
x xxxx

xxx xx xxxxxx xxxxxx xx2
xxxx xxx xxxxxxxxxx xx xxxx xx xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx?

*xx xxxxxxx xxxxxxx'*

*xxxxxxxxxxx xx xxx xxxxxx*

xxxxxxxxx xxxxx xx xxxxxxx'x xxxxxxxxx6x xxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxx xxxxx xxxx xxxx xxxx xxxxxxx, xxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxx xxx xxx.



* **-x
  ▪
  x**

***/x4***

**1.
4.4
0**

**•**

**41116,
'**

*- 44-*

**52** 
xxxxxxxxxx xxxxxxxx, xxxxxxx 2019



xxxxxx

xx xxxx xxx xx xxxxxx xx xx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx

|  |  |
| --- | --- |
| xxxxxxx xxxxxxx xx xx xxxxx-xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx. xxx xxxxx xxxxxxx *xxx xxxxxxx xxxxxxx: xxxxxx, xxxxx, xxx xxx xxx xxxxxxx xx xxxx xx xxxxx (x.*  x. xxxxxx, 2011). |  |



xxxxxxxxx xxxxx xx xxxxxx xx xxxx xxx xxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx. xxxxxxx xxxxxx-xxxx xxxxx xxxxxx xxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx, xxxx xxxx xxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx, xxxxxx xx xxx xxxxxx, xxx xxxx xxxx, xxx xx xx. xxxxxxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxx xxx xxxxxx xxxx xx xxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxx xx xxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxx xx 2005. xxx xxx xxxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxx xx xxxxxxx. xxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxx xx xxxxxxx xx xxxx. xx xxx xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xx xxxx xx 2050 xxxx xxx xx xxxxxx.

xx xxxxxxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx, xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxx xx xxxx xxx xxxx xxxx xx xxxxxxx *xxxxxxxx* 
xxxxxxxxx. xxxxx xx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxx. xxxx xx xxxx xxxxxx xx xxx xx xxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxx—xxx xx xxxx xx xxxxxxxx xxxx xxxx xxx xxxxxxx xx xxx xxx xx xxx xxxx.

xxxxxxxx xxxxxxxxx xx x xxxxxxx xxxxx xxxx xxxxxx "x xxx­
xxxxxxxx xxxxxxxxxxx" xx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx, xxxxxx­
xxx xx x 2018 xxxxx xxx xx xxx x. xxxx xx xxxxxxx'x xxxxxxxx xx­
xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx. xxxxx­
xxx xxx xxx xx xxx xxxxx xx x xxxxxx xx "xxxxxxxxx xxxxxxx" xx xxx xxx xx-xxxxxxx xxxx xx *xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx,* 
xx xxx xxxxx xxxxx xx xxxxx xxxxxxx xx 1.5 xxxxxxx xxxxxxx. xxxxxx xxxxx xxxxxx xx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxx xxxxxx—xxxx x xxxxxxxx xx "xxxx xxxxx" xxx xxxxxxx x—xx xxxx xx xxx 2016 xxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxx. xxxxxxx xx xxxxxxxxx xxxxx xxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxx. xxx xx xx xxxxxxxxxx xx 0.2 xxxxxx x xxx xxxxxx. xx x xxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxx 2018, xxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxx xx xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxx xx xxxx xxxx 12 xxxxx xx xxx xx xx xxxx xx xxxxx xxxxxxxx xxxx 1.5 xxxxxxx x, xxx xxxxx xxxxxxxx xx xxxx xxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxxx xx xxx xx xx xx xxxx xx xxxxxxxx xxxx xxxx xx xxxx xx xx xxxx xx.

xxxxxxx xxxxx xxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx x xxxxxxxx "xxxxxx xxx­
xxx," xx xxxxxxx xxxxxx xx xxxxxx xxxxxxx xx xxx xxx xx xxx xxxx­
xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxx. xx xxxxx'x xxxxxxxxx—xxxxx 40 xxxxxxx xx 50 xxxxxxx xxxx x xxxx—"xxxxx xxx xx xxxx xxxx xxxxx' xxxxx xx xx2 xxxxxxxxx xxxx" xx xxx 1.5-xxxxxx xxxxxxxx, xxxx xxx xxx xx-xxxxxxx xxx. (xxx xxx xxxxxx­
xxx xx xxxx xxxxxxx, xx xxx "xxxx" xx xxxx "xxxxxx xxxx.") xxxxx xxxx,

xxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xx xxxxx xxxxxxxxxx. xxx xxxxx xxxxxxxxx xxx xxxxx xxxx xxxx xx xxxxxx 150 xxxxxxx xx xxxx xxxx xxx xxxxxxxx xxxx xx xx2 xxxx xxx xxxxxxxxxx xx 2100—xxxxxxx xxx xxxxxxx xx 16 xxxxxxx xxxx x xxxx, xxxxxxxx xx 2050, xxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxx xx xxx xxxxxxx.

xx xx xxxx, xxxx xxx xxx xxxx xxxx, xx xxxx xxxx xx xxxxx xxxxxxxx "xxxxxxx xxxxxxx" xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxx­
xxxxx x xxxx xxxxxxxxx xx 2030, xxxx 11 xxxxx xxxx xxx. xxxx xxxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxxxx xx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxx xxx xxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxx xxxx xxxxx—xxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx—xx x xxxxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxx­
xxxxx xxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxx. xxx-xxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xx xx­
xxxxxxx xxxxxxxx xxxx, xxxxxxxxx xxxx xxx xxxxxxx xxxxx xx xxxx xxxx xxxx xxxxxx, xxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xx xxxx xxxx xxxx xx xx2
.

xxxx xx xxx xxxxxx-xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxx xx xxx xxxxx xxxxxx xx xxxxxxxxxxx, xxxxxxx. xxxx xxxxxxx xxxx­
xxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxxxx xxxx xx xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxx xxxx xxxxxxx, xxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxx xxxx xx xxxxxxx xxxxx xxxx xx xxxx xxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxx.

xxx xxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xx x xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xx xx xxx xxxx xxxxxx. xxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx­
xxxx xxxxxx x. xxxxxxx xxx xxx xx-xxxxxxx xx x 2017 xxxxx xx *xxxxxx xxxxxxx xxxxxx* 
xxxxxx xx xxxxxxx xxxxxx—xxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx—xxxx xxxxx xxxx xx xxx xx xxxxx xx xxxxx 3.2 xxxxxxx x xx xxxxxxx xx xxx xxx xx xxx xxxxx­
xx, xxxx x xxxxx xxxx xxx xx 4.9 xxxxxxx x. xx x xxxxxxxxxx xxxxx xx xxx *xxxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxx xxx,* 
xxx-

xx xxxxx xxxxxx **xxxxxxx xx** 
1.5 xxxxxxx xxxxxxx, xxxxxxx xxxx xxxx xx xxxxxx xxx xxxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxx xxxxxx'x xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx.

**xx xxxxx**

xxxxxxx xxx xxxxxxx xxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxx xx xxxxxxxx. xxxxxxxx xxxx xxxx xx2 xxxx xxx xxx xxxxx xxxxxx 250 xxxxxxx xxxx xx 2100. xxxxxxxxxx xxxxx-xxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx 180 xxxxxxx xxxx.

**xxx xxxxx xxxxx xxxx $0 xx $300** 
xxx xxx. xxxxxx xxx xxxxxxx xxx **xxxxxxxxx xx xxx xxx xxxxxxxx xx2,** 
x xxxxxx xxx xxx xxxxxxx xxx xxxx xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx.

**54** 
xxxxxxxxxx xxxxxxxx, xxxxxxx 2019


1

xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxx­
xxx xxxx xxx xxxxxxxxxx *(1).* 
xx xxxxxxxx xxxxxx x xxxxxx xxxx *(2)* 
xxxxx xxx xxx xxxx xxxx 700 xxxxxx xxxxxxxxxxx, xxxxx xx xxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xx xxxx xxxxxxxxx, xxxxxxx xx xxxxx xxxxxxx xx x xxxx xxxxxx xxxx xxx xxxxxx (3).

xx xxxxx;x xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xx xxx x xxxxxxxxx xxxxxx­
xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxx xxxxxxx x xx "xxxxxxxxxxxx" xxx xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxx x xx xxxxxx "xxxxxxxxxxx xxxxxxx xx x xxxxxxxx xx xxx [xxxxx] xxxxxxxxxx."

xx xxx xx xxxxxx xxxx xxx xxxxxxxx xxxx xx xxxxxxxx xxxxxxxxx xx xxxx xxxxxxx—xx xxxxxxx xx 20 xxxxxxx xxxx x xxxx xxxx 2050 xx 2100—xx xxxxxxxxx xxxx xxxxx xx xxxx xxx xxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xxx xx xxxx xxxx? xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxx, xxxx xx xxxx, xxxx xx xxx xxxx xxx xx xxxxxx? xxx xxx xx xxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx—xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx?

xxxxx xxx xxxx

xx x xxxxxxxx xxxx xxxxx xx xxxxxxxx
xxx
xxxx xx
xxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxxxx, xxxxxxx, x xxxxxxx xxx xxxx xx x xxx-xxx xxxxxx xxxxx xxx xxxxxxx x xxxxxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx. xx xx xxxxxxx xx xxxxx xxxx xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxx xxxx, xxx xx xxxxx xxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxx xxxx 700 xxxxxx xxxxxxxxxxx, xxxxx xxx xxx xxxxxx xxxx xxxxxx xxxx xxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx. xxxxxxxxxx, x xxxxx xxxxx-xx, xxxxx xxx xxxxxxxxx xxx xxxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxx xxxx­
xxx xxxxx xx xxx xxxxx. xx xxxxxxxxxx x xxxxxx 50 xxxx xx xxxxxx xxxxxxx x xxxx.

xxxxxx xxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxx xx xxx xxxx xxxxxxxxxxx­
xxxx xxxx xx xxxxxxxx xxxxxxxxx: xxxxx xx xxxx xxxxx xxxxxxx

xx2 xxxx xxx xxx xxx xxxx xx. xxxxxxxxxx xxxxxx­
xxx xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx 10 xxxxxxx xx 15 xxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx x xxxx xx xxx xxx xx xxx xxxxxxx; x xxx xxxxxxx xxxxx 35 xxxxxxx xx 40 xxxxxxx xxxx xxx xx xxxxx­
xxx. xxxx xx xxxx x xxxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xx xxxxx xxxx x xxxxx xxxxxx: xxxxxx xxxxx xxxxx xxxx xxx xxxxx xxxxxx-xxxx xxxxxxxxxx xxx xx xxx xxxx xx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx.

xxx xxxx xxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx—xxxxxxx 2018 xxxxx xx *xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx—xxxxx* 
x xxxx xxxxx xxxx. xxxxxx xxxx xx xxxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx, xxxx xxxxxxx, xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxx xxxxx xxxxx xxxxx­
xx xxxxxxx. xxxx xxx xxx xx-xxxxxxx xxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxx xxxxxxx xx 2050 xx xxxx 500 xxxxxxx xx xxxx xxxxxxx xxxx x xxxx—xxxxxx xx xx 25 xxxxxxx xx 250 xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxx—xx x xxxx xx $100 xx $300 xxx xxx. xxx xxxxxxxxxxx, xxx xxxx xxxx xxxxxxxxx xxxx 4.6 xxxx xx xxxxxx xxxxxxx x xxxx.

xxxxxx, xxx xxxxxxx "xx xxx x xxxxxx xxxxxx," xxxx xxxxx x. xxxxx­
xxx xx xxx xxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx'x xxxx, xxxxxxx, xxx xxxxx xxxxxxx. "xx'x xxx x xxxxx xxxxxx. xx'x xxxx xx x xxxxxx xxxxxx. xxx xx xxxx xx." xxxx xxxxxxxxxxx xxxxx xxxx xxxxx xxx xxx xxxx xxxxx $100 xxx xxx. xxx xx xxx xxxx xxxx xxx xxxxx xxxx xx xxxxx xx xxxxxxxx xxxx xxx 60-xxxx xxxxx xx xxxx xxxxx xxxxx xx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xx xxx 1950x xx xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx, xxxx xxxx "xx xxx xx xxx xxxx."

xxxxxx xxx xxxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxx. xxxxxxxx x xxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx x xxxx xxxxx xxxxxxx x 300- xx 500-xxxxxxxx xxxxx xxxxx, xxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxx, x xxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx­
xxxx. xx xxxx xxxx x xxxx-xxxxx xxxxx, xx xxxxx xxxxxx xxxx xxxx­
xxxxx xxxx xx xxxxx xxxxxx. xx xxxxx xxxx xxxx xxxxx xx xxxx xxxxx, xx xxxxx xxxxx x xxx xx xxxx xxxx xxxxx xxxxxxx xx xx

xxxxxxx 2019, [xxxxxxxxxxxxxxxxxx.xxx](http://ScientificAmerican.com)
55


xxx xxx xxxxxx xxxxxxxx#13;  
xxxxxxxxxx xxxxx xx

**xxxxxxx xxxxxxxx** 
xxxxxxxxxx xxxx xxxxxx
xxxxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxx

xx xxxx xxxxxxx. xxxxx
xxxxxxxxxxxxx (x) xx
xxx xxxxxxxx.

xxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxxxx xxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xx 2050? xxx xxxxx­
xxxx xxxx xxxx xx? xxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx. xxx xxxxxxx xxxx xxxx x xxxx-xxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxxx, xxxxxxxxx xx xxxxxxxxx xxxxxx xxxx xxx xxx xxxxxxxxxx. xxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxx x xxxxxxxx xxxxxx­
xxxx xxxx xxx xxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxxxx xx xxxx'x xxxx.

**xxx xx xxxx xxx xxxxxx xxxxxx** 
xxxxxx xxxxxx xxx xxxxx xx xxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxxx. xxxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx.

xxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx

xxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx

xxxx

xxxx xx xxxxxxx xxxxxx

xxxx
-x—›- xxxxxx

\_xxx


25xx xx 75xx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxxx

xxxxxxxx xx xxxx-xxxxxxxx xxxxxxx \

xxx xxxxx xxx xxxxxxxxxx

xx xxxx xxxxxxx

xxxxxx


x%

4x



4
5.

**'9
4 ';'?**

**\ 13
" x‘.°**

**xxx;5.
xx
xx''‘**

xxx xxxxxx xxx xxxxxxxxxxx#13;  
xxxxxx *(xxxxxx)* 
xxx xxx#13;  
xxxxxxxx xx xxxxxxxxxx

xxx xxxxxx xxxxxxx.

**xxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx** 
xxxxxx, xxxxx xxxxxxx xx xx2, xxx xxxxxx xx xxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxxx xxxx xxxx. xxx xx2 xx xxxxxxx xxx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxx. xxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx. xxx xxxx xxxxxxxx xxxxx xxx xx xxxx xxxxxx xxx xxxx xxxxx.

xx

xx

**xxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxxx** 
xxxxx xxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxx-xxx xxxxxxx xx xxxxxx xxxxxxxx xxxx. xxxx xxxxxx xx2 xxxx xxx xxx xxx xxxxxxx xx xxxx xxx xxxx xxxxxx, xxxxxxxxx xxxxx. xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxx xx xx xxxxxxxx.

**xxxxxxx**

xxxxx, xxxxxx xx xxxxxxx xxxxx xx xxxxxx, xxxxxxx xxxxxx, xxxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx—x xxxxxxxx-xxxx xxxxxxx xxxx xx xxxxxx. xx xx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxx xxxx, xxxxx xxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxx. xxxxx-xxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxx xx x xxxxxxxxx.

|  |  |
| --- | --- |
| **56**  xxxxxxxxxx xxxxxxxx, xxxxxxx 2019 | *xxxxxxxx xx xxxxx xxxxxxxxxxx, xxxxxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxxxx* |

* **xxxxxxxx
  xxxxxxxxxxx#13;  
  xxxxxxx**

*x* **xxxx**

**••
••••••**

* **•
  ••
  •4114**

**xxxx xxxxxxx**

**xxxxxxxxx ❑ xxxxxx xxxxxx x
xx**x

64
,5 ,x5x,
-

,0x
.xx2
,0)
x45
' **.xxx,**

**x xxxx** *x
4'
xxxx;* 
xx• 45
'

41'6
x.
() x-x\ (x
• xx
x *•
x x
x
6,*

**0
x
x** 4
,xxx;x
'

*‘xx
• °)
1
.°* 
¢04'
x
xx
x,
` x 45'x‘.

**\\*** 
x`0 :`°
x **°` ‘2
xx53** 
4 **(69
x•x'
xx**

* **xxxxxx**
* **xxxxxxxx**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **xxxxxxxx** | **•** | **•** | **•** | **•** |  | **•** |
| **xxxxxxxxx** • | • | • | • | • | • | • |
| **xxxxxxx** | • | • | • |  |  | **•** |
| **xxxxxxxxxx** • |  |  | • |  | **•** | **•** |

**xxxxxx xxx xxxxxxxx#13;  
xxxxx xxxxxxxxxxxxxx#13;  
xxxx xxxxxxxxxxxxx**

*\*"xxxxxxxxx xx2
xxxxxxx"* ***xx xxxx*** *xxxxxxxxxxx xxxxxxx.*

**•**

|  |
| --- |
| * • • • • • **40   41 •**    •   •   **411**  xxx4•04   * •   0 |

*0*

|  |
| --- |
| * *x* * *•   x* * *•   x x* * *•   x x* * *•   x x* * *•   0 x* * *x*   *,*  xxxxx xxxxx 2050 |

**xxxx xxx xxxx** 
xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xx 2050 (xxxx) xxx xxxx xxxx xxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxx xxxxxxx (xxxx). xxx "xxxx xxxxxxxxx" xxxxxx xxxxxxxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxx xx xx xxxx xxxx. "xxxxxxxxxx" xx xxxxxxx xxxxxx xx2 xxxxx xxxxxx xxxx xxxx xxx xxxxxxxxxx: "xxxxxxxxxx" xxxxxxxxx xxxx xxxx; "xxxxxx" xxxxxxxxx xxx xxxx *(xxxxxxxx).* 
xxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxxx xx xxxxx xxxx xxxx xx xxxx xxxxxx 2050 xx xxxxx xx xxx xxx xxxxx *(xxxxxxxxx),* 
xxxxx xx xxxxxxx xxxx xx xxxx xxxxxxxxxxx. xxxxxxx xxx xxxxxx xx xxx xxxx xxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxxxx xxxxxx (xx xxx xxxxxx xxxxx, xxxxxxx xxx xx xxxxx).



**,x0**

**xx. • 61 44 • x?**

**x**

**xxxxxxxx xxxxxxxxxx**

xxxx xx xxxxxxxxxx xxxx xxxx. xxxx xxxxxx xx xxxxxx, xx xxxxx xx2 xxxx xxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxx. xxxx xxxxxxxxx xx xxx xxxxx, xx xxxxxx xxxx xxxxxxxx, xxxxxxxxxx xx2 xxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxx xx xxx xxxxxxxx. xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxx xxx xxx.

**xxxxx xxxxxxxxxxxxx**

**xxxx** 
xxxxxxx xxx xxxxxxxxx xx xxx, xxxxxxx xxxxxxxx xxxx. xxxx xxxxxxx xx xx2 xxx xxxxxxx xx xxxx xxxxx xx xxxxxxxx xxxxxxxx. xxxx xxxx xxx, xxxx xxxx xx xxx xxxxxxxx. xxxxx xxxxx xx xxxxx-xxxxx, xxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxx xx xxxxx, xx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxx xxx xxxxxxxxx xxxxx *(xxxxxxxx xxxx).*

**xxxxxx xxx xxxxxxx**



x
x° x
x

,
x,°%

xxxxxxxx xxxx xx xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xxx xx2, xxxxxxx xx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxx. xxxxxxxxx xxxxx xxx xxxx xxx xxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx. (xxxx xxx "xxxxxxxxx" xxxx xxx xxxxxxxxx.)



**xxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxx**

xxxxxxx xx xxxxx xxxxxxx xx xx2 xxx xxxxxxx xx xxxx xxxx xxxxxxxx, xxxxxx xxxxxx xx xxx xxxx. xxxx-xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxx. xxxx-xxxx xxxxxxxxx xxx xx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxx xxxx xxxx xx xxxx xxxxxx.

xxxxxxx 2019, [xxxxxxxxxxxxxxxxxx.xxx](http://ScientificAmerican.com)
**57**

xxxxxx xxx xxxxxxx xx xxxxxx. xxx xx xxxxxx, x xxxxxxx xxxx xxxxx xxxxxx xxxx x xxxx xx xxx xxxxxx xx 20 xxxxxxx xxxx x xxxx.

xxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxx xxxxx xx xxxxxxxxx xx xxxxxxx­
xxx xxx xxxx-xxx xxx xxxxxxxx xxxx xx x xxxx xxxxxx, xxxx xxxx­
xxxxx xxxxx xxxxx xx xxx xxxxxxx. "xxx xx xxx xxxx xxx xxx xxxxx 20 xxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxx xxxxxxx xxxxx, xxxx xxxxx xx xxx xxxxx xxxxx xx xx xxxx xxxx xxxxx," xxxx xxxxx xxxxx, xxxxx xxx­
xxxxxx xx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx'x xxxxxx xxx­
xxxx. "xx xxxxx xxxx x xxx xx xxxxx xxx xxxx xxxxx, xxx xx xxx xxx xxxx xxxx xxxxx xxx xxxx xxxxx, xxx xxxx xxxxx xx xx xxxxx xx xx xxx xx xx xxx xxxx xxx xxxx xxx x xxxx xxxxx." xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xx xxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxx.

xxxxxxxxx xx xxxxx

xxx xxxx xxxxx xxxx xxx
xxxxxx xxx xx xxx xxxxxxxxx xx xxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx, xxxxxxx xxxx xx xxxx xxxxxxx xxx xxx xxxx xxxxxxxxx. xxx xxxxxxx, xxx xxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxx xxxxxx xx xxxx xxx xxxx xxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxx, xxx xxx xxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxx. xxxxxxx xxxxx­
xxxxx xxx xx xxxx xx xxxxxxxx x xxxxxxxxx xx xxxxxxx.

xxx xxxxxxxxx xxx xx xxxxx xxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx, xxxx xxxx xxxxx, x xxxxxxxxx xx xxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xx xxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xx xxxxxxxx, xx xx xxxxxxx xx "xxxxx xx xxxxxxx xxxx xxx xx xx. xx xxxx xxx xx xxxxx xxxxx. xx xxxx xxx xx xxxxxxx xxxxxxxxx, xxxxxxxxx xx xxxxxxx xxx xxxxx xxxxx," xx xxx xxxx xxx­
xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxx xx. "xx xxxx xxx xx xxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx.... xxxxxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xx xxxxxx xx [xxxxxxxxxx] xxxx xxx xxxxx xx xxxx xxxxxxxxxxx. xx xxxxx xxx xx xxxx xx xxx xxx xxxxx."

* xxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx. xxxxxxxxxx, xxx xxxxx'x xxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxx x xxxxxx, xxxxxx xxxx x xxxx, xxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx, xx xxxxx xxx xxx xxxx xxx xxxxxx xx xx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx. xxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xx xx xxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxx­
  xxx xxxx xx xxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxx. xxxxxx xxxx, xxx xxxxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxxxx xx xxxx xxxx xxx xxxx xxxxx-xxx xxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxx xxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxxxx. xxxxxx­
  xxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xx xxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxx 3.7 xxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx x xxxx xx xxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxxxxx, xxxxxxxxx xx x 2015 xxxxx xx *xxxxxx xxxxxxx xxxxxx* 
  xxx xx xxxxxxx xxxxxxxx xx xxx xxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxx.

xxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xx xx xxxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxx xx xxxx xx 10 xxxxxxx xxxx xx xxxxxxxx xxxxxxxxx x xxxx, xxxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxx, xxxxx­
xxx xx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxx xxxxxx xx x xxxxx xx "xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx" xx *xxxx.* 
xxxx xx x xxxxxxx xxxxxxx xx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx. xxx xxx xxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxx xxxxxx, xxx xxxxxxxx xx xxx xxxxxxx xxxxx.

xxxx xxx xxx xx-xxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxxx. 'xxxxx xxxx xxx xxx, xxxxxxx xxxx xxxx xxxxx xxxxxx xxx xxx xxxx xx xx xxxxx xxxxx xxxx xxxxxxx xx xxx xxxx. xxx xxxxxx xx xxxxxx xxxx­
xxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxx, xxxxxxx xxxx xxxxxx. xxxxxxxxx, xxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxx xxxxx. xxxx xx, xxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxxxx xxxx­
xxx xxxxx xxxxxx xxx xxxxxxx xx xxxxx xxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xx. xxxx xxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxx 500 xxxxxxx xxx 3.6 xxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx x xxxx xx xxxxxxxxxx.

xxxx xxxxx xxxx 25 xxxxxxx xx 180 xxxxxxx xxxx xxx xxx xxxxxx xx xxx xxxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxx, xx x xxxx xx $5 xx $50 xxx xxx.

xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xxx xxxxx. xxxxxxx xxxxx, xxx xxxxxxx, xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xx xxx xxxxxxxxxxxx x.x. xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx. xxxxxxxx xxxx xx xxxx xxxxxx xxxxxxx xx xxxxx xxx xxxxx xxxxx xx xxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxx xxx, xxxxxx xx xxxx xxxxxx xxx xxxx xxxxxx xxxxxxx.



xxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxx xx xxxxxxx
xxxxxxx xxxxx xxx xxxx
xxxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xx xxxx xxxxx.

xxxxxxxx, xxxxxxx xxxxxxxx-xxxxxx xxxxxx xx xxxxxxxx xxx xxxxxx xx x xxxxxxx xxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxx xxxx­
xxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xx xxxxx. xxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxx xxxxxx­
xxxxxxx xxx xxxxx xx xx 5.3 xxxxxxx xxxx x xxxx-265 xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxx—xx $0 xx $100 xxx xxx.

xxxx xxxxx xx xx xxxxxxxx xx xxxxxxx. xx xxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx, x xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxx xx xxx xxxxxxx xx xxxxxx xx xxxxxxx, xxxxxxx xx xxxx x xxxx xx xxxxxxxx xxx xxxxx­
xxxxx xxxxxx xx-xxxxxxxx xxxx xx xxx-xxx xx xxxxxxxxx xxx. xxxx xxx xxxxxxxx xx xxxxxxx xx xxxx xxxxxx, xx xxxxx xxxxxx xx xxx xxxx xxx xxx xxxxxxx xxxx xxxxxx. xxx xx xxx xxx xxx xxxxxxxxx xx xxxxxx xxxxxxx xx x xxxxx xxxxx. xxxx xxx xxx xx-xxxxxxx xxxxxx­
xx xx x xxxxxxxxx xxxxxx xx 300 xxxxxxx xx xxx xxxxxxx xxxx xx xxxx­
xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx, xx $90 xx $120 xxx xxx. xxxx xx 15 xxx­
xxxx xx 100 xxxxxxx xxxx xx xxxx xxxxxxx.

xxxxxxx xxxx-xxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx, xx xxxxx. xxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xx xx, xxx xx xx xxxx­
xx xxxxxxxxxxxxx. x xxxxx xxxxx xxxx xxxx, xxxxxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxx xxxxxxx xxxx xx xxxxxxxxxxx. xxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xx xxx xxxxxxxxxx xx xxxx xxxx xx xxxxxxxxxx. xxx­
xxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxx, xxx xxx xxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xx xxxx xxx xxxxxxxxxx, xxxxxxx xx xxxx xxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxx. xxx xxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xx xxx xxxxx xxxxxxxxx xx xxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxx xx xxxx xx xxx xxxxx'x xxxxxx xxxx, xxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxxxxxxx, xx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxxx xxxx­
xxx xxxx xx xxxxxxxxxxxxx xx xxxx xxxxxxxxxxxxx. xxxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxxxx, xx xxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxxx. xxxxx, xxxx xxxx xxx xxxxxxx-

xxxx xxxxxxxx *xxxxx xxxxxx*

**58** 
xxxxxxxxxx xxxxxxxx, xxxxxxx 2019

xxxx xxxxx xxxx xxxxx xx xxxx xxx xxxxxxx xxxx x xxxx, xxxx xxxxx xxx xxxxxxxx xx xxxxx xxxxxxxxxxx, xx x xxxx xx $100 xx $200 xxx xxx. xxxx'x xxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxx 100 xxxxxxx xxxx xx xxxx­
xxxx xxxxxxxxx xx 2100.

xxxx xxxxxx xxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxx xxxxx xxx­
xxxxxxxxxx. xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx x xxxxxxx xxxxxxx: xxx­
xxx xxxxxxx xx xxx xxx xxxxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xx xxxxxxx xxxxx xx xxxxxxx xxxx. xxx xxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxxxxx­
xxx xxx xxxx x xxx xx xxxxx xxx xxxxx xxxxx xxxx xxxxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxx, xx xxxxx xx xxx xxxxxxx xxxxxxx. xxxx xxxx xxx xxxxxxxxx xx xxx xxxxxxx xx xxxx xxxxxxx xxxx x xxxx, xx $50 xx $200 xxx xxx. xxx xxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxxxxxx—xxxxxxxxxx xxxx xx xxxxx xxxxxxxxx xxxx xxx xxxxx xx xxxxxxxxx xxxxxx xx xxxxx xxx xxxxx xxxxxxxx, xxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxx—xxxxx xx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxx-xxxxx xx xxxxxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxxx xx xxxxxx­
xxxx. xx xx "xxx x xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx," xxxx xxxxx.

**xxxxxx xxxxxx xxxx xxxx**

xxxxx xxxx xxx xxxxxxxxxx xxxxx
xx? xxx xxxxxx xx xxx xxxx xxxxx xxx xx xx xx xxxxxx xx 150 xxxxxxx xxxx xx x xxx xxxx xxxx xxx xxxxxxxx xxxx xx 2100. xxx xxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxx xx xx xx xxxxxx xxx xxxxxxx. xxx xx xxxxxx xxxx xxx xx xxx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx. xxxx xx xxx xx, xxxx xxxx, xx xxxxxx xxx xxxxxxxxx xx xxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxxx. xxxxxxxx xxxxxxxxxx, xxx xxxxxxxx, xxxxx xx xxxxxxxx xx xxx xxxx xxxx xxxxx xxxx xx xxxx xxxxxxx xxx xxxxx.

xxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxx, xxxxxxxxxx xxxxx, xx xxxxxxx xx­
xxxxxxxx xx xxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxx. "xxxx xx xxxxx xx xx x xxxx, xxxx xxxxxx," xxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx'x xxxxx. xxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxx xx xxxx xxx xxxx xxx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxx­
xxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xx "xxxxxxx xxxxxxx" xxx xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx. xxx x.x. xxxxxxxxxx xx xxxxxx, xxx xxxxxxxx, xxx xxxxx xxxx xxxx xx xxxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxx "xxxxx xxxx" xxxxx xxxxxxxxxx x xxxxxxx. xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxxx xx 2017, xxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxxx xxxxx xxxx xxxxx xx xxxxxxxxxxx xx xxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxxx $7.5 xxxxxxx.

x xxxxxx xxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxx x xxxx xx xxxxxxxxx—x xxxx xxx xxxxxxx xxxxxxx xxxx xxx xxxx­
xxxxxx. xxxx xxxxx xxxxxx x xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxxxx xxx xxx xx xxxx xxxx xxxx xxxxxxxxx xxxxx. xxx x.x. xxxxxxx xxxx x xxx, xxxxxxxxx xx xxxxx $25 xxx xxx, xxxxxx­
xxx xx xxxxxx-xxxx xxxxx xxxxxx, xxxxx xxx xxxx xxxxxxxxx xx xxxx xxxx xxxx 2015 xx 2016. xxxx xxxxxxxxxxx xxx xxxx, xxxxxxx, xxxxxx x xxx xx xxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxx xxxxx xx xxxxxx xxxxx.

xxxx xxx xxxxxxxxxx, xxxxxxxxxxxx xxxx xxxx xxxx xxxxxxxxx xx xxxxxx xx xx2
-xxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxx, xxxxx xxxxxxxx, xxxx xxx xx xxxxxxxxxxx. xx xxxx, xxxxxx xxx xxxxxxx xx x xxxxxx xxxx­
xxx, xxx xxxxxxxxx xxxx xxxxx xxxx xxx xxxx x xxxxxx. xxx xxxx xxx xx xxxxxxxx xxxxxxx xx x xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xx xxx x.x. xxxxxxxx xx xxxxx 2018. xxx xx-xxxxxx 45x xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxx xxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxx xxxxx xxxx xxx xxxx 12 xxxxx, xxx xxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xx xxxxxxxxxxx—xx xx xxxx xx $50 xxx xxx xx xxx xxxxxxx—xxx xxx xxxxx xx2
xx x xxxxxxx xx xxxx.

xxx xxxx xxxxxxxxxxxxx xxx xx "xxxxxxxx xxx xxxxxxxx" xx xxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx, xxxxxxxxxx xx xx xxxxxxxx xxx xxxxxxx xx xxxx xxxxxxxx xxx xxxxx, xxxxxxx xxx xxxxx xxx xx xxxxx xxx xxxxxxx xx xxxxxxxxxxxx xxxxx. x xxxxxxx xxxxxx xxxx­

xxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxxxx *xxxx* 
xxxxxx xxxxx xxx xxxxx xxxxxxxxx, xxx xxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxxxx 45x, xx xxxx xxxxx­
xx xxxxxx-xxxx xxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxx. xxx xxxxxxxx xxx xxxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxx xxx­
xxxxx xxxxxx xxxxxxx, xxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxx xx xxxxxxx xxxxx­
xxxxx, xxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx. xxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx, xxxx xx xxxx xxxxxxx xx xxx xxxxx xxx xxxx xxxxx, xxxxx xxxx xxxx­
xxx xxxxxx xxxxxxx xxxx xx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxx xx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx, xx xxx xxxxx xxxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx. xx xxxxx xxxxxxxxxx xx2 xxxx x xxxxxxx xx xx xxxxxx xx xxxx xxxxxx xxxx xxxxxx x xxxx xx xx xxxxxxx. xxxx xxxxx xx xxx xxx xx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx.

**xxxx xx xxxxx**

xxxxx
x xxxxxxxxx xx xxxxxx
xxxxxxx xxxxxxx, xxxxx xxx xxx­
xxxx xxx xx xx xxx xxxx xx xxx xxxxxxxx xxxx xx 2100? xxx xxxxxxxx­
xx xxxxxx xx 2018 xxx xxxx xxxx x xxxxxxx xxxxx. xxx xxxxx­
xxx xxxx xxx xx xxxx. xxxxxx xx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxx xxxxx. xx xxxxx, xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxx xx xxx xxxxxxxx xx x xxxxxx xxxx. xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxx xxxxxx, xx *xxxx,* 
xxxx xxxxxxx xxxx­
xxx xxxxx xxxxxxx xxx xxxxxx xxxx x "xxxxxxxx xxxxx ... xxxxxx xx xx xxxxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxx xx xxxx." xx xxxx xxxx xxxxxxx xxx xxx xxxxxx xxxxxx, xxxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxxxx-xxx, xxxxxxxx xxxxxxxx xx xxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxx, xxxx xxxxxxxxx xxxx xxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xx x xxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxxxx xxxx xxx xxx­
xxxx xxxxx xxxxxx, xxxx xxxx 7.5 xxxxxxx xxxxx.

xxx xxxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxx, xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxx xx xxxxxxxxxxx, xxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxx­
xxxxx xxxx xx xx xxx xxxx xxxxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx. xxx xxxxxx­
xxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xx xxxx xx xxxx xxx xxxx xxxxxxxxx xxxx xxx xxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx. "xxxxxxxx xx xxxxxxx xxxxx xxx xx xxxxxxx xx xxxx xxx xxxxxxxxx xx, xxxx xxxx xx xxx xxxxx xxx'xx xx, xxxx xxx xxxxxxxx xx xxxx xxxxx xxx xxxx xxx xxxxxxxxxxx xx," xxxx xxxxxxxxxx xx xxxxxxxx xxxxx­
xxxx xxxxxxxxx xxx, xxxxxxxx xxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx.

xxxxxxxxxxx xxxx xxx xxxxxx xx xx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxx xx xxx xxxxxx-xxxxxxx xxxxxxx, xxxx xxxx xxx xx xxxx, xxx xxxxx xx xx xxxxxxxx xx xxxx xxxxxxxx. "xxxxx'x xxxxx x xxx xxx xxxx xxxxx xx xxxx xxxxxx xxxxx xxxx'x xxx xxxxxxxx xxxxx," xxxx xxxx­
xxx xxxxxx xx xxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxxx xx xxxxxxxxxxx. "x xxxx xxxx xx xxxxxxxxx xx, xxx xx xxxxxx xxx'x xxxxxx xxxxxxxxx." xxxx xx, xx xxxx xx xxxxx xx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx­
xxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxx xxxxxxx xxxxxxxx xx x xxxxx xx xxxxx xxx xxxxxxx xxxxxx xxxx xx xxxxxxx xxxxxx xxxxx, xxx xxxxx'x xx xxxx xxx 6.5 xxxxxxx xxxxxx xx xxx xxxx. xxx

**xxxx xx xxxxxxx**

**xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx.** 
xxxxxxx x. xxxxxxx xx xx. xx *xxxxxxxxxxx xx xxx xxxxxxxx*

*xxxxxxx xx xxxxxxxx xxx,* 
xxx.114, xx. 44, xxxxx 11,645-11650; xxxxxxx 31,2017. **xxxxxxxx xxxxxxxxx—xxxx 2: xxxxx, xxxxxxxxxx xxx xxxx xxxxxxx.** 
xxxxxx xxxx xx xx.

xx *xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx,* 
xxx. 13, xx. 6, xxxxxxx xx. 063002; xxxx **2018. xxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xx xxx xxxxxx xxxxxx.** 
xxxxx xxxxxxxx xx xx.
xxxxx

xxxxxxxxx xxxxxxxxx, xxxxxxxxx 2018.

**xxxx xxx xxxxxxxx**

**xxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx.** 
xxxxx xxxxxx; xxxxxxx 2016.

[xxxxxxxxxxxxxxxxxx.xxx/xxxxxxxx/xx](http://scientificamerican.com/magazine/sa)

**xxxxxxx 2019,** [**xxxxxxxxxxxxxxxxxx.xxx**](http://ScientificAmerican.com)**59**