



UNDERGRADUATE RESEARCH AND SCHOLARLY ACTIVITY

University of Alaska Fairbanks

111!#!"!!%&'()*+,-. /0-1234-5,67+289
: - ; < -9, =-32123>39+(9!?: @ 1A

B-952),3/Ck

!"#\$%&'()*+,-.#/0123456789:;<=>?@ABCD
*6*52*<525,3\$1:)\$(*&,. \$:1(\$+&'#)(*'+* ,#\$(#.#*/('*\$&'\$/(#*,56#\$/ ,565,3\$;(1=#/ ,.\$:1/+.#'\$1&\$/25>* ,#/'*&)#
, "#>#.?!"5.\$)(*&,\$1; ;1(+&5,3\$5.\$1;#&\$,1\$*22\$+&'#)(*'+* ,#\$. ,+'#& ,.\$@'1\$*(#5& ,#(,.#'\$5&\$/1&' +/,5&)\$
./"12*(23\$@1(A\$1&\$6*(51+.\$* ; #/ , . \$1:\$/25>* ,#/'*&)#B\$5&/2+'5&)\$<+ ,&\$1,\$25>5, #'\$,1\$/25>* ,#\$. /5#&/#B\$/25>* ,#
; 125/3B\$65. +*2\$1(\$@5, #&\$/1 >> +&5/* ,51&\$1:\$/25>* ,#55. +.#.B\$* &'\$/25>* ,#*'* ; , * ,51&\$* &'\$/25>5,5)* ,51&\$
. , (* ,#)5# .? \$ C # \$ # & / 1 + (*) # \$ 5 & , # (' 5 . / 5 ; 2 5 & * (3 \$; (1 = # / , . ? \$

- D !"#\$:+&'5&)\$25>5,\$:1(\$,"5.\$-EF\$5.\$GHBIII?
D 4 ; ; 25/*& , . \$ > * 3 \$ * ; ; 23\$* . \$ * & \$ 5 & ' 5 6 5 ' + * 2 \$ 1 (\$ * \$) (1 + ; ? \$
D E+&' . \$ > * 3 \$ < # \$ + . # ' \$, 1 @ * (' . \$ * & \$ + & ' # () (* ' + * , # \$. , + ' # & , \$: # 2 2 1 @ . ' ' 5 ; B \$ + & ' # () (* ' + * , # \$. , + ' # & , \$, + 5 , 5 1 & \$
7 + ; , 1 \$ J \$ / (# ' 5 , . \$: 1 (\$ * \$ / 1 + (. # \$ (# 2 * , # ' \$, 1 \$, " # \$; (1 = # / , 8 B \$, (* 6 # 2 \$, 1 \$ * : 5 # 2 ' @ 1 (A \$ 2 1 / * , 5 1 & B \$. + ; ; 2 5 # . B \$ 1 (\$
.#(65/#.?)
D 4 @ * (' # ' \$; (1 = # / , . \$ > + . , \$ / 1 > ; 2 # , # \$; (1 ; 1 . # ' \$ @ 1 (A \$ < # , @ # # & \$ > 5 ' K 9 / , 1 < # (\$ L I L J \$ * & ' \$ M + & # \$ N I B \$ L I L H ? \$
D E+&' . \$ > + . , \$ < # \$. ; # & , \$ < 3 \$ M + & # \$ O B \$ L I L H \$, 1 \$ > # # , \$: . / * 2 \$ 3 # * (\$ ' * * ' 2 5 # . ? \$
D 4 ; ; 25/* ,51& . \$ @ 5 2 2 \$ 1 ; # & \$ M + 2 3 \$ O H \$ B \$ L I L J B \$ * & ' \$ / 2 1 . # \$ O # ; , # > < # (\$ P \$ B \$ L I L J B \$ * , \$ O O Q H R ; > ? \$

!1\$* ; ; 23\$:1(\$,"5.\$* @ ('B\$;2#*. #\$. + < > 5, \$31+(\$; (1; 1.*2\$ < 3\$, "#\$ #' * ' 25& # \$ 1 : \$ O # ; , # > < # (\$ P \$ B \$ L I L J B \$ < 3 \$ O O Q H R ; > \$
65*\$, "#\$1&25&#*\$; ; 25/* ,51&\$25&A\$21/* , #'\$1&\$, "#\$S25>* ,#S"*)#F(1=#/, \$4 @ * ('\$; *)#?T:\$31+\$" * 6#*\$ & 3\$
U+ # . , 5 1 & . B \$; 2 # * . # \$ / 1 & , * / , \$, " # \$ % - 0 4 \$ 9 : : 5 / # \$ * , \$ + * : K + (. * V * 2 * . A * ? # ' + B S R I W K J H I K P W W L ? \$

C#211A\$:1(@*('\$,1\$#/#565&)\$31+(\$; (1; 1.*2.\$* &'\$. + ; ; 1(,5&)\$31+(\$5'#\$.\$1&\$@*3.\$,1\$*' '(#..\$/25>* ,#
/'*&)#,"#>#.?)

D,<8- / ,E(0)F(),Gk

- D X#)##K.##A5&)\$% 4E\$+&'#(*)'+* ,#\$. ,+'#& ,.\$7@1(A5&)\$,1@*('\$*&\$9//+; * ,51&*2\$Y&'1(.#>#& ,B\$
S#(,5:5/* ,#B\$4 . . 1/5* ,#L.\$X#)##\$1(\$[*/'#21(L.\$X#)##8\$1:\$*&3\$3#*(\$1:\$. ,+'3B\$* & 3\$'5./5; 25&#*\$&'\$* & 3\$
% 4E\$/ * > ; + . \$ * (# \$ # 2 5) 5 < 2 # \$, 1 \$ * ; ; 2 3 ? \$ \$
D O , + ' # & , . \$ > + . , \$ < # \$ (#) 5 . , # (# ' \$: 1 (\$ * , \$ 2 # * . , \$ N \$ / (# ' 5 , . \$ ' + (5 &) \$ < 1 , " \$, " # \$ E * 2 2 \$ * & ' \$ O ; (5 &) \$. # > # . , # (\$ 1 : \$, " # \$
* @ * (' \$, # (> ? \$ \$
D S + > + 2 * , 5 6 # \$ \ F 4 \$ 1 : \$ L ? N \$ 1 (\$ < # , # (\$ 7 . , + ' # & , . \$ 1 & \$ * / * ' # > 5 / \$; (1 < * , 5 1 & \$ * (# \$ & 1 , \$ # 2 5) 5 < 2 # 8 ? \$
D O , + ' # & , . \$, " * , \$ " * 6 # \$) (* ' + * , # ' \$ * (# \$ & 1 , \$ # 2 5) 5 < 2 # \$, 1 \$; * (, 5 / 5 ; * , # ? \$
D O , + ' # & , . \$ > + . , \$ " * 6 # \$ * \$ / 1 & : 5 (> # ' \$ > # & , 1 (\$ 7 : * / + 2 , 3 B \$. , * : : B \$ (# . # * (/ ' # (. B \$ 1 (\$) (* ' + * , # \$. , + ' # & , . 8 \$: 1 (\$, " # 5 (\$)
; (1 = # / , ? \$
D 4 ; ; 25/*& , . \$ > * 3 \$ 1 & 2 3 \$. + < > 5 , \$ 1 & # \$; (1 ; 1 . * 2 \$: 1 (\$ # * / " \$ (# U + # . , \$: 1 (\$; (1 ; 1 . * 2 \$ 7 - E F 8 ? \$
D O , + ' # & , . \$] 4 ^ \$ _ 9 ! \$ (# / # 5 6 # \$: + & ' 5 &) \$: (1 > \$ % - 0 4 \$ * & ' \$ * & 1 , " # (\$. 1 + (/ # \$ 7 . + / " \$ * . \$ [2 * O ! B S T _ [- Y B S
% - T O Y B \$ # , / ? 8 \$ \$ ' + (5 &) \$, " # \$. * > # \$. # > # . , # (? \$! " 5 . \$. \$, 1 \$ * 2 2 1 @ \$, " # \$ > * ` 5 > + > \$ & + > < # (\$ 1 : \$. , + ' # & , . \$, 1 \$
(# / # 5 6 # \$: + & ' 5 &) \$ ' + (5 &) \$ * \$) 5 6 # & \$, # (> ? \$

\$
\$

' 2), -2)+k@32dD-(-5,)3/Ck

4 @*(' \$. #2# / ,51& . \$ @522\$ <# \$ < * . # ' \$ 1&0\$\$

08\$ C (5, ,#&\$U+*25,3\$1:\$, "#\$; (1; 1 . *2\$*& ' \$U+*25,3\$1:\$, "#\$@1(A\$; 2*&?\$\$

L8\$T&, #22# / , +*2\$ ># (5, \$*& ' \$. / " 12*(23a / (#* ,56# \$ / 1&, (5<+ ,51&\$1:\$, "#\$; (1=# / , \$*& ' \$5, . \$; 1, #&, 5*2\$1+ , / 1 ># . ?\$N8\$

O, + ' #&, \$2#*(&5&) \$1+ , / 1 ># . \$*(, 5 / +2* , # ' \$5&\$, "#\$; (1; 1 . *2?\$\$

J8\$4 ' #U+* , #5&6126# >#&, \$1:\$*&\$* ; ; (16# ' \$ >#&, 1(\$* . \$ ' # > 1& . , (* , # ' \$5&\$* \$ >#&, 1(5&) \$; 2*&?\$\$

H8\$E#* . 5<525,3\$1:\$ / 1 > ; 2# ,51&\$@5, "5&\$, "#\$)56#&\$, 5 > #25&#? \$0#2# / ,51& . \$ @522\$ <# \$ > * ' # \$ <3\$, "#\$% - 04\$ - #65#@ \$

F* & #2\$* & ' \$, "#\$% - 04\$ X5(# / , 1(?\$\$

\$

- #65#@# (. \$*(# \$: (1 > \$*22\$ ' 5 . /5 ; 25&# . \$K\$ <# \$. +(# \$, 1\$@ (5, # \$: 1(\$*\$) #&# (*2\$*+ ' 5#& / #b\$c 11A\$1&\$, "#\$% - 04\$ @# < . 5, # \$

+& ' #(\$d4 @*(' \$T&: 1(> * ,51&d\$: 1(\$ > 1(# ' # , *52 . \$1&\$ (#65#@ \$; (1 / # . . # . \$*& ' \$. / 1(5&) \$ / (5, # (5*? \$! " # \$ 1&25&# \$

* ; ; 25 / * ,51&\$: 1(> @ \$22\$ & 1, \$*221 @ \$. *65&) ? \$F2#* . # \$ / 1 > ; 2# , # \$31+ (\$* ; ; 25 / * ,51&\$5&\$* & 1, "#(\$ ' 1 / + > #&, \$* & ' \$

/ 1 ; 3a ; * . , # \$ @ " # & \$31+ \$* (# \$ (#* ' 3\$, 1\$. + < > 5, ?\$

\$

5? F(165' #5&:1(>*,51&\$1&\$31+(\$U+*25:5/*,51&.B\$5&/2+'5&)\$(#2#6*,&,\$/1+(.#@1(AB\$
(#.##(/"\$#` ;#(5#&/#B\$/(#*,56#\$/ ,565,3\$#` ;#(5#&/#B\$* &'\$* &3\$(#2#6*,&,\$#` ,(* /+(5/+2*(\$
*/ ,565,5# .? \$

\$

:?] #&,1(5&)\$F2* &\$7LII\$@1(' .8\$

5? X# . /(<# \$31+(\$>#&,1(7.8e.\$(12# \$* &' a1(\$;*(,5/5 ;*,51&\$5&\$, "#\$;(1=#/,?F2#* .#\$5&/2+' # \$
5&:1(>*,51&\$(\$2* ,# '\$,1\$, "#\$:(#U+#&/3\$* &' \$1<=#/,56# . \$1:\$>##,5&) . \$<# ,@##&\$31+(.#2:\$
&' \$31+(\$>#&,1(? \$

)? X#256#(*<2# . \$7NII\$@1(' .8\$

5? Y` ;2*5&\$@"* , \$' #256#(*<2# . \$31+\$;2* &\$,1\$;(1' +/#\$* . \$*\$(# . +2, \$1:\$31+(\$;(1=#/,B\$. +/"\$* . \$
\$(#.##(/"\$; ;#(B\$*(, @1(AB\$* \$;(#.#&, * ,51&B\$1(\$1, "#(\$, * &)5<2# \$1+, /1># . ? \$

"? F(1=#/, \$!(*5&5&)\$* &' \$4 ; ; (16*2. \$

5? O1>#B\$<+, \$&1, \$*22B\$;(1=#/, . \$5&6126#\$. ;#/5*2\$, (*5&5&)\$* &' a1(\$* ; ; (16*2. ? \$
F2#* . #\$/ "#/AS*22\$, "* , \$* ; ; 23? \$

O? (#.##(/"\$5&61265&)\$"+>* &\$;*(,5/5 ;* &, .B\$. # \$1:\$6#(, #<(*, #.B\$. # \$1:\$
(* '5* ,51&a2* . #(.a\$.5) &5:5/* &,\$/"#>5/*2\$"*j*(' .k\$#U+5 ;>#&,\$, (*5&5&)\$
&## ' # ' k&1\$* ; ; (16*2. \$1(\$, (*5&5&)\$&## ' # ' ? \$

55? T:\$3#.B\$;2#* .#\$;(165' # \$31+(\$* ; ; (1 ; (5* ,#\$* ; ; (16*2\$&+><#(\$7T4 S % SBST - [B\$
T [S8\$

555? T:\$3#.B\$;2#* .#\$ ' # . /(<# \$@"* , \$, (*5&5&)\$@522\$<# \$&## ' # ' \$1(\$5& '5/* , # \$@" # &\$* \$

; (1=#/,8B\$,(*6#2\$,1\$*5#2' @1(A\$21/*,51&B\$/1&.+>* <2#; (1=#/,.+; ; 25#. B\$1(\$ /1&,(/*,+*2\$. # (65/#. ?\$YU+5; >#&,B\$. 1:,@*(#B\$. +<./ (5; ,51&. B\$* &' \$; #(. 1&*2\$)#*(\$@522&\$1,\$<#\$/ 1&. 5' #(#' \$: 1(\$: +&' 5&)?)\$
n? 19&23\$% - 04\$<+ ') #,\$#> ; 2* ,.#@522<#\$/ #; ,# ' ?\$ 4 ; ; 25/*,51& . \$1 > 5, ,5&)\$ 1(\$. +< > 5, ,5&)\$ * 2, #(&* , # \$ < + ') # , . \$ @ 5 2 2 & \$ 1 , \$ < # \$ (# 6 5 # @ # ' ? \$
'? [+ ') # , \$ i + 1 , # . \$ X 1 / + > # & , \$ 7 E 5 2 # \$ % ; 2 1 * ' 8 \$
5? F2#* . # \$ + ; 2 1 * ' \$ * \$ / 1 & . 1 2 5 ' * , # ' \$ F X E \$ 1 : \$, " # \$ U + 1 , # . a (# / # 5 ; , . \$: 1 (\$; 2 * & & # ' \$; + (/ " * . # . \$ * & ' a 1 (\$. # (6 5 / # . \$ (# U + # . , # ' \$ 5 & \$ 3 1 + (\$ < + ') # , ? \$
#? F2#* . # \$ 5 & ' 5 / * , # \$, " # \$ E 5 . / * 2 \$ 9 : : 5 / # \$, 1 \$ * ' > 5 & 5 . , # (\$, " # \$ * @ * (' \$ 7 * . A \$ 3 1 + (\$ > # & , 1 (\$ 5 : \$ 3 1 + \$ * (# \$ & 1 , \$. + (# 8 \$
5? S 1 2 2 #) # \$ 1 : \$ [+ . 5 & # . . \$ * & ' \$ 0 # / + (5 , 3 \$] * & *) # > # & , \$ 7 S [0] 8 \$
55? S 1 2 2 #) # \$ 1 : \$ Y &) 5 & # (5 &) \$ * & ' \$] 5 & # . \$ 7 S Y] 8 \$
555? S 1 2 2 #) # \$ 1 : \$ E 5 . " # (5 # . \$ * & ' \$ 9 / # * & \$ 0 / 5 # & / # . \$ 7 S E 9 0 8 \$
56? S 1 2 2 #) # \$ 1 : \$ T & ' 5) # & 1 + . \$ 0 , + ' 5 # . \$ 7 S T O 8 \$
6? S 1 2 2 #) # \$ 1 : \$ c 5 < # (* 2 \$ 4 (, . \$ 7 S c 4 8 \$
65? S 1 2 2 #) # \$ 1 : \$ _ * , + (* 2 \$ 0 / 5 # & / # \$ * & ' \$] * , " # > * , 5 / . \$ 7 S _ 0] 8 \$
655? S * (# # (\$ * & ' \$! # / " & 5 / * 2 \$ S 1 2 2 #) # \$ 7 S ! S 8 \$
6555? \ # 1 ; " 3 . 5 / * 2 \$ T & . , 5 , + , # \$ 7 \ T 8 \$
5`? T & . , 5 , + , # \$ 1 : \$ 4 (/ , 5 / \$ [5 1 2 1) 3 \$ 7 T 4 [8 \$
`? 0 / " 1 1 2 \$ 1 : \$ Y ' + / * , 5 1 & \$ 7 0 9 Y 8 \$
`5? - + (* 2 \$ S * > ; + . # . \$
`55? % 4 \$] + . # + > \$ 1 : \$, " # \$ _ 1 (, " \$
`555? \$ 9 , " # (Q \$

\$

H? 4 ; ; 25/*&,\$4)(##>#&,.Q\$
? 4 ; ; 25/&,7.8\$;1+&'\$(#. ; 1&.5<2#\$:1(\$;2*)5*(5j5&)\$* & 3\$;*(,\$1:\$,"#5(\$*; ; 25/*,51&\$@522<# \$ ' 5 . U + * 2 5 : 5 # ' \$: (1 > \$ (# / # 5 6 5 &) \$: + & ' 5 &) \$: 1 (\$, " 5 . \$; (1 ; . * 2 \$ * & ' \$ > * 3 \$ < # \$ ' 5 . U + * 2 5 : 5 # ' \$: (1 > \$: + , + (# \$: + & ' 5 &) \$ 1 ; ; 1 (, + & 5 , 5 # . ? \$
<? Y25)5<525,3\$:1(\$:+&'5&)\$'#;#&' . \$ 1 & \$ + & ' # () (* ' + * , # \$. , + ' # & , \$ * ; ; 25/*& , . \$ > * 5 & , * 5 & 5 &) \$, " # \$ \ F 4 \$ * & ' \$ (#) 5 . , (* , 5 1 & \$ > 5 & 5 > + > \$ * & ' \$ / 1 > ; 2 # , 5 &) \$; (# 6 5 1 + . % - 0 4 \$ 4 @ * (' . ? \$
/? % & ' # () (* ' + * , # \$ 0 , + ' # & , . \$] 4 ^ \$ _ 9 ! \$ (# / # 5 6 # \$: + & ' 5 &) \$: (1 > % - 0 4 \$ * & ' \$ * & 1 , " # (% 4 E \$. 1 + (/ # \$ 7 . + / " \$ * . \$ [c * 0 ! B \$ T _ [- Y B \$ % - T O Y 8 \$ ' + (5 &) \$, " # \$. * > # \$. # > # . , # (? \$
'? 0 , + ' # & , . \$ * & ' \$ > # & , 1 (. \$ 1 : \$ * & \$ * @ * (' # ' \$; (1 ; 1 . * 2 \$ @ 5 2 2 < # \$ # ` ; # / , # ' \$, 1 \$ > # # , \$ @ 5 , " \$, " # \$ % - 0 4 \$ S 1 1 (' 5 & * , 1 (\$: 1 (\$ * & \$ *) (# # > # & , \$ > # # , 5 &) \$ @ 5 , " 5 & \$ 1 & # \$ @ # # A \$ 1 : \$, " # \$ * @ * (' \$ & 1 , 5 / # ? \$
5? ! " 5 . \$ > # # , 5 &) \$ @ 5 2 2 < # \$ + . # ' \$, 1 \$: 5 & * 2 5 j # \$: + & ' 5 &) \$ ' 5 . , (5 < + , 5 1 & . B \$ ' 5 . / + . \$ > # & , 1 (\$ * & ' \$. , + ' # & , \$ # ` ; # / , * , 5 1 & . \$ ' + (5 &) \$, " # \$ * @ * (' \$, # (> B \$ * & ' \$, 1 \$ / 1 > ; 2 # , # \$; * ; # (@ 1 (A ? \$
55? \ (1 + ; \$ > # > < # (. \$ @ 5 2 2 < # \$ * . A # ' \$, 1 \$ / 1 > ; 2 # , # \$ * \$ > 1 ' # 2 \$ (# 2 # * . # \$: 1 (> B \$, 1 \$. 5) & \$ * & 3 \$ * ; ; 25/*<2# \$ * @ * (' \$ ' 1 / + > # & , . B \$ * & ' \$, 1 \$; (1 6 5 ' # \$ * \$; " 1 , 1 \$: 1 (\$, " # \$ * @ * (' \$ * & & 1 + & / # > # & , \$ 7 5 & ' 5 6 5 ' + * 2 \$ 1 (\$) (1 + ; \$. " 1 , . 8 ? \$
555? 4 ; ; 25/*&,7.8\$+&'#(.,* & ' \$, " \$, . + ; ; 25# . \$ * & ' \$ > * , # (5 * 2 . \$; + (/ " * . # ' \$: 1 (\$ + . # \$ 5 & \$ * \$: + & ' # ' \$ % - 0 4 \$; (1 - # / , \$ * (# \$, " # \$; (1 ; # (, 3 \$ 1 : \$, " # \$ > # & , 1 (e . \$ * / * ' # > 5 / # ' # ; * (, > # & , \$ * , % 4 E ? \$ F # (. 1 & * 2 \$ 5 , # > . \$ * (# \$ & 1 , # 2 5) 5 < 2 # \$: 1 (\$; + (/ " * . # \$ + . 5 &) \$, " 5 . \$ * @ * (' ? \$

