

7`]ZXYb'7Uj Yg'; `Ø\k Øfa W\Yb\Ò\`Yb' BYi gYY`UbX'GØX]bgY`

7`]ZXYb`7Uj Yg`V]YhYhY]b`_cghYb`cgYg`i bX`gY`Vgh[YZØ\fhYg < O\`YbUVYbhYi Yf°' <]Yf`_ObbYb`G]Y`; `Ø\k Øfa W\Yb\O\`Yb Ui Z`XYf`GØX]bgY``BYi gYY`UbXg`Yf_i bXYb"' \ddotb`6Yni ['Ui Z _cghYb`cgYž`gY`Vgh`[YZØ\fhY`5VYbhYi Yf`k]ggYb`k]f`U``Yž`XUgg BYi gYY`UbX`XYf`f]W\h][Y`Cfh`]gh"'7`]ZXYb`7Uj Yg`]gh`YXcW\Y]bY`[Ubn`UbXYfY`; YgW\]W\hY"'9g`]gh`Y\f`]W\ [YgU[h`_Ui a 'ni [`Ui VYbžXUgg`X]YgY` < O\`Y`j O``]['_cghYb`cg`ni 'VYgi W\Yb`]gh" 8]Y`7`]ZXYb`7Uj Yg`YfghfYW_Yb`g]W\ ØVYf`Y]bYb`?]`ca YhYf i bhYf`XYf`9fXY`i bX`\UVYb`a Y\fYfY``Ub[Yž`[Yk i bXYbY Hi bbY``i bX`5VgW\b]hhY`a]h`Y]b[YVUi hYb`@Y]hYfb"`I bhYfk Y[g gY\Yb`G]Y`j cb`; `Ø\k Øfa W\Yb`[YgÀi a hY`?U`_ghY]b\O\`Yb i bX`<i bXYfhY`j cb`GhU`U[a]hYb`i bX`GhU`U_h]hYb°`K Ybb`G]Y [YfbY`<O\`YbgmghYa Y`Yf_i bXYbž`]gh`X]Yg`Y]b`UVgc`i hYf / Ua d\Y``]d/

 $7`]ZXYb`7Uj Yg`V]YhYhY]b`_cghYb`cgYg`i bX`gY`Vgh[YZØ\fhYg < \dot{O}\`YbUVYbhYi Yf``<]Yf`_\dot{O}bbYb`G]Y`; `Ø\k Øfa W\Yb\\O\`Yb`Ui Z`XYf GØX]bgY``BYi gYY`UbXg`Yf_i bXYb"$

±0.6 Yni ['Ui Z'_cghYb`cgYž'gY`Vgh'[YZØ\fhY'5 VYbhYi Yf'k]ggYb'k]f U``Yž'XUgg'B Yi gYY`Ub X'XYf'f]W\h][Y'C fh']gh"'7`]ZXYb'7 Uj Yg']gh YXcW\Y]bY'[Ubn'Ub XYfY'; YgW\]W\hY"'9g']gh'Y\f`]W\'[YgU[h'_Ui a ni '[`Ui VYbž'XUgg'X]YgY'<Ò\`Y'j Ò``]['_cghYb`cg'ni 'VYgi W\Yb']gh"

8]Y'7`]ZXYb'7Uj Yg'YfghfYW_Yb'g]W\'ØVYf'Y]bYb'?]`ca YhYf'i bhYf'XYf 9fXY'i bX'\UVYb'a Y\fYfY'`Ub[Yž'[Yk i bXYbY'Hi bbY`i bX 5VgW\b]hhY'a]h'Y]b[YVUi hYb'@Y]hYfb"'I bhYfk Y[g'gY\Yb'G]Y'j cb ; `Ø\k Øfa W\Yb'[YgÀi a hY'?U`_ghY]b\Ò\`Yb'i bX'<i bXYfhY'j cb GhU`U[a]hYb'i bX'GhU`U_h]hYb°

 $K Ybb `G]Y `[YfbY' < O\ `YbgmghYa Y'Yf_i bXYbž']gh `X]Yg `Y]b `UVgc `i hYf$

K]Y _ca a ha Ub ni XYb 7`]ZXYb 7Uj Yg3

 $8 \ Yf'9]b[\ Ub[\ 'ni \ 'XYb'7`]ZXYb'7Uj\ Yg'VYZ]bXYh'g]WX'Ub'XYf'GY]hY'XYf'7`]ZXYb'; \ cf[\ Y'FcUX''8 \ Yf'Ni \ [\ Ub[\ 'ni \ 'X]YgYf'GhfU» Y'VYZ]bXYh'g]WX X]fY_h']b'XYf'BÀ\Y'XYf'?fYi ni b['XYf'7`]ZXYb!6`UW_a ci bh'FX'i bX XYg'C\U]!7`]ZXYb'<][\ k Um''$

5a 'VYghYb'ghYW_gh'Xi 'Y]bZUW\'XYb'D]b'Y]bž'XYb'Xi ']b'XYf'? UfhY i bhYb'Z]bXYgh" 8 Ubbž'gcVU`X'G]Y'XYb'Gh]Zh'YffY]W\h'\UVYbž'[]Vh'Yg D`Uhn'ZØf' \Rightarrow f'5i hc'cXYf'K c\ba cV]`'X]fY_h'Ui Z'XYf'GY]hY'XYf'GhfU» Y [Y[YbØVYf'XYb'<O\`Yb"

; $ck k CFA < O\YbY]b[Ub[$

8 Yf'9]b[Ub['ni 'XYb'7`]ZXYb'7Uj Yg'VYZ]bXYh'g]W\'X]fY_h'Ui Z'XYf UbXYfYb'GY]hY'XYg'NUi bg'[Y[YbØVYf'XYa 'DUf_d`Uhn"'; `Y]W\ bYVYb'XYa '9]b[Ub['Z]bXYb'G]Y'Y]bYb'_`Y]bYb'8 C 7!K Y[k Y]gYf"

G]Y'a ØggYb'Ub'XYf'[Y_YbbnY]W\bYhYb'GhY``Y'ØVYf'XYb'NUi b
[Y\Yb"'8Yb_Yb'G]Y'XUfUbž'fYgdY_hj c```ni 'gY]bž'XU'g]W\'7`]ZXYb
7Uj Yg'hUhgÀW\`]W\'Ui Z'df]j UhYa '@UbX'VYZ]bXYh"'9g']gh'Y]b'6Yk Y]g
ZØf'X]Y'?]k]!@UbXVYg]hnYfž'XUgg'g]Y'VYgW\`cggYb'\UVYbž'X]YgY
< Ò\`Y'ZØf'X]Y'^2 ZZYbh`]W_Y]h'ni [Àb[`]W\'ni '\U`hYb*'@Y[YbXYb"

 $8 \ Y \ f' < O \ Y \ b \ Y \ b \ G \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \ Y \ b \$

GcVU`X'G]Y'Y]bhfYhYbž'g]bX'X]Y'YfghYb'dUUf'Hi bbY`'[fc*'[Ybi [žia 'g]W\'Y]W\h'ni 'VYk Y[Ybž'c\bY'g]W\'ni 'VØW_Yb"'8]Yg'\AbXYfh g]W\'YXcW\'gW\bY``ž'k]Y'G]Y'ZYghghY``Yb'k YfXYb"U`h1 7@\\89B'75J9G'9\\\58; 5B; 2 < \O\`YbY]b[Ub[']b'XYb'7`]ZXYb 7Uj Yg

 $A^{2} 7 < H9B G=9.89B.?9D@9F K 5B89FB3. @YgYbG]YXYb j c``ghAbX][Yb'?Yd`Yf'HfUW_; i]XY$

6fUi WXY']WX'Y]bYb': Ø\fYfž'i a 'X]Y'7`]ZXYb 7Uj Yg'ni 'Yf_i bXYb3'

 $: \varnothing f`X]Y`9f_i bXi b[`j cb`7`]ZXYb`7Uj Yg`]gh`_Y]b`cZZ]n]Y``Yf`: \varnothing \backslash fYfYfZcfXYf`]WX"`5`g`]WX`\]Yf`Ub_Ua ž`k Uf`b]Ya UbX`gcbgh`XU"$

U`h1 7@ + 89B 75J9G 9₽; 5B; 2

K Ug'G]Y'a]hVf]b[Yb'gc``hYb.'K]WXh][Y G]WXYf\Y]hgUfh]_Y`

<]Yf`g]bX`Y]b][Y`j ca '8C7'Ya dZc\`YbY`G]W\Yf\Y]hgUfh]_Y``ZØf`X]Y
9f_i bXi b['XYf`7`]ZXYb'7Uj Yg`BYi gYY`UbX"</pre>

HUgWXYb`Ua dY` 'Ya dZc\`Yb`&l 'dfc'DYfgcb'a]h'9fgUhnVUhhYf]Yb; YY][bYhYž'`cW_Yf'g]hnYbXY'?`Y]Xi b[::YghYg'GWXi\kYf_

? UfhY XYf 7`]ZXYb! < O`Yb

"U`h1 26]`XeiY``Y. 8C7

:]bXYbG]Y=\fYbKY[81 F7< 8=9G9; @CK KCFAG'<2<@951: 89FG.8=BG9@ ? i fn b U W XYa G]Y X]Y < \dot{O} Y VYhfYhYb \ UVYbž_ca a Yb G]Y ni a i bhYfYb 9]b [Ub ["8]YgYf 5 VgW b]hh]gh XYf Yb [ghY ii b X gW k]Yf] [ghY Hi bbY \ UVgW b]hh XYg [YgUa hYb < \dot{O} \ Yb gmghYa g"

8 Ugʻa U[ʻ]a 'YfghYbʻA ca YbhʻYhk UgʻUVk Y[][ʻk]f_Yb"'8]Ygʻ]gh YXcW\gcʻn]Ya`]W\gcʻYb[ʻk]YʻYgʻbi fʻ[Y\hžʻXUʻYgʻg]W\n]Ya`]W\kY]hʻÒZZbYhžʻk YbbʻG]Yʻk Y]hYfʻ]bʻX]Yʻ<Ò\`Yʻ\]bY]b_ca a Yb"

8 Yf K Y[']gh Xi fW 'fYZY_h]YfYb XY A Uf_]Yfi b[Yb 'a Uf_]Yfhž X]Y XYb K Y['k Y]gYb" 8 Yb_Yb 'G]Y 'XUfUb ž b]W h Xi fW i ba Uf_]YfhY DUggU[Yb 'ni '_f]YW Yb ž i a 'GW ÀXYb 'Ub 'XYf' < Ò\`Y 'ni 'j Yfa Y]XYb i bX 'g]W 'b]W h ni 'j Yf`Ui ZYb"

U`h1 9F?|B8|B; 89F'7@ + 89B!<2 < @9B 2

K Ug'G]Y']b'XYb'7`]ZXYb'7Uj Yg'BYi gYY`UbX Yfk UfhYh

< O\`Yb`Ab[Y.'%'_a
; YgUa hnY]h '%!&'Ghi bXYb
GWk]Yf][_Y]hg[fUX.'9]bZUW\ž'_Ubb'UVYf'_`Ui ghfcd\cV]gW\
k YfXYbž'bi f'ZØf'Z]hhY'DYfgcbYb'i bX'?]bXYf'ØVYf'%&'\\Yb''
Ya dZc\`Yb'''</pre>

8]Y'9f_i bXi b['XYf'7`]ZXYb'7Uj Yg'k Uf'Y]bYg'XYf'Ua 'a Y]ghYb i bhYfgW\AhnhYb'5VYbhYi Yfž'X]Y']W\'Ui Z'XYf'GØX]bgY``\UhhY"'8]Y < Ò\`Yb'i bX'Hi bbY`'g]bX'Yd]gW\'ni 'Yf_i bXYbž'a]h'j]Y`Yb?U`_ghY]bZcfa Uh]cbYb'ni a '5i gW\YW_Yb"

8]Y 'Hi bbY`'k]bXYb'g]W\'\]b'i bX'\Yfž'VYj cf'g]Y'g]W\'ni 'a Y\fYfYb [fc»Yb'< O\'Yb'OZZbYb"'J ca '9]b!'i bX'5i g[Ub['Ua 'GØXUi g[Ub[Ui g'_Ubb'a Ub'XUg'< O\'YbgmghYa '_ca d'Yhh'Xi fW\ei YfYb"'K Ybb G]Y'X]Yg'hi bž'a ØggYb'G]Y'Y]b'dUUf'@Y]hYfb'\Yfi bhYfZU``Yb'fg]Y\Y?UfhY'cVYbŁ"

U`h1 W]ZXYb`<Ò\`Yb 2
U`h1 9F?IB8IB; '89F'7@ +89B!<2<@9B 2
8Yb_Yb'G]Y'XUfUbž'ni 'j Yfgi W.Ybž'XYb'Ghfca Ui gZU```ni 'Yf`YVYbž
]bXYa 'G]Y' → fY'HUgW.Yb`Ua dY'UVXYW_Yb°'G]Y'k YfXYb
k U\fgW.Y]b`]W.'Y]b][Y'YbhXYW_Yb'

7@= 89B; `Ø\k Øfa W\Yb\Ò\`Yb #H]h]k U]

7`]ZXYb'7Uj Yg']gh'Y]bY'j cb'j]Y`Yb'; `Ø\k Øfa W\Yb\Ò\`Yb'Ui Z'XYf GØX]bgY`BYi gYY`UbXg"'8]YgY'<Ò\`Y']gh'X]Y'<Y]a Uh'Y]bYf; `Ø\k Øfa W\YbUfh'bUa Ybg'H]h]k U]"'8]YgY'K Øfa Yf'g]bX'Y][Ybh`]W\XUg'@Ufj YbghUX]i a 'Y]bYf': `]Y[YbUfhž'X]Y'U`g'HfUi Yfa ØW_YbVY_Ubbh']gh"

8 Ugʻ@Yi WkhYbʻk]fXʻj cbʻXYbʻ@Ufj Ybʻj Yfk YbXYhži a ʻ6Yi hY Ubni `cW_Ybž'X]Yʻg]Yʻ]bʻ]\fYbʻ_`YVf][Ybž'`Yi WkhYbXYbʻ: ÀXYb ZUb[Ybž'X]YʻG]Yʻ]bʻXYfʻ[UbnYbʻ<Ò\`YʻYbhXYW_Ybʻk YfXYb'' U`h1 7@\(\text{8}\9B`75J\9G'; @\) < K \(\text{F}\A\9F\2\) U`h1 \(\text{;} \\\Ø\k\\Øfa\W\Yb`\BYi\gYY`\UbX\2\\@\b[Y`6Y`]\W\hi\b[ži\a\ini] j\Yfgi\W\Ybž'X]Y`; `\Ø\k\\Øfa\W\Yb`Y]bni\ZUb[Yb

K Y]hYfY'; `Ø\k Øfa W\Yb\Ò\`Yb'Ui Z'XYf GØX]bgY`'BYi gYY`UbXg

A $\grave{O}W$ hYb'G]Y'k Y]hYfY'Yd]gW\Y'; \grave{O} k Øfa W\Yb\ \grave{O} \`Yb'Ui Z'XYf GØX]bgY``BYi gYY`UbXg'Yf_i bXYb3'I bhYb'g]bX'Y]b'dUUf'k Y]hYfYž X]Y'Yg'k Yfh'g]bXž'ØVYfdfØZh'ni 'k YfXYb"

- K U]hca c!<Ò\`Yb` 'K U]_Uhc
- HY 5bUi ; `Ø\k Øfa W\Yb\Ò\`Yb
- <c_]h]_U'; `Ø\k Øfa W\Yb'8Y``

$A Y \setminus f \cdot G \otimes X = f \cdot F \cdot Y = f \cdot G \otimes X = f \cdot G \otimes X$

9\f`]W\ [YgU[hžk Ybb'G]Y'g]W\ b]W\hg]W\Yf'g]bXž'cV'G]Y'X]Y'7`]ZXYb7Uj Yg'VYgi W\Yb'a ÒW\hYbž'hi b'G]Y'Ygž'gc`Ub[Y'G]Y'j cfVYfY]hYhg]bX'i bX'X]Y'6YX]b[i b[Yb'Yg'ni `UggYb"'8]Yg'k Uf'Y]bYg'a Y]bYf`]YVghYb'i bX'Ua 'i bYfk UfhYhghYb'Yd]gW\Yb'5VYbhYi Yf'Ybh`Ub['XYfGØX_ØghY"

 $K Ybb G]Y k Y]hYfY _cghYb cgY FY]gYZØ \fYf cXYf 5fh]_Y ZØf BYi gYY UbXg GØX]bgY gi WXYbž k YfXYb G]Y \]Yf ZØbX][.$

A 9-B 9 ? 5 A 9 F 5 I B 8 : C H C 5 I G F , G H I B ;

- Gd]Y[Y``cgY'?Ua YfU.'7Ubcb'F)
- 8 fc \ bY. '8 > A Uj]WDfc '&
- ' *\$!; fUX!5Wh]cb!?Ua YfU. '=bghU' *\$'CbY'L&
- @UbXgWXUZhgcVY_h]j . 7 Ubcb F: "%)!') a a Z#&", @
- 5``fci bX!CVY_h]j . '7Ubcb'F: '&(%\$) 'a a 'Z#(@
- HY`YcVY_h]j . 7 Ubcb F: "%\$\$) \$\$ a a Z#Z#(ž) + Z% @
- @Ub[Y:5_h]cbgghUb[Y:=bghU' *\$:=bi]g]V`Y'Dc`Y'fbi ``YhH]a YŁ
- @UbXgWXUZhg`]bgYbZ]`hYf.'< cmU'7]fW'`Uf'Dc`Uf]nYf
- ? Ua YfUfi W_gUW_.:: !Ghcd 'H] `cdU
- @ $]YV`]b[gZchcniVY\Òf.`DYU_`8Yg][b.7UdhifY.7`]d$

9]bY'@]ghY'a Y]bYf'Ya dZc\`YbYb': chcUi gfØghi b['flY]bgW\`]Y»`]W\ k Ug']W\'VYbi hnY'i bX'k Ufi a Ł'Z]bXYgh'Xi ']b'a Y]bYa '@Y]hZUXYb'ZØf?Ua YfUUi gfØghi b['ZØf'X]Y'FY]gY"

K Ybb'G]Y'Y]bYg'XYf': chcg'Ui Z'X]YgYf'K YVg]hY'j Yfk YbXYb a ÒW hYbž'VYgi W Yb'G]Y'V]hhY'a Y]bY'@]nYbn]Yfi b[ggY]hYž'i a \YfUi gni Z]bXYbž'k]Y"' \Rightarrow W 'j Yf_Ui ZY'Ui W 'dfcZYgg]cbY``Y ?i bghXfi W_Yž'VYgi W Yb'G]Y'a Y]bYb'Df]bh'GhcfY'cXYf'_cbhU_h]YfYb G]Y'a]W 'X]fY_h'ZØf'Nc``UVnØ[Y'j cb'6]`XYfb'Ui Z'K Y'GYY_'HfUj Y`" U`h1 7 @= 89B' < 2 < @9B'B9I G99@5B8 2

5i Z'D]bhYfYgh3

K Ufi a 'gdY]WXYfb'G]Y'X]YgYb': Ø\fYf'ni 'XYb'7`]ZXYb'7Uj Yg'b]WXh ZØf'gdÀhYf3'K Ybb'G]Y'K Y'GYY_'HfUj Y`'Ui Z'D]bhYfYgh'Zc`[Ybž V`Y]VYb'G]Y'a]h'U``'XYb'bYi Yb'FY]gYZØ\fYfb'i bX'6`c[g'Ui Z'XYa@Ui ZYbXYb"

D=B '9G': C@ 9'A =F

ш

6 Ygi W Yb G]Y ibg Ui Z Y]bY!fY]gY XY