!!!

''#\$%&!'(!)'*''&*''+!,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	,,,!-
('.&/'.0!,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	1
2*".'03)"2'*4,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	H
5 2++2 ' *!+"#"& 5 & *",,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	H
* ' *602+) . 252* # "2 ' *!7 ' %2) 8!,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	
92+2'*!+"#"& 5 & * ",,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	
&03) #"2' *#%\7 · 2%' + ' 7 · 8!	///L

4

5%

% ! "#\$%

#CC!DECFGFHI!GEJKLFJHM!NHOHFJ!LDDCP!KE!LCC!IKQMHJKIR!SLGQCKP!LJM!IKLSS,!!!

!

8%

5 #+"&.!'(!+)2&*)&!7:8+2)2#*!#++2+"#*"!+"302&+!7.';.#5! +"30&*"!:#*0\$''A! 0'52*2)#*!3*29&.+2"8!'(!)#%2('.*2#!

 $-\ ./01\ 2\ .!31!34\ .!\ 5\ 1\ 2\ 676087!\ 9\ 76\colon .\ .; <63=!1>!\)\ 8/6>1\ ; \\768!\&4=<60687!\ ?<<6<3873!\#3@A6.<!\&;1B;8\ 2\ C!$

!

```
5 #+"&.!'(!+)2&*)&!7:8+2)2#*!#++2+"#*"!+"302&+!7.';.#5!
+"30&*"!:#*0$''A!
0'52*2)#*!3*29&.+2"8!'(!)#%2('.*2#!
```

'4.!512676087!976:.;<63=!1>!) 8/6>1;768! "8<3.;!1>!#06.70.!&4=<60687!?<<6<3873!#3@A6.<!&;1B;82!6<!8!PQM!21734!=.8;M;1@7A!F;1B;82H!'46<!F;1B;82!48<!;.0.6:.A!?00;.A6383617M&;1:6<6178/!>;12!34.!?00;.A6383617

! 5 +7#+!70EU0LV!0FMLGKFG!LJM!) (FJFGLC!) Q00FGQCQV!	! 3 J FK I !
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!E) D)#&)/!Q! I ! B ,(\$<&, </td <td>!</td>	!

&?!^ZbZ!

) @;;.73! ' 1F60<!67!34.!&?!&;1>.<<617!!

71

```
"!"#$%&'()'%'*+,-.*%/0.,1##2!!
```

! "#\$%&'()'%'*+,-.*%/0.,1##2%

!

! !

B6E"J676K !E:G`6F:E!

?7!67A6:6A@8/!G634!8!A6<8D6/63=!6<!A.>67.A!8<!87=!F.;<17!G41!JZK!48<!8!F4=<608/!1;!2.738/!62F86; 2.73!G4604! <@D<387368//=!/6263<!17.!1;!21;.!28\frac{8}{1};!/6>.!8036:636.<g!JPK!48<!8!;.01;A!1>!<@04!62F86; 2.73g!1;!J\K!6<!;.B8;A.A!8<!48:67B!<@04!87!62F86; 2.73l!!?7!67A6

• ?!087A6A83.!2@<3!D.!8D/.!31!1D<.;:.!F836.73<!800@;83./=!87A!012F/.3./=\!D134!83!8!A6<3870.!87A! 0/1<./=\!! '46<!8D6/63=!;.S@6;.<!>@7036178/!:6<617\!4.8;67B\!87A!<128360!<.7<83617\!

F.DD'*,<\$&..*!

- ?!087A6A83.!<41@/A!D.!8D/.!31!<F.8E\!4.8;\!87A!1D<.;:.!F836.73<!67!1;A.;!31!./6063!67>1; 2 83617\! F.;0.6:.!717:.;D8/!01 2 2@76083617<\!87A!A.<0;6D.!0487B.<!67! 2 11A\!8036:63=\!87A!F1<3@;.\!!
- '4.!087A6A83.!2@<3!D.!8D/.!31!0122@76083.!.>>.036:./=!87A!<.7<636:./=!G634!F836.73<!87A!>826/6.<!!!
-) 1 2 2 @76083617!67!1;8/\!G;633.7\!87A!./.03;1760!>1; 2 !G634!34.!4.8/3408;.!3.82!2@<3!D.!.>>.036:.!87A!..>606.73\!

\ .&./!

!

- ?!087A6A83.!<41@/A!48:.!<@>>606.73! 2 131;!>@703617!31!./6063!67>1; 2 83617!>;1 2 !F836.73<!D=!F8/F83617\!! 8@<0@/383617\!87A!F.;0@<<617\!8<!G.//!8<!08;;=!1@3!A68B71<360! 2 87.@:.;<!!!
- ?!087A6A83.!<41@/A!48:.!2131;!>@703617!<@>>606.73!31!.L.0@3.!21:.2.73<!;.8<178D/=!;.S@6;.A!31! F;1:6A.!B.7.;8/!08;.!87A!.2.;B.70=!3;.832.73!31!F836.73<!!!#@04!<E6//<!;.S@6;.!011;A6783617!1>!B;1<<! 87A!>67.!2@<0@/8:!21:.2.73<!!.S@6/6D:6@2!!87A!<.7<83617!!
- ?!087A6A83.!<41@/A!D.!8D/.!31!2876F@/83.!.S@6F2.73!87A!67<3;@2.73<!31!F.;>1;2!D8<60!/8D1;831;=! 3.<3<!87A!F;10.A@;.<!;.S@6;.A!31!833867!0@;;60@/8;!B18/<!J.HBH\!7..A/.<\!<3.341<01F.\\!1F4348/21<01F.\\! 317B@.!D/8A.<\\!673;8:.71@<!.S@6F2.73\\!B=7.01/1B60!<F.0@/@2\\!87A!<08/F./\\!
- ?!087A6A83.!2@<3!D.!8D/.!31!3;87<F1;3!462N4.;<./>>;12!17.!/1083617!31!87134.;!67!8!362./=!>8<4617!67!1;A.;!31!>806/6383.!F836.73!08;.!;.<F17<6D6/636.<!87A!31!;.0.6:.!.A@0836178/!3;86767BH!

6*\dark()22)<\dark(\\$21F. \\$<)0\dark(\\$2\dark() \\$2\dark() \\$4\dark() \\$4\dark() \\$4\dark() \\$5\dark() \\$7\dark() \\$7\dark(\\$2\dark() \\$7\dark() \\$7\da

• &:1D/.2!

! !

5 @; 67B!.7; 1//2.73!!34.!F; 1B; 82R<!?08A.260!&; 1B;.<<!) 122633..!G6/!217631; !<3@A.73<!>1;!017367@67B! 012F/6870.!G634!3.047608/!<387A8; A<!! '4.!>80@/3=!1>!34.! "#&?#!&; 1B; 82!; .01B76X.!346<!; .<F17<6D6/63=!31! 8<<..<!.804!<3@A.73R<!012F/6870.!G634!34.!3.047608/!<387A8; A<!67!1; A.;!31!8//1G!<3@A.73<!31!.73..; !87A!017367@.! 67!34.!F; 1B; 82!87A!31!F; .<.73!087A6A83.<!>1; !34.!&?!0.;36>6083.!G41!48:.!34.!E71G/.AB.!87A!<E6//<!31!>@703617! 67!8!G6A.!:8; 6.3=!1>!0/67608/!<63@83617<!87A!31!; .7A.; |8!D; 18A!<F.03; @2!1>!F836.73!08; .!!!

\:B6F"7!G:F8GBE!

 $\begin{array}{l} 1.7>1;\ 2\ 83617!F;\ 1:6A.A!D=!<3@A.73<!83!\ 2\ 83;60@/83617!87A!F.;61A608//=!A@;67B!34.6;!.A@083617!83!\ 5\ 1\ 2\ 676087!\\ 9\ 76:..;<63=!J6H.Hb!6\ 2\ 2\ @76X83617!87AN1;!D/11A!3.<3!A10@\ 2\ .7383617!87A!3@D.;0@/1<6<!0/.8;870.!87A!<0;..767B!\\ >1;\ 2\ \langle K!G6//!D.!01//.03.A!87A!;.3867.A!67!8!<.0@;.!.7:6;17\ 2\ .73!67!34.!" #&?#!&;1B;8\ 2 !1>>60.<!87AN1;!D=!\\)\ 8<3/.U;8704h!34.!17/67.!D80EB;1@7A!<0;..767B!87A!01\ 2\ F/6870.!3;80E67B!01\ 2\ F87=!@<.A!D=!34.!F;1B;8\ 2 !!\\ 12\ 2\ @76X83617!87A!3@D.;0@/1<6<!0/.8;870.!;.01;A<!8;.!8/<1!E.F3!D=!34.!F;1B;8\ 2 !87AN1;!D=!\)\ 8<3/.U;8704!>1;!\\ <@D!3@I2\ 2\ @76X@\ .767@7S0.\ 241(.!)\ -1(8/)\ -1(<.2400(6)\ -1(7!(I2)\ S0.\ 2417!46300\ -183Tm*T261Tf[(87AN21cs0)) + 10.8021cs0) + 10.8021cs0) + 10.8021cs0 + 1$

- (.F.83!3@D.;0@/1<6<!<0;..767B!31!670/@A.!PM<3.F!&&5!<E67!3.<3!? \$5!f@8736V, (T\$!W1/A!D/11A!3.<3! 8<!;.S@6;.A!F.;!0/67608/!<63.!J71!/.<<!3487!17.!;.F.83!3.<3!F.;!=.8;KH!!&;61;!F1<636:.!3.<3!;.<@/3<!G6//!;.S@6;.!8AA636178/!3.<367B!87A!:.;6>6083617!1>!0/.8;870.H!
- ? 77@8/!>/@!:8006783617!!J'46<!:8006783617!6<!;.S@6;.A!@7/.<<!A10@2.7383617!6<!F;1:6A.A!3483!;.0.6F3! 1>!34.!:8006783617!6<!2.A608//=!0173;867A6083.AllK!

 $\#3@A.73<!2@<3!; F1;3!87=!<6B76>60873!0487B.!67!34.6;!4.8/34!31!34.!&;1B;82!56;.031;!622.A683./=<math>\mathbb{N}^{1}$ \(8.6876)=134.!976: .;<63=!1>!87=!<6B76>60873!4.8/34!0487B.<13483!28=!8>>.03!F836.73!08;.!1;!34.!8D6/63=!31!2..3! \(F;1B;82!'.047608/!\#387A8;A<!28=!;.<@/3!67!A6<26<<8/!>;12!34.!" #&?#!&;1B;82 \mathbb{N}^{1} !

!#/03 (+20/#, -#*'"\#', . 20+, '>#; !#\$/-</*3#7*) . ",&?\#;/-</*3#4(/0), -/\#*+2\#9 02()*\\#4(/0), -/\#3 *&\#+-,\# \$*/,()(\$*,0\#(+\#,\%0\#3 02()*\\#)*/0\#-7\#; !\#', . 20+, '-\#@\%('\#('\#*+\#!A8\B; !\#*))/02(,*,(-+\#',*+2*/2-\#

!

 $E>=!6.A+>4.6!8;.!<3;17B/=!.701@;8B.A!31!G863!31!F@;048<.!34.6;!.S@6F2.73!@736/!8>3.;!34.=!0122@76083.!\\G634!34.!"#&?#!&;1B;82#!'4.!"#&?#!&;1B;82!873606F83.<!3483!21<3\|6>!713!8/\|2.A608/!.S@6F2.73!G6//!D.!\\F@;048<.A!>1;!@<.!D.B67767B!67!34.!>6;<3!<.2.<3.;!1>!34.!F;1B;82#!!$

#3@A.73<!28=!F@;048<.!1;!;.73!D11E<!83!34.!591)!082F@<!D11E<31;.!1;!28=!F@;048<.!34.2!17/67.!34;1@B4!34.!D11E<31;.!83

!			

 $?//!;.S@6;.A!63.2 < !8;.!/6 < 3.A!17!34.!) 8 < 3/.U;8704!G.D < 63.\$!670/@A67B! 287A831; =!>1;2 < !3483! 2@ < 3!D.!012F/.3.A! 87A! < @D 2633.A!31!34.!<.;:60.\text{\text{H!}}' 4.!I22@76X83617!87A! + .8/34! 510@2.73! (.S@6;.2.73<!A10@2.73! 28=!8/<1!D.!@ < .A!31!86A!67!B834.;67B!34.!;.S@6;.A!63.2<\text{\text{\text{H!}}}$

```
!
       &; .B7873!4.8/3408; .!G1;E.;<!<41@/A!<3;603/=!8A4.; .!31!F; .08@3617<!31!267626X.!34.!;6<E!1>!+Ij!
ZZH
       3;87<26<<617#!
ZPI
        ?//!<F.062.7<!2@<3!D.!0173867.A!67!8!/.8EMF;11>!F/8<360!D8B!/8D./.A!hD61M48X8;AHi!
E8F6"7!\:B6"!%876F!
```

#1068/! 2 . A68!; . . .; <!31!I73 .; 7 .3MD8<. A!311/<!A .<6B7 . A!31!0; . 83 .!8!46B4/=!800 . <<6D/ .!67>1; 2 83617!46B4G8=H! ' 4 . < .! 311/<!8; .!8!F1G .; >@/!87A!>8; M; .80467B! 2 .87<!1>!01 2 2 @76083617!3483!087!48 : .!8!<6B76>60873!6 2 F803!17!8! <3@A.73R<!F;1>.<<6178/!;.F@383617!87A!<383@<#!!,L82F/.<!670/@A.\!D@3!8;.!713!/6263.A!31\!*67E.AI7\!!'G633.;\! V80.D11E\!\!V\60E;\!\!O1@'@D.\\!#78F0483\!\87A!I7<38B;82\!\

#3@A.73<!8;.!/68D/.!>1;!87=3467B!34.=!F1<3!31!<1068/!2.A68!<63.<\!!87A!34.!<82.!/8G<\!!F;1>.<<6178/!.LF.0383617<\!! 87A!B@6A./67.<! 2 @<3!D.! 2 8673867. A!8<!6>!34.=!G.;.!673.;80367B!67!F.;<17#! ' 4.!>1//1G67B!B@6A./67.<!48:.!D..7! A.:./1F.A!31!1@3/67.!8FF;1F;683.!<387A8;A<!1>!017A@03!>1;134.!>@3@;.!1>!8!<3@A.73!87A!34.!;.F@383617!1>!34.! "#&?#!&;1B;82[!

 $\mathbb{Z}\mathbb{H}$ #3@A.73<!<41@/A!D.48:.!;.<\F17<6D/=!\87A!@<.!\B11A!\Y@\AB2.73\H!\1701\2\F/.3.\\\167\800@;\83.\\\!34;.\83.767\\\\\! 48;8<<67B!F1<3<\\!1;!34.\!@<.\!1>\!F;1>8763=\!17\!F1<367B<\!6<\!<3;603/=\!F;146D63.A\\!13\!6<\!678FF;1F;683.\!31\!@<.\! <1068/! 2 . A68!<63 . <!8<!8!: . 7@ . !>1;!: . 7367BH

`H '4.!8D6/63=!31!2..3!34.!3.047608/!<387A8;A<!48<!D..7!:.;6>6.AH!

QH &;11>!3483!.7;1//2.73!67!8!4.8/34!67<@;870.!F;1B;82!6<!<@D2633.AH!!

cH ?7=!134.;!6<<@.<!8<!A.3.; 267.A!D=!34.! "#&?#!&;1B;82!56;.031;!1;!34.!)/67608/! '.82H!

"<\$()**D**,<!**B**)>,<,)*<,)#!!

!

 $?//! " \#\&? \#!\&; 1B; 8 2 !<3@A.73<!8; .!; .S@6; .A!31!8A4.; .!31!34.!? 08A. 2 60! \#387A67B!\&1/606.<!8<!1@3/67. A!67!34.! \\ \#836<>8031;=!? 08A. 2 60!\&; 1B; .<<!&1/60=!/1083. A!83! \\ \underline{GGGHA1 2 676087H. A@N8A 2 6<<617<N86AN<8FH}! \#6B767B!1>!34.! \\ \#3@A.73! + 87AD11E! \#6B783@; .!#4..3!: .;6>6.<!3483!34.!<3@A.73!48<!; .0.6: .A!01F6.<!1;!48<!800.<<!31!34.<.! \\ 2 83.;68<!87A!8B; ..<!31!8A4.; .!31!63<!F1/606.<\!!!$

6^KG8B[FK68^!

 $\begin{array}{l} '46<!0173.73!8;.8!0173867<!F1/606.<!87A!;.S@6;.2.73<!3483!B1:.;7!808A.260!F.;>1;2870.!87A!F;1>.<6178/!\\ 017A@03!>1;!8//!<3@A.73<!G41!8;.!.7;1//.A!67!87=!F48<.!!>!34.!PQM21734! "8<3.;!1>!#06.70.!67!&4=<60687!\\ ?<<6<3873!#3@A6.<!&;1B;82!! '4.<.!F1/606.<!8;.!@76S@.!31!34.!F;1B;82!87A!8;.!A.<6B7.A!31!F;1213.!<387A8;A<!>>1;!808A.260!012F.3.70=!!F;1>.<<6178/!D.48:61;!87A!673.B;63=*!87A!F.;<178/!;.<F17<6D6/63=!7.0.<<8;=!>1;!\\ F;80360.!8<!8!F4=<60687!8<<6<3873!! '4.=!;.F;.<.73!34.!F8;82.3.;<!1>!8046.:.2.73!87A!D.48:61;!34.!F;1B;82!\\ >80@/3=!.LF.03<!1>!63<!3@A.73<!8<!>@3@;.!4.8/34!F;80363617.;<!G41!G6//!D.!<.;:67B!34.!F@D/60!87A!017<@2.;!!I3!6<!34.!;.<F17<6D6/63=!1>!8//!<3@A.73<!31!D.!E71G/.AB.8D/.!8D1@3!F;1B;82!F1/606.<!! '4.!F1/606.<!G6//!D.!8FF/6.A!31!\\ 8//!8<F.03<!1>!34.!<3@A.73$<!808A.260!F;1B;.<<!87A!017A@03!>1;!8<!/17B!8<!34.!<3@A.73!6<!.7;1//.A!67!34.!\\ F;1B;82!!\\ \end{array}$

'4.!" #&?#!&;1B;82!48<!8!;.<\F17<6D6/63=!31!<8\>.B@8;A!34.!F836.73!87A!F@D/60!D=!.A@08367B!012F.3.73!
F4=<60687!8<<6<3873!B;8A@83.<\!!?<!<@04\!34.!F

```
!
I7!#@ 2 28;=[!
ZH '46<!6<!8!F;1>.<<6178/!F;1B;82\!87A!34.;.>1;.!
PH ?33.7A870.!6<!287A831;=!83!8//!/.03@;.\!!/8D!87A!0/67608/!;1383617<\!!
\H ,L0.<<6:.!1;!;.F.83.A!8D<.70.<!28=!;.<@/3!67!/1G.;67B!1>!34.!01@;<.!B;8A.\!!
]H ?!F4=<60687\circ\!713.!28=!D.!;.S@6;.A!>1;!.L3.7A.A!8D<.70.<!A@.!31!6//7.<<\!!
^H #3@A.73<!2@<3!08//!1;!.286/!34.!)1@;<.!)11;A67831;!6>!34.=!G6//!D.!8D<.73!1;!/83.\!!
```

$K^{(,*)}$ ##!

& @703@8/63=!87A!833.7A870.!8; .!28; E.; <!1>!F;1>... <<6178/!D.48:61; <!87A!83363@A.< | !! '8;A67.< <| 8;/=!A.F8;3@;.< | 87A!8D<.70.!>;12!0/8<<.< | 8;.!713!017A@06:..!31!1F3628/!/.8;767B!>1;!87=!<3@A.73!67!34.!F;1B;82|!!3!6<!8!</br>

<math display="block"> <3@A.73R<!; .<F17<6D6/63=| MM!87A!87!.LF.0383617!1>!F;1>... <<6178/!D.48:61; | MM!31!8;;6:..!17!362.| MM!D.1F;.F8;.A|>1;!

<math display="block"> 0/8<<!17!362.!JG634!B.8;!<31G.A!D.>1;..!0/8<<!D.B67<| KM!87A!;.2867!>1;134.!.736;..!0/8<<!F.;61A|!!

<math display="block"> 1/8 <<| 1/8 < | 1/8 < | 1/8 <| 1/8 < | 1/8 < | 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <| 1/8 <|

?;;6:67B!17!362.!A.217<3;83.<!;.<F.03!>1;!67<3;@031;<!87A!F..;<!! '8;A67.<!67!34.!A6A80360!F48<.!1>!3;86767B!
48<!D..7!/67E.A!31!38;A67.<<!87A!134.;!@7F;1>.<<6178/!D.48:61;<!67!34.!0/67608/!F48<.!1>!3;86767B\!87A!/83.;!67!
34.!G1;EF/80.\!! '4.;.>1;.\!38;A67.<<!6<!017<6A.;.A!8!F;1>.<<6178/6<2!67>;803617\!!, L0.<<6:..!38;A67.<<!8<!
A.3.; 267.A!D=!87=!>80@/3=\!28=!;.<@/3!67!F;1>.<<6178/6<2!G8;767B<!87A!1;!;.>.;;8/!31!34.!? &) !87A\\1;!
F;1>.<<6178/6<2!F;1D83617\!!, L0.<<6:..!38;A67.<<!6//!D.!A10@2.73.A!67!8!<3@A.73\!8<!808A.260!>6/.!8<!87!6706A.73!

! !

F7"EEG88\!%876F6:E!

[#)!.>!H,/)2)##!B)C,<)#!,*!&3)!F2\$##/..D!

• '.L367B!

• &/8=67B!B82 .<!

•) .//!F417 .!;67B67B!

• - .D!0483!>1;@2<!

•) 4.0E67B!. 286/!

G)<./(,*A!.>!7)<&'//#!

&.; 26<<617!31!; .01; A!/.03@; .<!6<!<1/./=!83!34.!A6<0; .3617!1>!34.!) 1@;<.!) 11; A67831; I87A!/.03@; .;!@7/.<<!

: \ "67!:K6c [:KK:!

 $, 2\ 86/!6<!87!.> .036:.!87A!<387A8; A!G8=!31!01\ 2\ 2\ @76083.!S@60E/=!G634!\ 5\ 1\ 2\ 676087!>80@/3=\$!<38> \$187A!>.//1G!<3@A.73<!87A!6<!8/<1!34.!<387A8; A!67!D@<67.<<!01\ 2\ 2\ @76083617!!!V1//1G67B!8;.!;. 2\ 67A.;<!31!4./F!\ 2\ 8E.!34.! .LF.; 6.70.!21;.!F1<636:.!87A!F; 1A@036:.!>1;!<3@A.73<\\$1>80@/3=\\$187A!<38>>!87A!134.;!F;1>.<<6178/\\$!!$

- #3@A.73<!8;.!;.S@6;.A!31!@<.!34.6;!8<<6B7.A!512676087!.286/!8001@73!>1;!8//!A.F8;32.738/! 0122@76083617!!!!
- , 286/<!<41@/A!D.!E.F3!<41;3!87A!<62F/.\!<383.!0/.8;/=!87A!A6;.03/=!8!S@.<3617!1;!0170.;7\!87A!2.73617! 8!A.<6:.A!362.!>;82.!>1;!:.<F17<.\!!
- , 286/<!<41@/A!670/@A.!8!2.8767B>@/!<@DY.03!/67.!<1!34.!;.8A.;!087!A.06A.!41G!S@60E/=!8!;.<F17<.!6<! 7..A.All!!
- , 286/<!<41@/A!670/@A.!8!;.<F.03>@/!<8/@383617!J5.8;!5; t \!1;!&;1>.<<1; t \!K!!#3@A.73<!8;.!8A:6<.A!31! 04.0E!G634!>80@/3=!31!<...!41G!34.=!F;.>.;!31!D.!8AA;.<<.A!!U.B67767B!87!.286/!31!8!>80@/3=!2.2D.;! G634!8!<8/@383617!<@04!8<!h+.=i!6<!7.:.;!8FF;1F;683.!!
- , 286/<!<41@/A!670/@A.!<387A8;A!F@703@83617!87A!<F.//67B\!87A!713!@<.!</87B\!
- #'95,\$'#!#+T9*5!?jTI5!'+,!9#,!TV!?**!)?&#!I\$!?\$!,"?I*!!I'!I#!'+,!

```
!
!
  QH
         ?//!<3@A.73<!G6//!<38;3!.804!.L82!83!34.!<82.!362.!!!!'4.!<48;.A!<3@A.73!08/.7A8;!G6//!D.!@FA83.A!G634!
         .804!>678/!.L826783617R<!<F.06>60!<38;3!87A!.7A!362.H!
!
  сН
         , : .;=!.L82!G6//!48: .!8!@76S@.!F8<<G1;A!3483!G6//!D.!<48; .A!83!34.!<38;3!1>!3483!F8;360@/8;!.L82#!
 Zbll
         ?//!<3@A.73<!8;.!.LF.03.A!31!D.!67!34.6;!<.83<!;.8A=!31!<38;3!34.6;!;.<F.036:.!.L8 2 6783617<!83!34.136 2.!
        F1<3.All!!
        !
 ZZH
        T70. !8!<3@A.73!48<!>676<4. A!87!. L8 2 6783617\|\dagger 4. \|<4. !<41@/A!0/1<. !46<\|\dagger 1. !01 2 F@3. ;!87A!/. 8:. !34.!
        0/8<:;112H!!E&'()*&#!$/)!*.&!&.!<.*A/)A$&)!.'&#,()!&3)!<2$##/..D!$*(!D$-!*.&!)*&)/!&3)!
        <2$##/..D!'*&,2!$22!#&'()*&#!3$C)!<.D0)&)(!&3)!);$D,*$&,.*5!#3@A.73<!28=!;.3@;7!31!34.!
        0/8<<;112!G4.7!34.!3.<3!6<!012F/.3.All!
 ZPH
        +83<N08F<!28=!713!D.!G1;7!A@;67B!87=!.L826783617!.L0.F3!>1;134.!G.8;67B!1>!8!4.8AF6.0.!>1;!
         ;./6B61@<!;.8<17<\!!?7=!<3@A.73!G.8;67B!8!483!G6//!D.!8<E.Al31!;.21:.!63\!!V86/@;.l31!012F/=!G634!346<!
        1;!87=!134.;!;.8<178D/.!;.S@.<3!1>!8!F;1031;!G6//!;.<@/3!67!34.!622.A683.!A6<26<<8/!1>!34.!<3@A.73!>;12!
        34.!.L8 2 6783617!87A! 2 8=!;.<@/3!67!8!X.;1!JbK!>1;!34.!.L8 2 H!
 Z \setminus \mathbb{H}
```

```
!
!
```

 $1@3/67.A!17!34.!512676087!976:.; <63=!G.D<63.!; .B8; A67B!976:.; <63=!F1/606.<!87A!F; \\10.A@;.<[!433F<[NNGGGHA12676087H.A@N082F@<M/6>.N<3@A.73M487AD11EM87AMF1/606.<!$

#3@A.73<!G41!38E.!8!*T?!F;61;!31!34.!012F/.3617!1>!8!<.2.<3.;!1;!0/67608/!D/10E!G6//!713!;.0.6:..!0;.A63!>1;!
3483!283.;68/\\;1383617\\!@7/.<<!34.!<.2.<3.;!0173867.A!8!21A@/8;!01@;<.!3483!G8<!012F/.3.A!87A!F8<<.A!F;61;!31!
38E67B!34.!/.8:.\!!!

!

#3@A.73<!28=!G1;E!G63467!34.!67<363@3617!G46/.!F8;3606F8367B!67!34.!V.A.;8/!-1;E!#3@A=!&;1B;82!8<!/17B!8<!<@04!G1;E!G6//!713!673.;>.;.!67!

%

%/.>)##,.*\$2!F.()!.>!F.*('<&!

#@00. << !67!34 . !F4 =< 60687!8 << 6<3873!F; 1>. << 617!; .S@6; .< !0.; 3867!F; 1>. << 6178/!D.48:61; 8/!833; 6D@3. < !67!8AA63617!31! 0173.73!E71G/.AB. <math># '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '4.; .>1; # '5. | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

F8^E: c[:^F:E!a8G!^8^I"BN:G:^F:!

V86/@; .!31!8A4.; .!31!34.!F;1>.<<6178/!<387A8;A<!87A!&;1>.<<6178/!) 1A.!1>!) 17A@03!G6//!; .<@/3!67!34.!>1//1G67B! 017<.S@.70.<!>1;!@7F;1>.<<6178/!D.48:61;[!

a,/#&!,*<,()*&!

E)<.*(!,*<,()* ℓ !

K3,/(!,*<,()*&!./!)A/)A,.'#!1)3\$C,./!

 $\label{eq:control_eq$

? AA636178/!B@6A./67.<!>1;!017A@03!<F.06>60!31!34.!0/67428/!3;86767B!.LF.;6.70,<!8:.!1@3/67.A!67!34.!

- j.;D8/!1;!G;633.7!;.F1;3<!87AN1;!.:8/@83617<!>;12!808A.260!>80@/3=\\\!0/67608/!F;.0.F31;\\\!1;!A.<6B7..<!
 67A608367B!3483!8!<3@A.73!6<!713!F;1B;.<<67B!808A.2608//=!87AN1;!713!A.217<3;8367B!F;1>606.70=!31!8!
 /.:./!G4.;.!63!28=!Y.1F8;A6X.!F836.73!<8>.3=!
- CH V86/@; .!31!>1//1G!87AN1;!01 2 F/=!G634!; . S@6; . 2 .73<!< .3!>1;34!D=!34 .! " #& ? #! ? &) !87A!&; 1B;8 2 ! 56; .031;!

!

!

```
87A!7.3G1:E67B!1FF1:3@7636.<!F:1:6A.A!G63467!34.<.!1:B876X83617<!8:.!67:8/@8D/.!31!<3@A.73<!8<!34.=!.73.:!34.!
F;1>.<<617H!&;11>!1>!2.2D.;<46F!67!) ?&?!87A!??&?!6<!;.S@6;.AH!#3@A.73!D.7.>63<!>;12!2.2D.;<46F!67!
) ? & ?!87A! ? ? & ?!670/@A.!./6B6D6/63=!>1;!<041/8;<46F<\!!017>.;.70.!A6<01@73<\!87A!800.<<!31!17/67.!:.;<617<!1>!
F;1>.<<6178/!\\10@:78/<#! "1<3!62F1:3873/=#!)?&?!87A!??&?!8A:1083.!>1;134.!F;1>.<<617!83!34.!7836178/!87A!
<383.!/.:./<\h!T7/67.!8FF/6083617<!8;.!8:86/8D/.!83!34.!<63.<!D./1G\h!
F$2,>./*,$!"<$()D-!.>!%"#!
P\ZQ!#H!V86;:6.G!#3H!
#8738!?78\%!)?!cP^b]M]cQ!
&417.[!J`Z]K!]P`Mb\PZ!
, 286/[!08F8w08F87.3H1;B!
"D)/,<$*!"<$()D-!.>!%3-#,<,$*!"##,#&$*&#!
P\ZQ! " 6//! ( 18A!#@63.!Z\bb!
?/.L87A:68\\!! i ?!PP\Z1!
&417.[!Jb\K!Q\_MPP\P!
, 286/![!88F8w88F8H1;B!
BG[]!W!"7F8N87!%876F !!
5\ 1\ 2\ 676087!6<!01\ 2\ 2\ 633\ .A!31!\ 2\ 867386767B!8!A;@BM>; ... !08\ 2\ F@<\#!\ '4\ . \\ |\ '4\ . \\ |\ '9\ '13\ .L3!1>!34\ .!\ 9\ '16\ ... ; <63=R<!F1/60=!17!A;@B<!F1/60=!17!A; <63=R<!F1/60=!17!A; <63=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!F1/60=R<!
+87AD11E[!433F<[NNGGGHA12676087H.A@N082F@<M/6>.N<3@A.73M487AD11EM87AMF1/606.<!!?<!2.2D.;<!1>!34.!
5 1 2 676087!01 2 2 @763=\\.<3\@A.73<\\8;.\\8A:6<.A\\3483\\34.=\\G6\/\\Y.1F8;A6X.\\34.6;\.<3\\30@<\\83\\34.\\976:.;<6\\3=\\6>\\34.=\\
@<.\!<./\!\1;!67!87=!G8=!4./F!31!28E.!8;86/8D/.!31!134.;<!87=!6//.B8/!A;@B<!1;!8/0141/!!!
a6^"^F6"7!"EE6EK"^F:!!
?!28\!1;63=!1>!512676087!976:.;<63=!1>!)8/6>1;768!<3@A.73<!8;.!;.0.6:67B!>6787068/!86A\!3=F608//=!8!
012\,D6783617!1>!B;873<!!/187<!!87A!G1;E!<3@A=!!)12\,F/.3.!>1;2<!87A!8FF/6083617<!8;.!8:86/8D/.!>;12!34.!T>>60.!
1>!V6787068/! ?6All:I3!6<!34.!<3@A.73R<!;.<F17<6D6/63=!31!E71G!87A!8A4.;.!31!8//!>6787068/!86A!8FF/6083617!
A.8A/67.<!!!D:\8\<3@A.73\!7..A<\8<<6<3870.\G634\!34.\F:\10.<<\\56787068/\86A\!01@7<./1:<\8:.\8:\86\8D/.\\87A\$3@A.73<!
8; .!8A:6<.A!31!0173803!34.!1>>60.!>1;!87!8FF16732.73H!
76JG"G_!6^a8G\"K68^!
'4.!?;04D6<41F!?/.287=!*6D;8;=!41@<.<!0/1<.!31!Zbb\bbb!:1/@2.<!87A!<@D<0;6D.<!31!\`^!\1@;78/<!87A!
7.G<F8F.;<!67!F;673!8<!G.//!8<!48:67B!17/67.!800.<<!31!1:;!Zc\bbb!\1@;78/<!87A!.\\D11E<!34;1\\\\B11E<!34;1\\\\\B11E\)
A838D8<.<#! '4.!*6D;8;=!6<!1F.7!1::;!0b!41@;<!F.;!G..E!A@;67B!34.!>8//!87A!<F;67B!<.2.<3.;<#! (.>.;.70.!
<.;:60.<!F;1:6A.!8<663870.!67!/6D;8;=!;.<.8;04!87A!;.>.;.70.!/6D;8;687<!8;.!8:86/8D/.!<6L!A8=<!8!G..E!A@;67B!
34.!; .B@/8;!<0411/!3.; 2 !!!3!6<!; .01 2 2 .7A.A!3483!8//!7.G!<3@A.73<!; .S@.<3!8!/6D;8;=!1;6.7383617\!G4604! 2 8=!D.!
A17.!83!34.!06:0@/83617!A.<EH!
8&3)/!'#)>'2!$/)$!2,1/$/,)#9!
xH!\&8@/!*.178;A!*6D;8;=H!#V!#383.!976:.;<63=!
                                                                                                    GGGH/6D;8;=H<><@H.A@!
                                                                            1
                                                                                     ١
                                                                                            1
9)!U.;E./.=!*6D;8;=!!!!!!
                                                                                                    GGGH/6DHD.;E./.=H.A@!
9)#V!*6D;8;=!
                                    !
                                                                                                    GGGH/6D;8;=H@0<>H.A@!
                            !
#387>1;A!976:.;<63=! ".A608/!).73.;!*6D;8;=!
                                                                                    !
                                                                                            !
                                                                                                    433F[NN4.8/34/6D;8;=H<387>1;AH.A@N!
#8 2 @ ./! " .;;633! 9 76 : .;<63=!*6D;8;=!!
                                                                                                    GGGH<82@./2.;;633H.A@N/6D;8;=!
EK [ B : ^K!N : "7KN!E : G `6F : E!!
'4.!#3@A.73!+.8/34!) .73::!6<!01 2 2633.A!31!S@8/63=!08:.!87A!34.!F:1 2 13617!1>!1F36 2 8/!4.8/34!! '4.!976:.;<63=!
.701@;8B.<!A6<.8<.!F; .:.73617!87A!4.8/34!8G8; .7.<<!67!63<!<3@A.73!0/6.73<#! '4.!+.8/34!) .73:;!6<!<38>.A!D=!8!
7@;<.!F;80363617.;!G41!48<!8A:870.A!.A@083617!67!F;628;=!4.8/3408;.!87A!87!.2.;B.70=!2.A608/!
3.047606871011; A67831; H'' 4.= G1; E!67!01//8D1; 83617! G634! 8!F4=<60687! 017< @/3873 H'#.; :60.< !83!34.!+.8/34!).73.;!
```

! !

 $8;.!8:86/8D/.!31!8//!<3@A.73<!.7;1//.A!83!512676087!976:.;<63=!1>!)\ 8/6>1;768!!\ '4.!#3@A.73!+.8/34!).73.;!6<!/1083.A!67!U.;3;87A!+8//!87A!087!D.!;.804.A!D=!F417.!83!J]Z^K!]Q^M\PbQ!!$

K[K8G6^]!E:G`6F:E!

```
I!48:.!; 84!@7A:.3874!874!88; ..!31!>1//1G!34.!F1/606.<!874!F; 10.40; ..!<13!4!D=!512676087!976:.; <63=!1>!
) 8/6>1;768!87A!34.! " 8<3.;!1>!#06.70.!&4=<60687!? <<6<3873!#3@A6.<!&;1B;82!8<!1@3/67.A!67!346<!487AD11EH!I!82!
;.<\F17<6D/.|>1;!;.>.;;67B!31!346<!487AD11E!>1;!<\F.06>60!\F1/606.<!87A!F;10.A@;.<!B1:.;767B!2=!<383@<!8<!8!
<3@A.73\!G4604!670/@A.!F;1B;82!;.S@6;.2.73<\!B18/<!87A!1D\.036;.<\!<836\>8031;=!808A.260!87A!F;1>.<<6178/!
F;1B;.<<\!\!B;8A@83617!;.S@6;.2.73<\\!87A!B;6.:870.!F1/606.<\!!
#3@A.73!$82.!J&;673K!
```