*?3\$32,\*0\$)\$%,\*\$3'70\*2%\*2).\$%A7+\$@\*).')\*+.2A+\*).')\*12(%\*7#\*)7/7\$#\*  
-233 ("7)1\*0\$'#\$,\*&%2(8,\*2%\*2%&'7K')72"\*\*. '+\*+7&"\$#\*2"\*2\*12(%\*8%282+\$#\*8%2J\$-)\*E\*\*

'E M%2J\$-)\*Z'-G&%2("##\*?RDD\*A2%#\*+@\*

7E P(07"\$)\$).\$\*8%\$972(+\*%\$+\$'%-.'\*"'#a2%\*8%2J\$-)\*A2%G\*).')\*. '+\*0\$'#1')'G\$"\*80'-\$\*)2\*  
+\$\*)\$. \$\*/2("'#')72"\*2%\*12(%\*-(%\$%)\$)\*8%2J\$-)\*8%282+'0E\*]2(\*3'1\*7"-0(#\$\*.7+)2%7-'0\*  
#7+-29\$%7\$+,%\$/\$%\$"--\$+\*2/\*8%\$+\$\*)07)\$%)(\$\$,\*' "#a2%\*#\$+-%78)72"+\*2/\*-2380\$)\$#\*  
8%2J\$-)\*'+G+E\*]2(\*3'1\*'0+2\*7"-0(#\$\*12(%\*N('07/7-')72"+,\*7"-0(#7"&%\$0\$9'")\*  
-2(%+\$A2%G,%\$+\$'%'-.\*\$H8\$%7\$'-\$,%\$')79\$\*'797)1\*\$H8\$%7\$'-\$,\*"'#\*"'1\*\$0\$9'")\*  
\$H)\$'-(%7-(0'%'7-797)7\$+\*).')\*3'1\*8%297#\*\$\*I'+7+\*/2%\*).7+\*8%282+'0E\*

IE M%2J\$-)\*X\$+7&"\*?RDD\*A2%#\*+@\*

7E ;(33'%7K\$)\$.\$\*3\$).2#+,\*+G700+,\$)\$-."7N(\$+,\*8%2-\$#(%\$+,\*"'#a2%\*8%2)2-20+\*  
12(\*80'")2\*(+\$\*)2\*'-.7\$9\$\*12(%\*8%2J\$-)\*&2'0+E\*M0\$'+\$\*7"-0(#\$\*' \*  
#\$+-%78)72"\*2/\*'1\*!45\*\$N(783\$)\$)\*2%\*/'-707)7\$+\*'--\$+\*+\*).')\*A700\*I\$\*\$#\$\*#\*  
)2\*-2380\$)\$\*12(%\*8%2J\$-)\*E\*

#E X\$079\$% I0\$+\*?SDD\*A2%#\*+@\*

7E =H80'7"\*A.')\*#\$079\$% I0\$+\*12(\*80'")2\*8%2#(-\$\*'+'\*%\$+(0)\*2/\*12(%\*8%2J\$-),\*+(-.'\*'+\*

77E \*ddF7 3 \$07" \$+\*+. 2(0##I\$\*-2 3 80\$)\$#7"\*-2"(0)'72"\*I\$)A\$\$"\*+)(#\$")+\*' "# 3 \$")2%+E\*  
777E ddd400\*8%2J\$-)\*A2%G\* 3 (+)\*I\$\*-2 3 80\$)\$#\*"2\*0')\$%\$). '""Q("\$\*RD,\*SDSCE\*

\*

RE M%2J\$-)\*Z(#&\$)\*\*

'E : \$ 3 7"# \$%+V\*\*

7E Z\$\*+(%\$\*). \$\*' 3 2(")+\*'###(8\*)2\*). \$\*)2)'0\*' 3 2(")%N(\$+)\$#E\*\_/ '\*-' )&2%1\*#2\$+\*2)\*  
'8801\*)2\*12(,\*8( )D\*?K\$%2@\*2%\*^a4E\*

77E 4\*+)(#\$")\* 3 '1\*"2)\*. 7%\$\*' "2). \$%\*8\$%+2"\*2\*' ++7+)\*). \$ 3 E\*

777E 5("#+\* 3 '1\*"2)\*I\$\*(+##\*/2%)\*. \$\* 3 \$")2%E\*

79E ! : ; 4\*#2\$+\*^ PF\*/("##-2"/\$%\$"- \$a-2 3 8\$)7)72"\*)% '9\$0\*97 '\*8%2J\$-)\*' A '%#E\*

9E =07&7I0\$\*H8\$"+\$+\*7"-0(#\$\*("#\$%&% #' #' )\$\*+)(#\$")\*/\$002A+. 78,\* ('#\$%&% #' #' )\$\*  
+)(#\$")\*(7)72"\*)?(8\*)2\*0\*-%\$#7)+\*/2%\*' \*-2(%+\$%\$0')\$#\*)2\*). \$\*8%2J\$-)\*@,\*% '9\$0\*2\*' \*  
/7\$0#A2%G\*02-' )72" ,\*-2"+( 3 ' I0\$\*8%2J\$-)\*+(8807\$+,\*2%\*-2" )% '-)( '0'+\$%97-\$+E\*  
=N(78 3 \$"),\*+2/)A '%\$,\*+(I+-78)72"+,\*' "#\*8\$%+2" '0\*&\$%'A700"2)\*I\$\*-2"+7#%\$%#\*/2%\*  
/("##7"&E\*

IE F2)'0\* 4 3 2(")\* : \$N(\$+)\$#\*

7E \*d \ 'H7 3 ( 3 %N(\$+)\*7+\*BC,DDDE\*

-E Z(#&\$)\*Q(+)/7/- ')72"\*)?RDD\*A2%#+@\*

7E M%297# \$\*'#\$)'70\$#\*I(#&\$)\*. ')2( )07"\$+\*). \$\*\$H8\$-)\$#\*\$H8\$"+\$+\*' ++2-7')\$#\*A7). \$\*  
8%2J\$-)\*E\*\*

77E h '9\$\*12(\*'8807\$#\*/2%\*' "#%\$-\$79\$#\*' "1\*2). \$%\*/ ("##+\*/2%)\*. 7+\*8%2J\$-)\*g\*

777E \*\_\*1\$+,\*80\$'+\$\*07+)\*12(%\*/ ("##7"&\*+2(%-\$\*' "#\*). \$\*)7 3 \$\*/% ' 3 \$\*/2%)\*. \$+\*  
'A '%#\$#a8%282+\$#\*/ ("##+E\*

#E ! 802' #' \*-2 3 80\$)\$#\* ! : ; 4\*Z(#&\$)\*52 3 \*?570\$\* ! 802' #@\*

7E dP "01\* ! : ; 4\*I(#&\$)\*\$3 80')\$+\*A700\*I\$\*' --\$8)\$#E\* 4 8807- ')72"+\*2 3 7))7"&\*2%\*  
+(I 3 7))7"&\*0)\$% " ' )\$\*I(#&\$)+\*A700"2)\*I\$%\$97\$A\$#E\*

\$E Z(#&\$)\*k(2)\$+\*X2-( 3 \$")\*?570\$\* ! 802' #@\*

7E M0\$'+\$\*(802' #' \*-2"+207#')\$#\*MX5\*2/\*). \$\*N(2)\$+a%\$-\$78)+\*/2%\*80' " "##\*8(%-. ' +\$+\*  
' "#a2%\*+\$%97-\$+\*%N(\$+)\$#\*7" \*12(%\*I(#&\$)E\*

\*

OE 4 8807- '")\*4 &%\$ \$ 3 \$")+V\*

'E 4 8807- '")?+@\*/2("#%\$+82"+7I0\$\*/2%\*80' &' %7K7' &\* ' "1\*8' %)\*2/\*). \$7%\* '8807- ')72" \*A700\*I\$\*  
#7+N('07/7\$#%/%2 3 %\$-\$797"&\*/ ("##7"&\*/2%)\*. 7+\*8%282+'0\*' "#\* 3 '1\*I\$\*#7+N('07/7\$#%/%2 3 %\*/( )(\$%\*  
/ ("##7"&\*2882%)( "7)7\$+E\*

IE ! "#\$%&% #' #' )\$\* ;)(#\$")\*4 8807- '")?+@\*("#\$%+)' "#\*). ' ) 1 \*

7E

7E F.7+\* 3 \$\$)7"&\*A700\*I\$\*(+\$#\*)2\*/7" '07K\$%/( "#7"&#7+)7I()72"+,\*#7+-(++\* 3 \$")2%\*" "#  
+)(#\$")\$H8\$-')72"+\*#(%7"&\*).\$'A'%#\*)\$% 3,\*' "#)2\*-2 3 80)\$\*8' 8\$%A2%GE\*  
77E [%2(8\* 3 \$ 3 I\$%+\*A700\*I\$'+G\$#\*)2\*-2 3 80)\$\*' \* 3 2#0%\$0\$'+\$\*/2% 3 ,\*)2\*+7&"\*'"1\*