

b | è " - d ê M{ - 8 ... " -

ä ê d = = | ÷



a y Œ† z t r } 1 XXvV, ` }], 1xBOA A

Γ d 5 MΓ "R‡ ě 8 ě - ! ‡ ě 8 -

^ Z \_ V c R ] 1 Z \_ b f Z c j

Z ? 1 h y r † 1 r ... v 1 ^ z €



Y , Š 1 u , 1 ~ z € v ... r } † 1

h y v ... v 1 r ... v 1 ~ z € v ... r } † 1 w , ^ € u P

h y r † 1 † f v † 1 , w 1 ~ z € v ... r } † 1 r ...

e y v 1 t , ~ w , € . 1 ~ . z , € t x | 1 ~ z € v ... r } † P

Z Z ? 1 T } r † † z w z t r † z , € 1 . , r v 1 1

Z Z Z ? 1 e y v 1 a y f † z t r } 1 a ... , f

e y v 1 ~ , † † 1 z ~ f , ... † r € † 1 f ... , f v

Y , Š 1 u , 1 f , ^ 1 u v † v ... ~ z € v 1 † y v

IV. Determining the Identify of a Mine y v 1 Z

h y r ‡ 1 r ...v 1 ^ z € v



æ" ÷ | è dl è € r | ‡ 8 > } t } ^ Æ Q ..

' 8 ë 8 \$ " è " 8 ! = M = 8 ê | ° M ö

| è ö " t - . è Æ t ê ‡ r = } z € v u ! v - w z € M

t y v ~ z t r } 1 t , d è ° M d z M = € , z € M 8 v ÷

f y Æ t z t r } 1 § M, M M b ... è ž v ð ê = M d - " M ! = !

w, ... ~ v u 1 s Æ 1 z € , ... x § € z t 1 f ..., t v † † v †

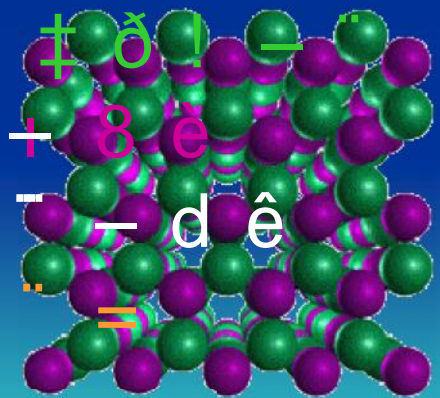
h y r ‡ 1 ^ r | v † 1 V r t y 1 1 ^

â M ë | è = ‡ - d ê = ö d ê M = è ö - ! † ö ! -

‡ ' " ë | † d ê M † ö 8 \$ .. 8 ö i " ö + 8 è

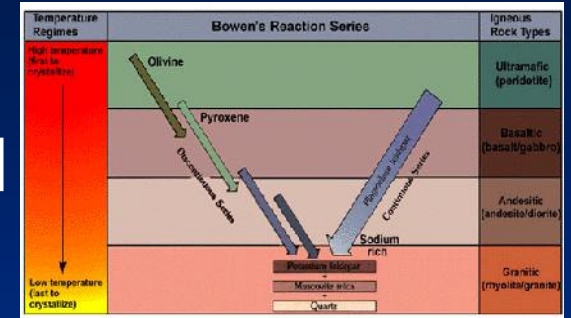
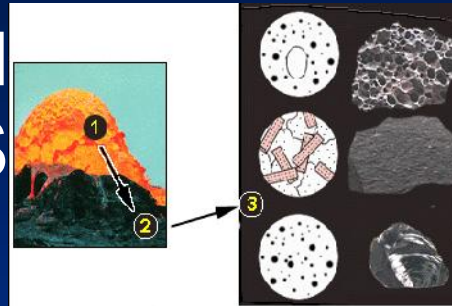
° " ö " - ë | è " M ð M ! M ë † - è - d ê

... 5 = | † d ê M ... - 8 ... - ö | " =



^ 8 f M° 8 Mb l è " - d ê

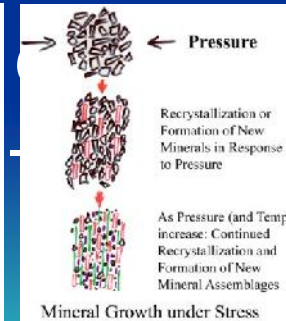
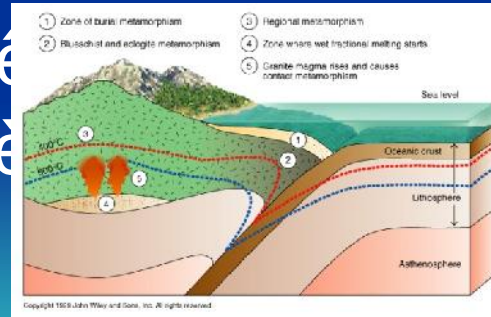
Þ Ø - 5 = ð d ê ê l fl d  
 ‡ 8 8 ê l è \$ Më d \$



U Ø Mä - 5 = ð d ê  
 d — ! " 8 ! = M =



Ú Ø Mä - 5 = ð d ê é  
 ... - " " fi l = ð l è



c ' " - " Md - " Mb l è " - d

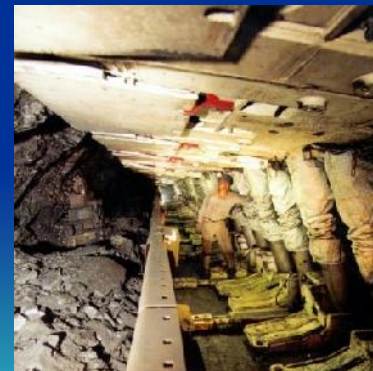
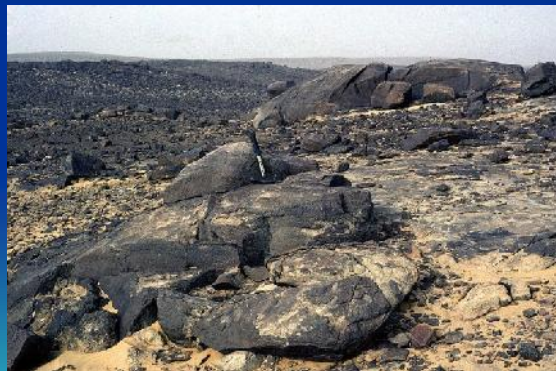
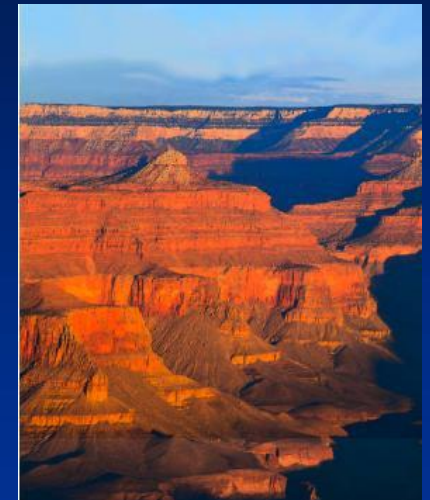
d y , ... † 1 R € V † % š w ... † Š Ny v ... v 2

Þ Ø \$ è " 8 ! = M [ 8 + á

U Ø " ° l ë " è ő d -

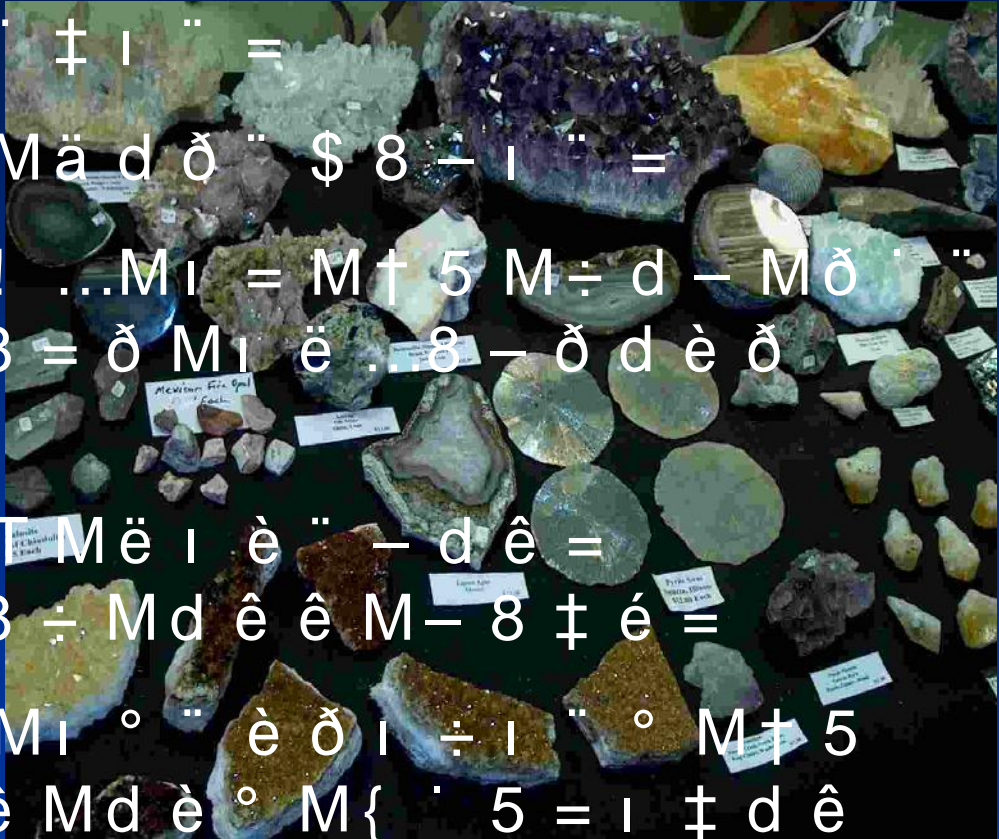
Ú Ø " ő d ë 8 - ... ' l

Û Ø " ° l ë " è ő



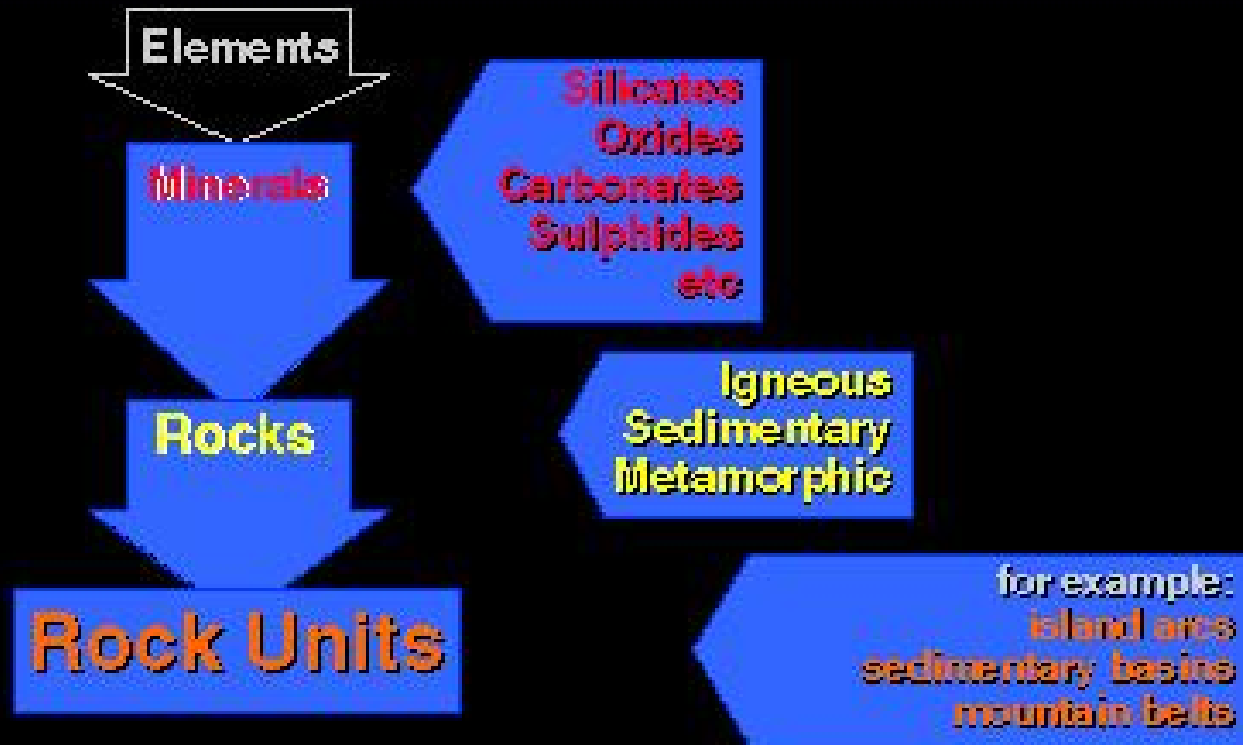
• d – | 8 ! = M ˘ 5 ...” = M 8

| i ” – MÛTTTTM] ... ‡ | ” =  
å – 8 ! ...” ° M | è ò 8 M ä d ò ” \$ 8 – | ” =  
] | ê | ‡ d ò ” M \$ – 8 ! ... M | = M † 5 M ÷ d – M ò : ”  
ê d – \$ ” = ò M d è ° M ë 8 = ò M | ë ... 8 – ò d è ò  
ë | è ” – d ê M \$ – 8 ! ...  
| è ê 5 M d † 8 ! ò M U T M ë | è ” – d ê =  
ë d é ” M ! ... M X Ü Ó P M 8 ÷ M d ê ê M – 8 ‡ é =  
b | è ” – d ê = M d – ” M | ° ” è ò | ÷ | ” ° M † 5  
ò ’ ” | – M ä ’ ” ë | ‡ d ê M d è ° M { ’ 5 = | ‡ d ê  
{ – 8 ...” – ò | ” =



ä 8 ë ë 8 è M& 8 ÷ é | è \$ Mb | è

# Earth Materials



T, ~ ~, €

d z } z t r ‡ v

X ..., ^ f †

B : e v † ... r † z } z t r ‡ v †

| ê | i | è " M d è ° M } l d — ò fl

C : a œ ..., ‹ v € v †

â ! \$ ë ð ÷ ò M † 8 ë ë 8 ò

D : R ~ f y z s , } v †




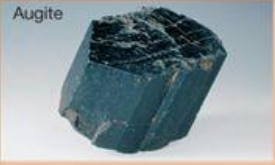
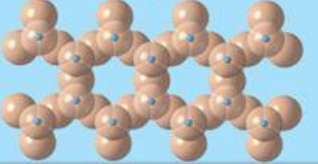

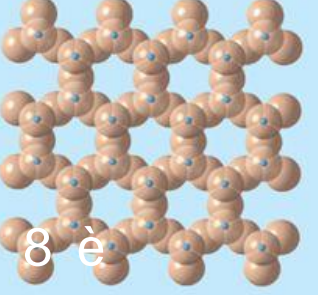





^ 8 — è † ê " è ° " M è 8 = ò M † 8 ë ë 8 è

E : a y œ } , † z } z t r ‡ v

b | † d = M d è ° M ä è d 5 —

### 5) Feldspars

✓ K-feldspar and Plagioclase

Mineral/Formula	Cleavage	Silicate Structure	Example
Olivine group (Mg, Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	None	Independent tetrahedron 	 Olivine
Pyroxene group (Augite) (Mg, Fe)SiO <sub>3</sub>	Two planes at right angles	Single chains 	 Augite
Amphibole group (Hornblende) Ca <sub>2</sub> (Fe, Mg) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Two planes at 60° and 120°	Double chains 	 Hornblende
Micas	One plane	Sheets 	Biotite K(Mg, Fe) <sub>3</sub> AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>  Biotite
			Muscovite KAl <sub>3</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>  Muscovite
Feldspar	Two planes at 90°	Three-dimensional networks 	Potassium feldspar (Orthoclase) KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>  Potassium feldspar
			Plagioclase feldspar (Al, Na, Ca)Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>  Quartz
Quartz SiO <sub>2</sub>	None		



ä 8 ë ë 8 è M & 8 ≠ é | è \$ M b | è



B: 1 1 b ^ r ...4 ' , †T†, ~ ~ , € 1 dW, t..†~ z € x 1 ^ z

C: 1 >a } rr x z , t } r † v

D: 1 >a T } rr x z , t } r † v

E: Wv\} u † f r ...

F: 1 1 Y , ...€ s } v € u v 1 9 r ~ f y z s , } v :

G: R ^ x z 9 † v OE..., < v € v :

H: 1 1 ` } z %oz € v

I : 1 1 e , ^ ...~ r } z € v

J : 1 1 X r ...€ v †

BA: 1 1 S z , † z † v

BB: 1 ^ ^ † t , %oz † v

BC: 1 1 T y } , ...z † v

BD: 1 1 \ r , } z € 1 9 † OEf v 1 , w 1 t } r OE:

BE: 1 1 T r } t z † v

BF: 1 1 U , } , ~ z † v

BG: 1 1 X OEf † ^ ~

BH: 1 1 Y r } z † v

BI : 1 1 ^ r x € v † z † v

BJ : 1 1 Y v ~ r † z † v

CA: 1 1 ] z ~ , € z † v

CB: 1 1 a OE...z † v

~ ë ...8 – ố d è ố Mb l è " –

B :T ...œ† ‡ r } 1 W, ...~ 1 7 1 Y r s z ‡

C :] ^ † ‡ v ...

D :T , } , ...

E :Y r ...u € v † †

F :T } v r %or x v

G :` ‡ y v ...1 f ..., f v ...‡ z v †

] ố – " d é

[ " d ‡ ố l 8 è Mố 8 Md ‡ l °

b d \$ è " ố l ‡

~ d = ố "



^ z € v ...r } 1 Y r s z †

U v w z € ä v u k d † ö " - | = ð | †

" fi ö " - è d ê M' d † | ö M8 - M = ' d ..." M8 ÷  
d è M | è ° | j | ° ! d ê M † - 5 = ö d ê M8 -  
\$ - 8 ! ...= M8 ÷ M † - 5 = ö d ê =

ä - 5 = ö d ê M' d † | ö M | = M ° | j | ° " °  
| è ö 8 M = " j " - d ê M † d ö " \$ 8 - | " = Q  
† d = " ° M8 è Y

~ è ö " - è d ê M † - 5 = ö d ê M = ö - ! † ö ! - "

à fi ö " - è d ê M † - 5 = ö d ê M = ' d ..."

ä - 5 = ö d ê M' d † | ö M | = M ! = " ÷ ! ê M ÷ 8 -  
ë | è " - d ê M ~ æ Q M † ! ö M † d è M † "  
† 8 è ÷ ! = " ° M f | ö ' M † ê " d j d \$ "  
÷ d † " = S

^ z € v ...r } 1 ] ^ † ‡ v ...

U v w z € v ü M —! d ê | ð 5 M 8 ÷  
– “ ÷ ê “ ‡ ð “ ° M ê | \$ ‘ ð M “ ë | ð ð “ ° M † 5 M d  
ë | è “ – d ê M ‡ – 5 = ð d ê

ã ! = ð “ – M ‡ d è M ° | j | ° “ ° M | è ð 8 M ð f 8  
! = “ ÷ ! ê M ‡ d ð “ \$ 8 – | “ = Y

b “ ð d ê ê | ‡ M d è ° M \ 8 è ë “ ð d ê ê | ‡

\ 8 è ë “ ð ê d ! ê = ê ð ‡ “ ð – è ‡ M † “  
÷ ! – ð ‘ “ – M = ! † ° | j | ° “ ° M | è ð 8 Y

â ê d = = 5 Q M { “ d – ê 5 Q M c d f i 5 Q M d è ° M æ ! ê ê

ã ! = ð “ – M | = M ! = “ ÷ ! ê M ÷ 8 – M ë | è “ – d ê M

· ð ð ...Y Š Š ‡ ë = ‡ S ë | è 8 ð = ð d ð “ ! S “ ° ! Š ã d † ð – Š š “ †

b | è " - d ê M] ð - " c

U v w z € v ü M ‡ 8 ê 8 - M8 ÷ Mð ' "

‡ - ! = ' " ° M...8 f ° " - M8 ÷ Md Më | è " - d ê  
ê " ÷ ð M8 è Md M...8 - ‡ " ê d | è M...ê d ð "

` € } ð - M° " ð " - ë | è | è \$ Mð ' "

~ v ‡ r } è z - t d ê =

| è ê 5 Mf 8 - é = M | = Më | è " - d ê M' d =  
ê 8 f " - M' d - ° è " = = Mð ' d è Mð ' "  
= ð - " d é M...ê d ð "

^ z € v . r . } T , } , ...

U v w z € v ü M ' ! " M d è ° M = ' d ° " M 8 ÷  
ö ' " M - " ÷ ê " † ö " ° M ê | \$ ' ö M " ë | ö ö " ° M †  
ë | è " - d ê M † - 5 = ö d ê

^ z € v ... r } 1 t , } , ... 1 t r € 1 u z % z u v u 1 z € †  
† Š , 1 ^ † v w ^ } 1 † y r u v 1 t r † v x , ... z v † K

æ d † é 8 ê 8 - " ° M † ö 8 M ä i ° \$ ' ö

T , } , ... 1 t r € 1 r } † , 1 u z % z u v u 1 z € † , 1 †  
y ^ v 1 t r † v x , ... z v † K

c ' | ö " Q M å - d 5 Q M ' ê d † é Q M [ " ° Q M | - d è \$ " Q  
ç " ê ê 8 f Q M å - " " è Q M ' ê ! " Q M { ! - ... ê " Q M " ö † S

ä 8 ê 8 - M | = M ! = " ÷ ! ê M ÷ 8 - M ë | è " - d ê

· ö ö ... Y Š Š † ë = † S ë | è 8 ö = ö d ö " ! S " ° ! Š ä d † ö Š š " †

b | è " - d ê M^ d - °

b 8 ' ^=d - ° è " == M] ‡ d ê "

~ ° " è ð | ÷ 5 Mb | è " - d ê M † 5

˘ " = ð | è \$ M ÷ 8 - M^ d - ° è " ==

æ 8 | è \$ M ð ' " M] ‡ - d ð ‡ ' M˘ " = ð

| ð ' " - M˘ " = ð | è \$ M | † e " ‡ ð =





b | è " - d ê M ä ê " d

U v w z € å v u 8 K ë " ð - | ‡ M ... ê d è " =

8 ÷ M | è ' " - " è ð M f " d é è " = = M ð ' - 8 ! \$ ' .

d M ë | è " - d ê M ‡ - 5 = ð d ê

à d ‡ ' M ë | è " - d ê M ' d = M d M ! è | — ! " .

| ° " è ð | ÷ 5 | è \$ M ‡ ê " d ; d \$ " M ... - 8 ... " - ð 5

â M ë | è " - d ê M ' d = M " | ð ' " - M è 8 è " Q

8 è " Q M ð f 8 Q M ÷ 8 ! - Q M 8 - M = | fi M = " ð = M 8

‡ ê " d ; d \$ "

ä ê " d ; d \$ " M | = M 8 † = " - ; " ° M d =

= ' | è 5 M ... d - d ê ê " ê M ... ê d è " = M 8 è M ð ' "

= ! - ÷ d ‡ " = M 8 ÷ M d M ë | è " - d ê M ‡ - 5 = ð d ê



b | è " - d ê M ä ê " d ; d \$ "  
} ! d ê | ö 5

ä ê " d ; d \$ " M | = M 8 † = " - ; " ° M d = M =  
...d - d ê ê " ê M ...ê d è " = M 8 è M ö ' " M = !  
8 ÷ M d M ë | è " - d ê M ‡ - 5 = ö d ê

b ^ r } z † Æ K d ö | 8 è M | è M ° " \$ - " " M 8 ÷  
= ë 8 8 ö ' è " = = M 8 ÷ M ‡ ê " d ; d \$ " M = ! - ÷

à d ‡ ' M ë | è " - d ê M M M ' d = M d M ! è | —!  
‡ ê " d ; d \$ " M —! d ê | ö 5

â M ë | è " - d ê M ' d = M " | ö ' " - M " fi ‡ " ê é  
... " - ÷ " ‡ ö Q M \$ 8 8 ° Q M ... 8 8 - Q M 8 - M è 8 è



æ" ð" – ë | è | è \$ Mb | è "

\ 8 Mä ê " d j d \$ "

à fi d ë ...ê " MZ

} ! d – ð fl

| è " M] " ð M8 ÷ Mä ê " d j d \$ "

à fi d ë ...ê " MZ Mb ! = ‡ 8 j | ð "

˘ f 8 M] " ð = M8 ÷ Mä ê " d j d \$ "

X T M° " \$ – " " =

à fi d ë ...â ! \$ Z ð "

˘ f 8 M] " ð = M8 ÷ Mä ê " d j d \$ "

P U T M Ô M Û T M° " \$ – " " =

à fi d ë ...ê " MZ

^ 8 – è † ê " è ° "

æ" ð" – ë | è | è \$ Mb | è "

˘ · – " " M] " ð = M8 ÷ Mä ê " d j d \$ "

X T M° " \$ – " " =

à fi d ë ...ê " MZ M^ d ê | ð "

˘ · – " " M] " ð = M8 ÷ Mä ê " d j d \$ "

PUT MÔ MÙ T M° " \$ – " " =

à fi d ë ...ê " MZ Mä d ê ‡ | ð "



[ " d † ố | 8 è M ð 8'âmHâ | ǰ ' ° = ố

**U v w z € ] 8 ü K M ë | è " - d ê =**

- " d † ố M ð 8 M d † ä Ø R M = 8 ê ! ố | 8 è M ð

ố ' " 5 M = ố d - ố M ð 8 M † ! † † ê " M d è °

° | = = 8 ê | "

ả 8 8 ° M ÷ 8 - M ° " ố " - ë | è | è \$ M ð ' "

**t r ...s , € | r è † - v d ê =**

| = " M ð ' " M d † | ° M ð " = ố M 8 è ê 5 M | ÷

5 8 ! M ð ' | è é M ð ' d ð M 5 8 ! - M ! è é è 8 f è

ë | è " - d ê M ' d = M ê 8 f M ' d - ° è " = =

† ê 8 = " M ð 8 M Ú S

~ 5 ... | † d ê ê 5 M " | ố ' " - M † d ê † | ố " M 8 -

° 8 ê 8 ë | ố "

' ð ð ...Y Š Š d † d ° " è | † S † - 8 8 é ê 5 è S † ! è 5 Š Š " ° ð ! è Š Š " 8 ê 8 \$ 5 Š Š - 8 † ' d Š è | è " - d ê Š è | è " - d ê

b d \$ è " ð ĭ ï ð d \$ è " ð = ð

**U v w z € v 8 ü K** Më ĭ è " - d ê = Md - "  
ë d \$ è " ð 18 ð " Mf " d é ê 5 QM = 8 ë "  
= ð - 8 è \$ ê 5 S M M â Më d \$ è " ð Mf ĭ ê ê M = ð ĭ †  
ë d \$ è " ð ĭ † Më ĭ è " - d ê S

â 8 8 ° M ÷ 8 - M ° " ð " - ë ĭ è ĭ è \$ M ð ' "  
† " - ð ~ dr ĭ **xè € v † z † v 1 r € u**  
**y v ~ r † z † v**

\ " " ° Md ℞ " ê ê Më d \$ è " ð S

& ê ! 8 - " = ž " "ě ž "dRž ié \$ " " ð = ÷

U v w z € v ü K Më | è " - d ê = M ÷ ê ! 8 - " = ž " M

å 8 8 ° M ÷ 8 - M ° " ð " - ë , è . n v € x ð v "ë M ž è "" - ÷

\ " " ° M d R M " ê è M R ž ié \$ | ž ð M | è = ð - ! ë " è ð S

· ð ð ...Y Š Š d † d ° " ë | † S † - 8 8 é ê 5 è S † ! è 5 S "" ð ! è Š \$ " 8 ê 8 \$ 5 Š \$ - 8 † ' d Š è | è " - d ê Š è | è " - d ê

U z † ‡ z € x ^ z † y z € x 1 S  
\\ > Wv } u † f r ... 1 r € u 1 a } r

a , † r † † z ^ ~ 1 Wv } u † á } r .. x z , t } r † v 1 W

| - ð ' 8 † ê d = " Md è ° Mb iâ † † Q † ã i \$ è Q M â d è = ° " = | è " ] d ê ë 8 è R M 8 . M é é | ð R' M † - ã . d † - d Q 8 5 - ð ð f Q è ð - ð ' | † 8 ê 8 - " ° c ' | R ð ' 8 M æ d - R é M \$ 8 - " 5 °

c d j 5 ê d R è i " é ð - " d é = ] " ð = M 8 ÷ M ð ' | è Q R M = é " - = ð - | d ð | 8 è = M 8 è M = 8 ë



b | è " - d ê M ~ ° " è ð | ÷ |

d ‡ v f 1 4 z B € v ... r } 1 ] ^ v ‡ † } v } . z P 1 , ... 1 \_ , € ~ v ‡ r }  
^ v ‡ r } } z t       , € ~ v ‡ r } } z t

d ‡ v f ↑ z € v ... r } 1 Y r ... d ‡ v f † P 4 C € v ... r } 1 ] z x y U . P ,

d ‡ v f 1 ^ 4 E v ... r } 1 1 d ‡ v f P 1 ^ 4 D € v ... r } 1 Y r ... u € v

d ‡ v f 1 ` 4 # v ... 1 a ... , f v d ‡ v f † P 4 z E € v ... r } 1 T } v r % or

d ‡ v f 1 ^ 4 F € v ... r } 1 \_ r ~ d ‡ v f 1 ` 4 † F y v ... 1 U v w z € z € x

d ‡ v f 1 4 z G € v ... r } 1 \_ r ~ v P



\ " fi ð Mã " ‡ ð ! - " M~ 8

**Z x € v , ^ † 1 c , t | †**

æ" ÷ | è "

| - | \$ | è Md è ° M~ ë ...8 - ð d è ‡ " Mð 8 M& 8

ä ê d = = | ÷ † \$ ð ð 8 8 è M[ 8 ‡ é Må - 8 ! ...=

{ ' 5 = | ‡ d ê M{ - 8 ..." - ð | " =

~ ° " è ð | ÷ | ‡ d ð | 8 è M8 ÷ M^ d è ° M] ..." =

**a ...v f r ...r ‡ z , €**

[ " d ° Mb | è " - d ê Md è ° M~ \$ ð ð 8

] ð ! ° 5 Mã " ‡ ð ! - " M\ 8 ð " = Md è °

b | è " - d ê M c " † M [ " ÷

ä 8 ë ë 8 è M b | è " - d ê = M | è M ~ \$ è " 8 ! = M [ 8 † é =

b | è " - d ê M ^ d - ° è " = M ~ " = ö | è \$

b | è " - d ê M ~ ° " { è ð | = † | † † d è ð M { 8 - 8 ... " - ö | " =

b ~ \ à [ â ã M { [ | { à [ ~ ~ à ] Q M ! ] à ] Q M Ô M ~ æ à \ ~ ~ & ~

~ è ° " fi M 8 ÷ M ë | R è " † ö | ê & M | è M ö ' | è

h Y R e 1 Z d 1 T c j d e R ] 1 T ] V R g R X V P

a Y j d Z T R ] 1 T Y R c R T e V c Z d e Z T d 1 ` W 1 ^ Z \_ V c R ] d

' ö ö ... Y Š Š f f f S † 8 † f " † S è " ö Š g † ! \$ U Š ë | è " - d ê S

' ö ö f . f . Y Š Š - 8 † é ' 8 ! è ° = S † 8 ë Š - 8 † é = ' 8 ... Š ë | è " -

' ö ö ... Y Š Š f f f S ! è | 8 è S " ° ! Š { | ' ã ~ R ä Š ä ä | æ ä † d Š

' ö ö ... Y Š Š d † d ° " ë | † S † - 8 8 é ê 5 è S † ! è 5 Š Š " ° ö ! è Š \$ "

' ö ö ... Y Š Š † ë = † S ë | è 8 ö = ö d ö " ! S " ° ! Š ä d † è Š