

# **MDIA5003**

Cb`]bY'UbX'AcV]`Y'AYX]U

HYfa "Hk c" ## "&\$&\$

## 7ci fgY'Cj Yfj ]Yk

### GHJZZ7cbHJWh8YHJ]`g

#### 7cbj Ybcfg

B Ua Y	9a U]`	5j U]`UV]`]lm	@cWJhjcb	D\cbY
9f]Wj Ub GcYYb	, ,	Uddc]bha Ybh	5```hYUW\]b[ k]```VY WcbXi WhYX cb`]bY`XiY`hc 7 cj]X%- fYghf]Wh]cbg	\$(' %'- %* -) &

### GWXcc`7cbHJWhi±bZcfa Uhjcb

GVXcc``cZhY`5fhg`UbX`AYX]U

Fcca " %&ž@Yj Y`" žFcVYfhK YVghYf'6i ]`X]b[ ff) %(Ł

D\cbY.'f\$&E'-',)'(,)\*

9a U]` gUa 4 i bgk "YXi "Ui

K YVg]hY. k k k "Ufhg"i bgk "YXi "Ui #gUa

 $\label{eq:hamiltonian} $$HY'GWCC``cZhY'5ftg'UbX'AYX]U'kci`X``]_Y'tc'FYgdYWM\cong \cong m5W_bck``YX[Y'h\Y'HfUX]tjcbU``7igtcX]Ubg\cong h\Y'6YXY[U'`fPYbg]b[hcb'WJadig\cong \cong m1]U'`fP]hmUbX'5fti/'8Yg][b'7UadigYg\cong \cong m5W_bck``YX[Y'h\Y'B[ibbUk')']bbUk'U`dYcd'Y'fbigtfU']Ub'8YZYbW': cf\w'5WUXYam]b'7Ub\YffU\cong \cong \cong h\Y''UbXg'k\YfY'YUW\w'WJadig'cZl\BGK']g`c\WJhYX''$ 

7ci fgY 8YHJ] g

7 fYX]h'Dc]bhg'\*

Gi a a UfmcZh\Y 7ci fgY

H\]g`Wci fgY`ZcWigYg`cb`j Uf]ci g`Zcfa g`cZcb`]bY`UbX`a cV]`Y`a YX]Už'h\Y]f`UZZcfXUbWig`UbX`WcbghfU]bhgž'h\Y i gY`UbX`bcb!i gY`Vma i `h]d`Y`di V`]WgžUbX`h\Y`]a dUWicb`WcbhY` Y`UbX`a cV]`Y`a YX]Už'h\Y]f`UZZcf>

# 5ggYgga Ybh

D`YUgY`fYZYf`hc`XYhU]`YX`[i]XY`]bYg`UbX`gi~ddcfhifYgci~fWYg`cb`A~ccX`Y''`

# 5ggYgga Ybh'HUg\_g'

D`YUgY`fYZYf`hc`Z fh\Yf`XYhU]`YX`[i]XY`]bYg`UbX`gi ddcfhfYgci fWYg`cb`A ccX`Y"`

 $\label{thm:limit} \begin{tabular}{ll} Hi & fb \end{tabular} $$ Hi & fb \end{tabular} $$ h' \end{tabular} $$ Hi & fb \end{tabular} $$ h' \end{tab$ 

5ggYgga Ybh' . '9ggUm

GhUfh XUhY.

@Yb[h\.'%) \$\$ k cfXg

8YHJ]`g.

%) \$\$ k cfXg"

K f]hhyb Zyyxvuw h\fci [\ Hi fb]h]b"

5XX]h]cbU`XYhJ]`g.

D Y U g Y f Y Z Y f h C Z f h Y f X Y h U Y X Y [i ] X Y Y b Y g U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y " U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y " U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y " U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y " U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y " U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d d c f h f Y g c i f W g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c c X Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y U b X g i d c f h Y g C b A c C X Y U b X g i d c f h Y g C C b A c C X Y Y U b X G C A c X Y U b X G C A c X Y U b X G C A c X Y U b X G C A c X Y U b X G C A c X Y U b X G C A c X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C A C X Y U b X G C X Y U b X G C X Y U b X Y U b X G C X Y U b X G C X Y U b X Y U

Hi fb]hjb'gYhjb[.'H\]g'Ugg][ba Ybh]g'gi Va ]hhYX'h\fci [\'Hi fb]hjb'UbX'gh XYbhg'Xc'bchgYY'Hi fb]hjb g]a ]'Uf]hmfYdcfhg"

# FYgci fWfg

DfYgWf]VYX F Ygci fWYg

5j U]`UV`Y`cb'A ccX`Y"

FYWca a YbXYX FYgci fWYg

5j U]`UV`Y`cb`A ccX`Y"

### 7ci fgY 9j U`i Uh]cb UbX 8Yj Y`cda Ybh

H\]g`Wci fgY`k]```i bXYf[c`Wcbh]bi U``XYj Y`cda Ybhžj]]U`ZYYXVUW\_`dfcWrggYg`gi W\`Ug`a m9I dYf]YbWr`gi fj Ym UbX`Wc``Y[]U``fYj]Yk "`K Y`k]```U`gc`Wc``YWh]bZcfa U``ZYYXVUW\_`]b`h\Y`Zcfa `cZUbcbma ci g`gi [[Ygh]cbg`UbX Wca a Ybhg`h\fci [\ci hh\Y`Wci fgY"`K Y`UddfYW]UhY`mci f`ZYYXVUW\_`UbX`hU\_Y`h\Ya 'j YfmgYf]ci g`m"`H\Ub\_ mci `]b`UXj UbWY`Zcf`Wc!WfYUh]b[`h\Y`Wci fgY.Ł`

### Gi Va ]gg]cb cZ5ggYgga YbhHUg\_g

### Hi fb]h]b Gi Va ]gg]cb

Image: Ybwei bhyfu'dfcv'ya k \yb'uhhya dhjb[ 'hc'gi va ]hmci f'Ugg][ ba Ybhh\fci [ \ 'Hi fb]h]bž'd'YUgY

Hy'Yd\cby'9| hy'fbu''Gi ddcfhcb'-', ) '' ' ' %cf'Ya U]''h\Ya 'cb'Y! hy'fbu'hy'hgi ddcfh4 i bgk "YXi "Ui "''Gi ddcfh
\ci fg'UfY', .\$\$Ua '-'%\$.\$\$da 'cb'k YY\_XUmg'UbX'-.\$\$Ua '-').\$\$da 'cb'k YY\_YbXg'fl \*) 'XUmg'U'mYUft'''=Z'mci
UfY'i bUV'Y'hc'gi va ]hmci f'Ugg][ ba YbhXi Y'hc'U'ZJi 'hk ]h\ 'Hi fb]h]b'mci 'a Um'Udd'mZcf'Ub'Y! hy'bg]cbž'Vi hmci
a i ghfYhJ]b'mci f'h]W\_Yhbi a VYf'Zfca '9! hy'fbU''Gi ddcfhfU'cb[ 'k ]h\ 'Ubmch\Yf'fy'Yj UbhXcW a Ybhgt'hc
]bWi XY'Ug'Yj ]XYbW' hc'gi ddcfhmci f'Y! hy'bg]cb'Udd']WUh]cb"'=Zmci 'Ya U]''9! hy'fbU''Gi ddcfhmci 'k ]'`
Ui hca Uh]WJ'`mfYW']j Y'U'h]W\_Yhbi a VYfZ'Vi h]Zmci 'hY'Yd\cbY'mci 'k ]``bYYX'hc'gdYW]Z]WJ'`mUg\_'Zcf'cbY''
Hi fb]h]b'U'gc'dfcj ]XYg'i dXUhy'g'cb'h\Y]f'gmghYa 'ghUh' g'cb'Hk]hyf''

; YbYfU`mž'UggYgga YbhiHug\_g'a i ghVY'gi Va ]hhYX'Y`YVWfcb]\WJ``mij ]U'Y]h\Yf'Hi fb]h]b'cf'U'A ccX`Y Ugg][ ba Ybh''=b']bgHJb\W'g'k \YfY'h\]g']g'bchdcgg]V`Yž']hk ]```VY'gHJhYX'cb'mci f'\\circ i fgY'g'A ccX`Y'g]hY'k ]h\U`hYfbUh]j Y'gi Va ]gg]cb'XYHJ]`g"

cfi]bZcfa Uhjcbicbi\ckihcigi Va ]hUgg][ ba Ybhgicbi]bYij ]UiA ccXiY.i\hdg.#gh XYbhi bgk "YXi "Ui #\ck! gi Va ]hUgg][ ba Ybha ccXiY

# 5 WUXYa ]W<cbYghmUbX D`U[]Uf]ga

D`U[]Uf]ga `]g`i g]b[ 'h\Y`k cfXg`cf`]XYUg`cZch\Yfg`UbX`dfYgYbh]b[ 'h\Ya `Ug`mci f`ck b"`±hWJb`hU\_Y`a Ubm Zcfa gžZfca `XY`]VYfUhY`W\YUh]b[ 'hc`UWW]XYbhJ``mWcdm]b[ 'Zfca `U`gci fWY`k ]h\ci hUW\_bck `YX[ Ya Ybh'

IBGK [fcidg'd'U[]Uf]ga ]bhc'h\Y'Zc``ck]b[ 'WUhY[cf]Yg.

 $7 \text{ cdm}b[...i g]b[...h\Y.gUa Y.cf.j Yfmig]a] \Uf'k cfXg'hc'h\Y.cf][]bU''hYl h'cf']XYU'k]h\ci h'U\V_bck `YX[]b[...h\Y.cf][]bU''hYl h'cf']XYU'k]h'cf']$ 

- i bXYfglUbX`mci f`f][\hg`UbX`fYgdcbg]V]`]h]Yg`Ug`U`gh XYbh'Uhi BGK
- VY'Uk UfY'cZd`U[]Uf]ga ž'Wcdmf][\hzil BGK 'Gh XYbh7cXY'cZ7cbXi WhUbX'5WWdhUV`Y'I gY'cZ I BGK '= H'F Ygci fWfg'Dc`]Wh
- VY 'Uk UfY 'cZh\Y 'ghUbXUfXg 'cZVY\Uj ]ci f'Yl dYWhYX 'cZYj YfmcbY ']b 'h\Y 'l BGK 'Wcaaib]hm
- `cWUHY 'gYfj ]WYg'UbX `]bZcfa UH]cb'UVci hI BGK 'UbX'I BGK '@]VfUfm