

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
σε εξωφρενικές ερωτήσεις



Τι θα συνέβαινε
αν...



RANDALL MUNROE

δημιουργός του **xkcd**





ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Δήλωση αποποίησης ευθύνης	9	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?, #2</i>	86
Εισαγωγή	11	Το τελευταίο ανθρώπινο φως	87
Παγκόσμια ανεμοθύελλα	15	Τζετ-πακ πυροβόλων	96
Η μπάλα της σχετικότητας	23	Ανεβαίνοντας σταθερά	102
Δεξαμενή εξαντλημένου καυσίμου	27	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?, #1</i>	32
Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?, #1</i>	32	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?, #3</i>	107
Η χρονομηχανή της Νέας Υόρκης	33	Υποβρύχιο σε τροχιά	108
Αδελφές ψυχές	42	Ενότητα σύντομων απαντήσεων	113
Δείκτης λείζερ	47	Κεραυνοί	118
Περιοδικός τοίχος των στοιχείων	56	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?, #4</i>	125
Πηδάμε όλοι τώρα	66		
Ένα mole ασπάλακες	71		
Πιστολάκι μαλλιών	77		



Ανθρώπινος υπολογιστής	126	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?</i> , #7	199
Ο μικρός πλανήτης	134	Αυτογονιμοποίηση	200
Ελεύθερη πτώση μπριζόλας	139	Ρίψη εις ύψος	211
Δίσκος του χόκεϊ	145	Θανατηφόρα νετρίνα	217
Κοινό κρυολόγημα	148	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?</i> , #8	222
Ποτήρι μισοάδειο	154	Σαμαράκι	223
Εξωγήινοι αστρονόμοι	162	Χαμένοι αθάνατοι	228
DNA τέλος!	167	Τροχιακή ταχύτητα	233
Διαπλανητικό Τσέσνα	174	Εύρος ζώνης της FedEx	239
Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?</i> , #6	180	Ελεύθερη πτώση	242
Γιόντα	181	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?</i> , #9	247
Πολιτείες διέλευσης πτήσεων	185	Σπάρτη	248
Πτώση με ήλιο	190	Αποστράγγιση των ωκεανών	253
Όλοι έξω	194		

Αποστράγγιση των ωκεανών: Μέρος II	260	Ανακατεύοντας τσάι	317
Twitter	267	Ομοβροντία κεραυνών	322
Γέφυρα από Lego	272	Ο μοναχικότερος άνθρωπος	327
Παρατεταμένο ηλιοβασίλεμα	279	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?</i> , #11	331
Τυχαία κλήση φταρνίσματος	285	Σταγόνα βροχής	332
Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?</i> , #10	288	Μαντεύοντας τις απαντήσεις εξετάσεων	337
Διαστελλόμενη Γη	289	Σφαίρα νετρονίου	339
Αβαρές βέλος	297	Περίεργες και (ανησυχητικές) ερωτήσεις από τον φάκελο εισερχομένων του ιστοτόπου <i>What If?</i> , #12	349
Ανήλια Γη	301	Σεισμός 15 ρίχτερ	350
Ενημέρωση της έντυπης Wikipedia	305	Ευχαριστίες	357
Το Facebook των νεκρών	309	Βιβλιογραφία	359
Ηλιοβασίλεμα στη Βρετανική Αυτοκρατορία	314		



ΔΗΛΩΣΗ ΑΠΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Μην δοκιμάσετε τίποτα από τα όσα ακολουθούν στο σπίτι σας. Ο συγγραφέας του παρόντος βιβλίου είναι ένας απλός σκιτσογράφος του Internet, όχι ειδικός σε θέματα υγείας ή ασφάλειας. Του αρέσει πολύ όταν διάφορα πράγματα αρπάζουν φωτιά ή εκρήγνυνται, το οποίο σημαίνει ότι δεν βάζει πάντα το συμφέρον σας σε πρώτη προτεραιότητα. Ο εκδότης και ο συγγραφέας αποποιούνται κάθε ευθύνη για τυχόν άμεσες ή έμμεσες σωματικές βλάβες, καταστροφές και ζημιές οι οποίες ενδέχεται να προκύψουν από τις πληροφορίες που περιέχονται σε αυτό το βιβλίο.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΑΥΤΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ συλλογή από απαντήσεις σε υποθετικές ερωτήσεις.

Οι συγκεκριμένες ερωτήσεις υποβλήθηκαν μέσω του ιστότοπού μου, τον οποίο χρησιμοποιώ, όχι μόνο για να δίνω συμβουλές σε «τρελούς επιστήμονες» –όπως κάνουν οι αρθρογράφοι σε διάφορες γνωστές στήλες των εφημερίδων– αλλά και για να εκφράσω τις καλλιτεχνικές μου ανησυχίες μέσω του xkcd, ενός διαδικτυακού κόμικς με ήρωα ένα από εκείνα τα ανθρωπάκια που σχεδιάζουν όλοι όσοι δεν μπορούν να κάνουν ούτε ένα σκίτσο της προκοπής.

Δεν ξεκίνησα την καριέρα μου σχεδιάζοντας κόμικς. Σπούδασα φυσική στο πανεπιστήμιο, και μόλις πήρα το πτυχίο μου, άρχισα να εργάζομαι στο εργαστήριο ρομποτικής της NASA. Μετά από κάποιο διάστημα παραιτήθηκα από τη NASA για να γίνω σχεδιαστής κόμικς πλήρους απασχόλησης, αλλά το ενδιαφέρον μου για την επιστήμη και τα μαθηματικά παρέμεινε αμείωτο. Τελικά, βρήκα μια άλλη, καινούργια διέξοδο: να απαντάω στις παράξενες –και μερικές φορές ανησυχητικές– ερωτήσεις των χρηστών του Internet. Το βιβλίο που κρατάτε στα χέρια σας περιέχει μια συλλογή από τις αγαπημένες μου απαντήσεις που έχω δώσει μέσω του ιστότοπού μου, μαζί με αρκετά νέα ερωτήματα τα οποία βρίσκουν για πρώτη φορά την απάντησή τους εδώ.

Για όσο καιρό θυμάμαι τον εαυτό μου, προσπαθώ να βρω απαντήσεις σε παράξενες ερωτήσεις χρησιμοποιώντας τα μαθηματικά. Όταν ήμουν πέντε χρονών, είχα μια συζήτηση με τη μητέρα μου, η οποία τη σημείωσε σε ένα χαρτί και την κράτησε ως ενθύμιο μέσα σε ένα άλμπουμ με φωτογραφίες. Όταν έμαθε πως θα έγραφα βιβλίο, βρήκε το χαρτί και μου το έστειλε. Παρακάτω μπορείτε να δείτε αυτούσια τα «πρακτικά» της συζήτησης αυτής, όπως τα είχε καταγράψει σε εκείνο το κομμάτι χαρτί πριν από 25 χρόνια:

- Ράνταλ:** Υπάρχουν περισσότερα μαλακά ή σκληρά πράγματα στο σπίτι μας;
- Τζούλι:** Δεν ξέρω.
- Ράνταλ:** Στον κόσμο;
- Τζούλι:** Δεν ξέρω.
- Ράνταλ:** Λοιπόν, κάθε σπίτι έχει τρία ή τέσσερα μαξιλάρια, σωστά;
- Τζούλι:** Σωστά.
- Ράνταλ:** Και κάθε σπίτι έχει γύρω στους 15 μαγνήτες, σωστά;
- Τζούλι:** Υποθέτω πως ναι.
- Ράνταλ:** Άρα, 15 συν 3 ή 4, ας πούμε 4, μας κάνει 19, σωστά;
- Τζούλι:** Σωστά.
- Ράνταλ:** Οπότε, πρέπει να υπάρχουν γύρω στα 3 δισεκατομμύρια μαλακά πράγματα, και... 5 δισεκατομμύρια σκληρά πράγματα. Επομένως, ποιος είναι ο νικητής;
- Τζούλι:** Υποθέτω τα σκληρά πράγματα.

Μέχρι και σήμερα, δεν έχω την παραμικρή ιδέα πώς κατέληξα στα «3 δισεκατομμύρια» και τα «5 δισεκατομμύρια». Είναι προφανές ότι εκείνη την εποχή δεν είχα ακόμα κατανοήσει πώς λειτουργούν οι αριθμοί.

Τα μαθηματικά μου έχουν εμφανίσει μια σχετική βελτίωση με το πέρασμα των χρόνων, αλλά ο λόγος που τα χρησιμοποιώ δεν έχει αλλάξει από τότε που ήμουν πέντε χρονών: θέλω να απαντάω σε ερωτήσεις.

Λένε ότι δεν υπάρχουν χαζές ερωτήσεις. Προφανώς, αυτό δεν ισχύει· νομίζω ότι η ερώτησή μου για τα σκληρά και τα μαλακά πράγματα, για παράδειγμα, ήταν αρκετά χαζή. Όμως, όπως αποδεικνύεται συχνά στην πράξη, οι προσπάθειές μας να δώσουμε σοβαρές και αναλυτικές απαντήσεις σε χαζές ερωτήσεις μπορούν τελικά να μας οδηγήσουν σε μερικά πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

Παρότι εξακολουθώ να μην γνωρίζω αν υπάρχουν περισσότερα σκληρά ή μαλακά αντικείμενα στον κόσμο, έχω μάθει αρκετά άλλα πράγματα στην πορεία. Στις σελίδες που ακολουθούν θα βρείτε τα αγαπημένα μου κομμάτια από τη διαδρομή αυτή.

RANDALL MUNROE

**Τι θα
συνέβαινε
αν...;**

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΝΕΜΟΘΥΕΛΛΑ

ΕΡ. Τι θα συνέβαινε αν η Γη και όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω της σταματούσαν ξαφνικά να περιστρέφονται, την ώρα που η ατμόσφαιρα συνέχιζε να κινείται με την ίδια ταχύτητα;

—Άντριου Μπράουν

ΑΠ. ΟΛΟΣ ΣΧΕΔΟΝ Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ πληθυσμός θα πέθαινε. Και μετά τα πράγματα θα έπαιρναν μια πολύ ενδιαφέρουσα τροπή.

Στον ισημερινό, η επιφάνεια της Γης κινείται με ταχύτητα περίπου 470 μέτρα το δευτερόλεπτο –λίγο περισσότερο από 1600 χιλιόμετρα την ώρα– σε σχέση με τον άξονά της. Αν η Γη σταματούσε την περιστροφή της και η ατμόσφαιρα συνέχιζε να κινείται, το αποτέλεσμα θα ήταν να σηκωθεί ένας ξαφνικός αέρας με ταχύτητα που θα ξεπερνούσε τα 1600 χιλιόμετρα την ώρα.

Ο αέρας θα ήταν δυνατότερος στον ισημερινό, αλλά οποιοσδήποτε και οτιδήποτε ζούσε σε γεωγραφικά πλάτη μεταξύ των 42 μοιρών βόρεια και των 42 μοιρών νότια –μια ζώνη που περιλαμβάνει περίπου το 85 τοις εκατό του παγκόσμιου πληθυσμού– θα είχε ξαφνικά να αντιμετωπίσει υπερηχητικούς ανέμους.

Οι θυελλώδεις άνεμοι θα διαρκούσαν μόνο για λίγα λεπτά κοντά στην επιφάνεια· η τριβή με το έδαφος θα μείωνε την έντασή τους. Ωστόσο, αυτά τα λίγα λεπτά θα ήταν αρκετά για να μετατρέψουν σχεδόν όλες τις ανθρώπινες κατασκευές σε ερείπια.



- ΣΥΜΒΑΙΝΟΥΝ ΑΣΧΗΜΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ
- ΣΥΜΒΑΙΝΟΥΝ ΑΣΧΗΜΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ, ΑΛΛΑ ΜΕ ΠΙΟ ΑΡΓΟ ΡΥΘΜΟ

Το σπίτι μου στη Βοστώνη βρίσκεται αρκετά βόρεια, οριακά έξω από τη ζώνη των υπερηχητικών ανέμων· όμως, ακόμα και σε τέτοιες απομακρυσμένες περιοχές οι άνεμοι θα έπνεαν με ένταση διπλάσια και από τους πιο ισχυρούς ανεμοστρόβιλους. Όλα τα κτίρια, από τα υπόστεγα μέχρι τους ουρανοξύστες, θα ξεριζώνονταν από τα θεμέλια, θα ισοπεδώνονταν, και τα συντρίμμια τους θα παρασύρονταν από τον αέρα ακολουθώντας μια ξέφρενη πορεία.

Οι άνεμοι θα είχαν μικρότερη ένταση κοντά στους πόλους, αλλά καμία κατοικημένη πόλη δεν θα βρισκόταν αρκετά μακριά από τον ισημερινό ώστε να γλιτώσει από τον όλεθρο. Το Λονγκγκιάρμπεν, το οποίο βρίσκεται στο νησί Σβάλμπαρντ της Νορβηγίας –η μοναδική πόλη του κόσμου που έχει χτιστεί σε τόσο μεγάλο γεωγραφικό πλάτος– θα αφανιζόταν από ανέμους αντίστοιχης έντασης με αυτούς που συνοδεύουν τους ισχυρότερους τροπικούς κυκλώνες που έχουν πλήξει τον πλανήτη μας.

Αν σκοπεύατε να κρυφτείτε κάπου μέχρι να κοπάσει ο πανικός, ένα από τα καλύτερα μέρη θα ήταν το Ελσίνκι της Φινλανδίας. Παρόλο που το μεγάλο γεωγραφικό πλάτος του –το οποίο ξεπερνάει τις 60° βόρεια– δεν θα ήταν αρκετό για να αποτρέψει την πλήρη ισοπέδωσή του από τους ανέμους, οι «υπόγειες» υποδομές του περιλαμβάνουν ένα πολύπλοκο δίκτυο από σήραγγες, ένα εμπορικό κέντρο, ένα παγοδρόμιο για χόκεϊ, ένα κολυμβητήριο, και πολλές άλλες εγκαταστάσεις.



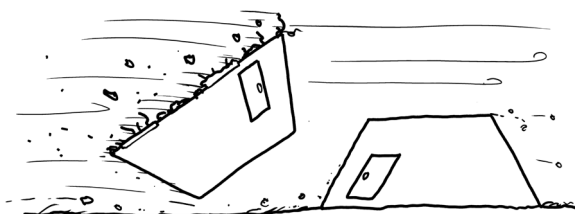
Κανένα κτίριο δεν θα ήταν ασφαλές· προβλήματα θα αντιμετώπιζαν ακόμα και ενισχυμένες κατασκευές που θα κατάφερναν να αντέξουν το σφυροκόπημα των ανέμων. Όπως έχει πει χαριτολογώντας για τους τυφώνες και ο κωμικός Ρον Γουάιτ [Ron White], «Το πρόβλημα δεν είναι *ότι* σηκώνεται αέρας, αλλά το *τι* σηκώνει ο αέρας».

Ας υποθέσουμε ότι βρίσκεστε μέσα σε ένα τεράστιο καταφύγιο κατασκευασμένο από υλικά τα οποία μπορούν να αντέξουν ανέμους που πνέουν με 1600 χιλιόμετρα την ώρα.



Αυτό είναι καλό, και σημαίνει ότι θα είστε μια χαρά... αν βέβαια είσαστε οι μόνοι που διαθέτετε καταφύγιο. Δυστυχώς, το πιο πιθανό είναι να έχετε γείτονες· αν οι γείτονές σας μένουν στην πλευρά από όπου φυσάει ο αέρας και το καταφύγιό τους δεν είναι και τόσο καλά στερεωμένο στο έδαφος, τότε το δικό σας καταφύγιο θα

πρέπει να αντέξει μια σύγκρουση με το δικό τους καταφύγιο το οποίο ενδέχεται να κινείται με 1600 χιλιόμετρα την ώρα.



Το ανθρώπινο είδος δεν θα αφανιζόταν¹. Γενικά, πολύ λίγοι άνθρωποι θα επιβίωσαν στην επιφάνεια του πλανήτη· τα ιπτάμενα συντρίμια θα κονιορτοποιούσαν οτιδήποτε δεν ήταν σχεδιασμένο να αντέχει πυρηνικές εκρήξεις. Ωστόσο, πολλοί άνθρωποι θα κατάφερναν να επιβιώσουν μια χαρά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αν κατά την εκδήλωση του φαινομένου βρισκόσασταν σε ένα υπόγειο μεγάλου βάθους (ή, ακόμα καλύτερα, σε μια σήραγγα του μετρό), τότε θα είχατε πολλές πιθανότητες να επιβιώσετε.

Θα υπήρχαν και άλλοι τυχεροί επιζήσαντες. Οι δεκάδες επιστήμονες και το προσωπικό της ερευνητικής βάσης Άμουντσεν-Σκοτ [Amundsen-Scott] στον Νότιο Πόλο δεν θα διέτρεχαν κίνδυνο από τους άνεμους. Γι' αυτούς, το πρώτο σημάδι των προβλημάτων θα ήταν η σιωπή που θα επικρατούσε ξαφνικά στον υπόλοιπο κόσμο.

Η μυστηριώδης σιωπή θα αποσπούσε την προσοχή όλων για λίγο, αλλά κάποιος θα παρατηρούσε τελικά κάτι ακόμα πιο περίεργο:



¹ Θέλω να πω, δεν θα αφανιζόταν αμέσως.

Ο αέρας

Μόλις κόπαζαν οι άνεμοι στην επιφάνεια του πλανήτη, τα πράγματα θα έπαιρναν ακόμα πιο παράξενη τροπή.

Το κύμα του αέρα θα μεταφραζόταν σε κύμα θερμότητας. Κανονικά, η κινητική ενέργεια του ορμητικού ανέμου είναι αρκετά μικρή και άρα αμελητέα, αλλά σε αυτή την περίπτωση δεν μιλάμε για φυσιολογικούς ανέμους. Καθώς ο αγριεμένος αέρας θα σταματούσε να στριφογυρίζει, θα άρχιζε να θερμαίνεται.

Πάνω από την ξηρά, αυτό θα οδηγούσε σε μια κατακόρυφη αύξηση της θερμοκρασίας σε επίπεδα τσουρουφλισματος και –σε περιοχές όπου ο αέρας είναι υγρός– θα προκαλούσε παγκόσμιες καταιγίδες.

Ταυτόχρονα, οι σαρωτικοί άνεμοι πάνω από τους ωκεανούς θα στροβίλιζαν και θα εξαέρωναν το επιφανειακό στρώμα του νερού. Για λίγο, οι ωκεανοί δεν θα είχαν καν επιφάνεια· θα ήταν αδύνατο να διακρίνει κανείς πού τελειώνουν οι υδρατμοί και πού αρχίζει η θάλασσα.

Οι ωκεανοί είναι *κρύοι*. Κάτω από το λεπτό επιφανειακό στρώμα, επικρατεί μια σχετικά σταθερή θερμοκρασία 4°C. Η θύελλα θα ρουφούσε ποσότητες κρύου νερού από μεγαλύτερα βάθη. Η εισροή κρύων υδρατμών στον υπερθερμασμένο αέρα θα δημιουργούσε καιρικές συνθήκες που όμοιές τους δεν θα είχε ξαναδεί η Γη –ένα στροβιλιζόμενο μείγμα ανέμων, υδρατμών, ομίχλης, καθώς και απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας.

Αυτή η άνοδος των ψυχρών υδάτων θα προκαλούσε άνθιση της ζωής, καθώς φρέσκιες θρεπτικές ουσίες θα πλημμύριζαν τα ανώτερα στρώματα. Ταυτόχρονα, θα προκαλούσε σχεδόν μαζικό αφανισμό διαφόρων ειδών, όπως τα ψάρια, τα καβούρια, οι θαλάσσιες χελώνες, και άλλα ζώα που δεν είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν στην εισροή μεγάλων ποσοτήτων νερού φτωχού σε οξυγόνο, το οποίο θα ανέβαινε από τα μεγαλύτερα βάθη. Όσα ζώα χρειάζονται αέρα, όπως οι φάλαινες και τα δελφίνια, θα ζορίζονταν να επιβιώσουν μέσα στο χάος που θα επικρατούσε στην περιοχή μεταξύ θάλασσας και αέρα.

Τα κύματα θα σάρωναν την υφήλιο, με κατεύθυνση από τα ανατολικά προς τα δυτικά, με αποτέλεσμα όλες οι δυτικές ακτές να βρεθούν αντιμέτωπες με τη μεγαλύτερη θαλασσοταραχή που θα είχε προκληθεί ποτέ από καταιγίδα στην ιστορία του πλανήτη. Ένα εκτυφλωτικό νέφος θαλάσσιων υδρατμών θα σάρωνε την ενδοχώρα, και πίσω του, ένα αγριεμένο στροβιλιζόμενο υδάτινο τείχος θα προέλαυνε σαν τσουνάμι. Σε κάποια μέρη, τα κύματα θα εισχωρούσαν πολλά χιλιόμετρα μέσα στην ξηρά.

Οι ανεμοθύελλες θα εκτόξευαν τεράστιες ποσότητες σκόνης και συντριμμιών στην ατμόσφαιρα. Ταυτόχρονα, ένα πυκνό στρώμα ομίχλης θα σχηματιζόταν πάνω

από τις κρύες επιφάνειες των ωκεανών. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, αυτό θα προκαλούσε μια απότομη μείωση της θερμοκρασίας. Κάτι τέτοιο θα συνέβαινε και στην περίπτωση μας.

Τουλάχιστον, στη μία πλευρά της Γης.

Αν η Γη σταματούσε να περιστρέφεται, η φυσιολογική εναλλαγή μέρας και νύχτας θα σταματούσε. Ο Ήλιος δεν θα έπαυε εντελώς να κινείται στον ουρανό, αλλά αντί να ανατέλλει και να δύει μία φορά την ημέρα, θα ανέτειλε και θα έδυε μία φορά *τον χρόνο*.

Η μέρα και η νύχτα θα διαρκούσαν έξι μήνες, ακόμα και στον ισημερινό. Στην πλευρά της ημέρας, η επιφάνεια θα ξεροψηνόταν κυριολεκτικά από τη συνεχή λιακάδα, ενώ στην πλευρά της νύχτας η θερμοκρασία θα σημείωνε κατακόρυφη πτώση. Η συναγωγή θερμότητας² στην πλευρά της ημέρας θα προκαλούσε τεράστιες καταιγίδες στην περιοχή ακριβώς κάτω από τον Ήλιο³.

ΑΝ Ο ΚΑΝΟΝΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ
ΗΜΕΡΑΣ/ΝΥΧΤΑΣ ΑΝΗΚΕΙ ΠΛΕΟΝ
ΣΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ, ΠΟΤΕ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ
ΤΑΙΣΩ ΑΥΤΑ ΤΑ ΓΚΡΕΜΜΙΝ;



Κατά κάποιον τρόπο, αυτή η Γη θα έμοιαζε με έναν από τους εξωπλανήτες που βρίσκει συνήθως κανείς στην κατοικήσιμη ζώνη γύρω από έναν ερυθρό νάνο, οι οποίοι υφίστανται το λεγόμενο «παλιρροϊκό κλείδωμα»⁴. Ωστόσο, μια καλύτερη σύγκριση θα ήταν η Αφροδίτη στα πρώτα στάδια της ύπαρξής της. Εξαιτίας της περιστροφής της –όπως η δική μας «σταματημένη» Γη– η Αφροδίτη έχει στραμμένη την ίδια πλευρά προς τον Ήλιο για αρκετούς μήνες. Όμως, η γρήγορη κυκλοφορία του αέρα στην πυκνή ατμόσφαιρά της έχει ως αποτέλεσμα να επικρατεί η ίδια περίπου θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.

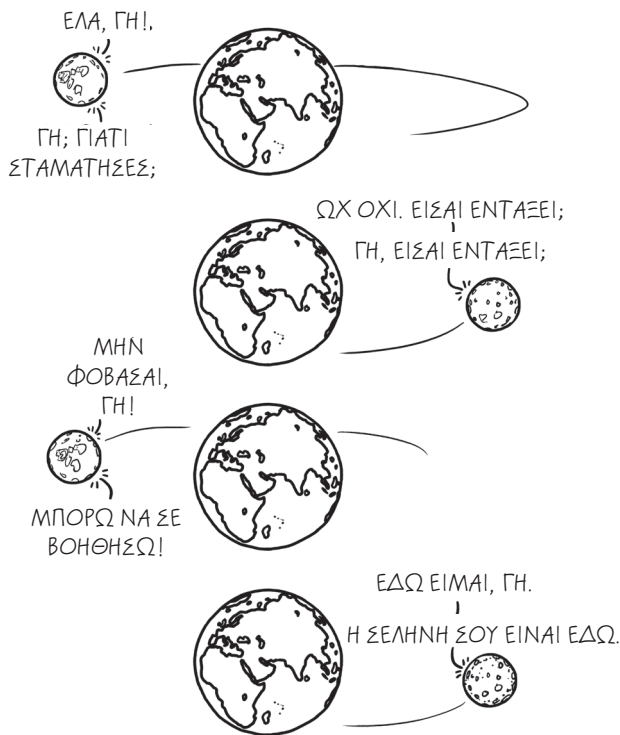
2 Σ.τ.Μ.: Η κατακόρυφη μεταφορά ρευμάτων αέρα.

3 Αν και χωρίς την επίδραση της δύναμης Coriolis, είναι αδύνατο να μαντέψει κανείς ποια θα ήταν η κατεύθυνση της περιστροφής τους.

4 Σ.τ.Μ.: Κατά το φαινόμενο αυτό, που είναι επίσης γνωστό ως «βαρυτικό κλείδωμα» ή «σύγχρονη περιφορά», η περίοδος περιφοράς ενός ουράνιου σώματος-δορυφόρου γύρω από το μητρικό του άστρο είναι ίση με την περίοδο περιστροφής γύρω από τον άξονά του.

Αν και η διάρκεια της ημέρας θα άλλαζε, η διάρκεια του μήνα θα παρέμενε ίδια! Μην ξεχνάτε ότι η Σελήνη δεν έχει σταματήσει να περιφέρεται γύρω από τη Γη στο υποθετικό σενάριό μας. Παρ' όλα αυτά, χωρίς την παλιρροϊκή ενέργεια με την οποία την τροφοδοτεί η περιστροφή της Γης, η Σελήνη θα σταματούσε να απομακρύνεται από τη Γη (όπως ισχύει τώρα) και θα άρχιζε να πλησιάζει σιγά-σιγά προς τον πλανήτη μας.

Στην πραγματικότητα, η Σελήνη –ο πιστός σύντροφός μας– θα συμπεριφερόταν με τέτοιον τρόπο ώστε να αναιρέσει τη ζημιά που προκάλεσε το σενάριο του Άντριου. Επί του παρόντος, η Γη περιστρέφεται πιο γρήγορα από τη Σελήνη, και οι παλίρροιές μας επιβραδύνουν την περιστροφή της Γης, προκαλώντας ταυτόχρονα την απομάκρυνση της Σελήνης από το μητρικό της άστρο⁵. Αν σταματούσαμε να περιστρεφόμαστε, η Σελήνη θα σταματούσε να απομακρύνεται από εμάς. Αντί να μας επιβραδύνουν, οι παλίρροιές της θα επιτάχυναν την περιστροφή μας. Ήρεμα και απαλά, η βαρύτητα της Σελήνης θα έλκυε τον πλανήτη μας...



⁵ Αν θέλετε να μάθετε γιατί συμβαίνει αυτό, δείτε την ερώτηση με τίτλο «Leap Seconds» (Εμβόλιμα δευτερόλεπτα), <http://what-if.xkcd.com/26>.

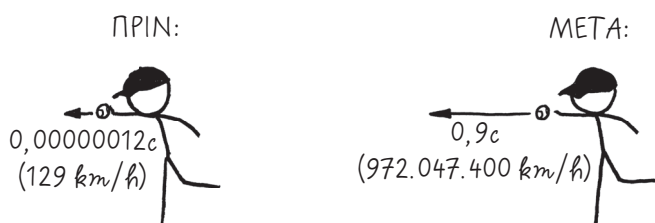
... και η Γη θα άρχιζε να περιστρέφεται ξανά.



Η ΜΠΑΛΑ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΕΡ. Τι θα συνέβαινε αν προσπαθούσες να αποκρούσεις μια μπάλα του μπέιζμπολ η οποία κινείται με το 90 τοις εκατό της ταχύτητας του φωτός;

—Έλεν Μακμάνις



Ας παραβλέψουμε για λίγο το πώς καταφέραμε να δώσουμε τόσο μεγάλη ταχύτητα στην μπάλα. Θα υποθέσουμε ότι πρόκειται για μια κανονική ρίψη, με την εξαίρεση ότι τη στιγμή που η μπάλα φεύγει από τα χέρια του πίτσερ, επιταχύνει με κάποιον μαγικό τρόπο μέχρι να αποκτήσει το 90% της ταχύτητας του φωτός ($0,9c$). Από το σημείο αυτό και έπειτα, τα πάντα εξελίσσονται σύμφωνα με τους κανονικούς νόμους της φυσικής.

ΑΠ. ΟΠΩΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΠΟΔΕΙΧΘΕΙ, η απάντηση έχει να κάνει με «πολλά πράγματα» τα οποία συμβαίνουν όλα πολύ γρήγορα, και αυτή η ιστορία δεν έχει ευτυχισμένο τέλος για τον μπάτερ (ή τον πίτσερ)¹. Έκατσα και μελέτησα μερικά βιβλία φυσικής, μια μινιατούρα του Νόλαν Ράιαν² και βιντεοκασέτες πυρηνικών εκρήξεων, με στόχο να προσπαθήσω να βάλω τα πάντα σε μια τάξη. Τα όσα ακο-

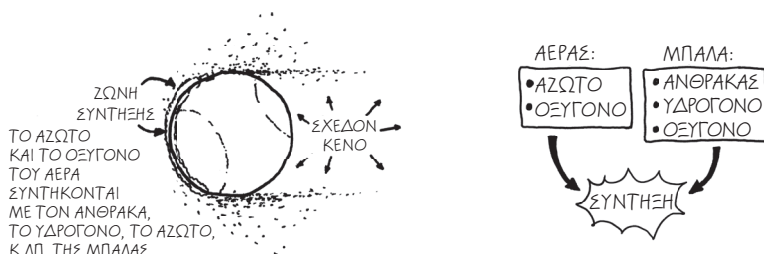
1 Σ.τ.Μ.: Ο «πίτσερ» είναι ο παίκτης που πετάει την μπάλα, ενώ ο «μπάτερ» είναι ο παίκτης που προσπαθεί να αποκρούσει την μπαλιά με το ρόπαλο.

2 Σ.τ.Μ.: Γνωστός Αμερικανός παίκτης του μπέιζμπολ.

λουθούν αντικατοπτρίζουν τις καλύτερες εικασίες που μπορώ να κάνω σε επίπεδο νανοδευτερολέπτου.

Η μπάλα θα είχε τόσο μεγάλη ταχύτητα που οτιδήποτε άλλο θα ήταν πρακτικά ακίνητο. Ακόμα και τα μόρια του αέρα θα φαίνονταν ακίνητα. Φυσικά, τα μόρια του αέρα θα συνέχιζαν να δονούνται πέρα-δώθε με μια ταχύτητα της τάξης των λίγων εκατοντάδων χιλιομέτρων την ώρα, αλλά η μπάλα θα περνούσε ανάμεσά τους με ταχύτητα 965 εκατομμύρια χιλιόμετρα την ώρα. Αυτό σημαίνει ότι από την οπτική γωνία της μπάλας, τα μόρια απλώς θα στέκονταν εκεί κοκαλωμένα.

Οι έννοιες της αεροδυναμικής δεν θα έβρισκαν εφαρμογή σε αυτή την περίπτωση. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, ο αέρας ρέει γύρω από οτιδήποτε ταξιδεύει μέσα σε αυτόν. Αλλά τα μόρια του αέρα μπροστά από αυτή την υποθετική μπάλα δεν θα είχαν τον απαραίτητο χρόνο να αλληλοσπρωχτούν και να κάνουν στην άκρη. Η μπάλα θα έπεφτε πάνω τους με τόση δύναμη που, στην πραγματικότητα, τα άτομα των μορίων του αέρα θα συντήκονταν μαζί με τα άτομα της επιφάνειας της μπάλας. Κάθε κρούση θα απελευθέρωνε ακτίνες γάμα και σκεδαζόμενα σωματίδια³.



Αυτές οι ακτίνες γάμα και τα υπόλοιπα προϊόντα των κρούσεων θα σχημάτιζαν μια φυσαλίδα με κέντρο το σημείο στο οποίο στεκόταν ο πίτσερ που θα επεκτεινόταν προς όλες τις κατευθύνσεις. Θα άρχιζαν να διαλύουν κυριολεκτικά τα μόρια του αέρα, αποσπώντας με βία τα ηλεκτρόνια από τους πυρήνες και μετατρέποντας τον αέρα του σταδίου σε μια διαστελλόμενη φυσαλίδα πυρακτωμένου πλάσματος.

3 Μετά την αρχική δημοσίευση του άρθρου αυτού, επικοινωνήσε μαζί μου ο φυσικός του MIT Χανς Ρίντερκνεχτ [Hans Rinderknecht] για να μου πει ότι εκτέλεσε το συγκεκριμένο υποθετικό σενάριο σε μια προσομοίωση στους υπολογιστές του εργαστηρίου του. Ανακάλυψε ότι στα πρώτα στάδια της πτήσης της μπάλας, η κίνηση της πλειοψηφίας των μορίων του αέρα θα ήταν ουσιαστικά πολύ γρήγορη για να προκληθεί σύντηξη· επομένως, τα μόρια του αέρα θα περνούσαν κυριολεκτικά μέσα από την μπάλα, θερμαίνοντάς την πιο αργά και πιο ομοιόμορφα σε σχέση με τα όσα είχα περιγράψει στο αρχικό άρθρο μου.

Τα τοιχώματα της φυσαλίδας θα προσέγγιζαν τον μπάτερ σχεδόν με την ταχύτητα του φωτός (ελάχιστα μπροστά από την ίδια την μπάλα).

Η συνεχής σύντηξη στο μπροστινό μέρος της μπάλας θα δημιουργούσε αντίστροφη ώθηση, επιβραδύνοντάς την· η μπάλα θα έμοιαζε ουσιαστικά με έναν πύραυλο που κινείται ανάποδα –με την ουρά στο μπροστινό μέρος– έχοντας ενεργοποιημένους τους κινητήρες του. Δυστυχώς, η ταχύτητα της μπάλας θα ήταν τόσο μεγάλη που ακόμα και η τεράστια δύναμη την οποία θα δεχόταν από τη συνεχιζόμενη θερμοπυρηνική έκρηξη δεν θα την επιβράδυνε σχεδόν καθόλου. Θα άρχιζε όμως να φθείρει την επιφάνεια, εκτοξεύοντας μικροσκοπικά θραύσματα της μπάλας προς όλες της κατευθύνσεις. Αυτά τα θραύσματα θα είχαν πολύ μεγάλη ταχύτητα τη στιγμή της κρούσης τους με τα μόρια του αέρα, με αποτέλεσμα να προκληθούν άλλοι δύο ή τρεις κύκλοι σύντηξης.

Μετά από 70 περίπου νανοδευτερόλεπτα η μπάλα θα έφτανε στην κύρια βάση του μπάτερ (γνωστή ως home plate). Ο τελευταίος δεν θα είχε καν προλάβει να τη δει να φεύγει από τα χέρια του πίτσερ, επειδή το φως που θα μετέφερε αυτή την πληροφορία θα έφτανε την ίδια περίπου στιγμή με την μπάλα. Οι κρούσεις με τα μόρια του αέρα θα είχαν φθείρει σχεδόν ολόκληρη την μπάλα· η τελευταία θα είχε πλέον μετατραπεί σε μια σφαίρα με τη μορφή ενός νέφους από διαστελλόμενο πλάσμα (με κύρια συστατικά τον άνθρακα, το οξυγόνο, το υδρογόνο και το άζωτο), εμβολίζοντας τον αέρα και προκαλώντας ακόμα περισσότερες αντιδράσεις σύντηξης στην πορεία. Οι ακτίνες x θα χτυπούσαν πρώτες τον μπάτερ, ακολουθούμενες λίγα νανοδευτερόλεπτα αργότερα από το νέφος των θραυσμάτων.



Όταν το κέντρο του νέφους θα έφτανε στην κύρια βάση, θα εξακολουθούσε να κινείται με ένα σημαντικό ποσοστό της ταχύτητας του φωτός. Θα χτυπούσε πρώτα το ρόπαλο, αλλά στη συνέχεια ο μπάτερ, η βάση, και ο κάτσερ θα παρασύρονταν προς τα πίσω –περνώντας μέσα από τον πίσω φράκτη– καθώς θα εξαϋλώνονταν. Η «οβίδα» των ακτίνων x και του υπερθερμασμένου πλάσματος θα επεκτεινόταν προς

τα έξω και προς τα πάνω, καταπίνοντας τον πίσω φράκτη, τις δύο ομάδες, τις κερκίδες και τον περιβάλλοντα χώρο –και όλα αυτά μέσα στο πρώτο εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου.

Ας υποθέσουμε ότι εσείς παρακολουθείτε τα τεκταινόμενα από την κορυφή ενός λόφου έξω από την πόλη. Το πρώτο πράγμα που θα βλέπατε θα ήταν ένα εκτυφλωτικό φως, πολύ πιο έντονο από το φως του ήλιου. Αυτό θα εξασθενούσε σταδιακά μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, και μια πύρινη σφαίρα αυξανόμενης διαμέτρου θα ανυψωνόταν σχηματίζοντας ένα νέφος σε σχήμα μανιταριού. Μετά, συνοδευόμενο από έναν ορυμαγδό, θα έφτανε το ωστικό κύμα από την έκρηξη, κομματιάζοντας δέντρα και σπίτια.

Τα πάντα σε μια ακτίνα περίπου ενάμισι χιλιομέτρου από το γήπεδο θα ισοπεδώνονταν, και μια πυροθύελλα θα καταβρόχθιζε τις γύρω περιοχές. Το διαμάντι του γηπέδου⁴ –πλέον ένας ευμεγέθης κρατήρας– θα είχε το κέντρο του λίγες εκατοντάδες μέτρα πίσω από την προηγούμενη θέση του πίσω φράκτη.



Σύμφωνα με τον κανονισμό 6.08(β) της Αμερικανικής Ομοσπονδίας του Επαγγελματικού Μπέιζμπολ (MLB), σε αυτή την περίπτωση θα είχαμε το λεγόμενο «hit by pitch» (χτύπημα από ρίψη): ο πίτσερ υποπίπτει σε σφάλμα επειδή από δικό του λάθος η μπάλα χτυπάει τον μπάτερ, ο οποίος αποκτάει το δικαίωμα να προωθηθεί στην πρώτη βάση.

⁴ Σ.τ.Μ.: Το εσωτερικό τμήμα του γηπέδου, το οποίο απαρτίζεται από τον ρόμβο που δημιουργούν οι τέσσερις βάσεις και μοιάζει με διαμάντι.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΑΝΤΛΗΜΕΝΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

ΕΡ. Τι θα συνέβαινε αν αποφάσιζα να κολυμπήσω σε μια τυπική δεξαμενή εξαντλημένου πυρηνικού καυσίμου; Θα έπρεπε να βυθιστώ ολόκληρος μέσα για να δεχτώ θανάσιμες δόσεις ακτινοβολίας; Για πόσο χρόνο θα μπορούσα να παραμείνω στην επιφάνεια χωρίς να κινδυνεύσω;

—Τζόναθαν Μπαστιάν-Φιλιατρό

ΑΠ. ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΗ ΟΤΙ είστε αρκετά καλοί κολυμβητές, είναι πιθανό να καταφέρατε να επιβιώσετε κολυμπώντας για μια χρονική περίοδο που θα μπορούσε να κυμαίνεται από 10 έως 40 ώρες. Σε εκείνο το σημείο, θα χάνατε τις αισθήσεις σας από την εξάντληση και θα πνιγόσασταν. Βέβαια, το ίδιο πράγμα θα σας συνέβαινε και σε μια απλή πισίνα στην οποία δεν θα υπήρχε πυρηνικό καύσιμο στον πυθμένα.

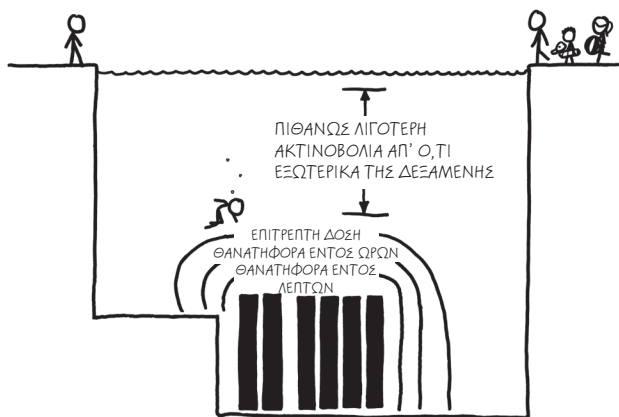
Το εξαντλημένο καύσιμο των πυρηνικών αντιδραστήρων είναι εξαιρετικά ραδιενεργό. Επειδή το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την προστασία από την ακτινοβολία όσο και για την ψύξη, το καύσιμο αποθηκεύεται στον πυθμένα δεξαμενών για μερικές δεκαετίες μέχρι να γίνει αρκετά αδρανές ώστε να είναι εφικτή η μετακίνησή του σε ειδικά βαρέλια μεταφοράς πυρηνικού καυσίμου που δεν περιέχουν νερό. Μέχρι στιγμής, οι άνθρωποι δεν έχουμε συμφωνήσει ουσιαστικά μεταξύ μας όσον αφορά το πού θα πρέπει να αποθηκεύονται αυτά τα βαρέλια. Θα ήταν καλό για όλους μας να καταλήξουμε σε μια απόφαση λίαν συντόμως.

Παρακάτω μπορείτε να δείτε τη σχηματική απεικόνιση μιας τυπικής δεξαμενής αποθήκευσης καυσίμου:



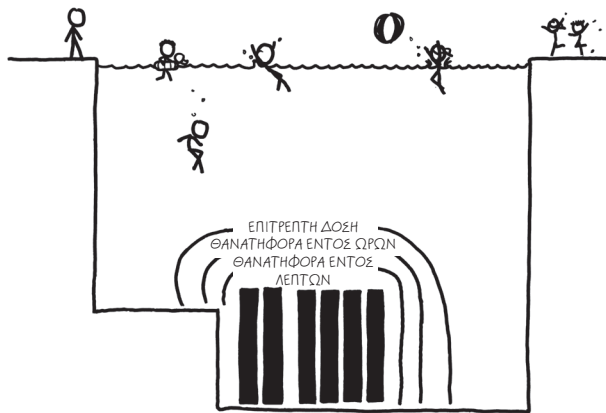
Η θερμότητα δεν θα αποτελούσε μεγάλο πρόβλημα. Η θερμοκρασία του νερού σε μια τέτοια δεξαμενή καυσίμου μπορεί θεωρητικά να φτάσει ακόμα και στους 50°C , αλλά στην πράξη κυμαίνεται γενικά μεταξύ 25°C και 35°C – δηλαδή το νερό είναι πιο ζεστό απ' ό,τι στις περισσότερες πισίνες αλλά πιο κρύο απ' ό,τι σε μια μπανιέρα γεμάτη με ζεστό νερό.

Οι ράβδοι πυρηνικού καυσίμου που έχουν μόλις εξαχθεί από έναν αντιδραστήρα είναι και οι πιο ραδιενεργές. Για τα είδη της ακτινοβολίας που εκπέμπει το εξαντλημένο πυρηνικό καύσιμο, κάθε 7 εκατοστά νερού μειώνουν την ακτινοβολία στο μισό. Με βάση τα επίπεδα ραδιενέργειας που μας παρείχε η Δημόσια Επιχείρηση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας του Οντάριο γι' αυτό το άρθρο, η περιοχή κινδύνου για τέτοιες ράβδους πυρηνικού καυσίμου είναι αυτή που ακολουθεί:



Μια ενδεχόμενη απόπειρά σας να βουτήξετε μέχρι τον πυθμένα, να ακουμπήσετε τους αγκώνες σας σε ένα από τα νεοαφιχθέντα δοχεία του πυρηνικού καυσίμου, και να αναδυθείτε αμέσως στην επιφάνεια θα απέβαινε μοιραία για τη ζωή σας.

Ωστόσο, θα μπορούσατε να κολυμπήσετε όση ώρα θέλετε στην περιοχή που βρίσκεται έξω από τα επιτρεπτά όρια έκθεσης –η δόση από τον πυρήνα θα ήταν λιγότερη από τις τυπικές ποσότητες ακτινοβολίας του περιβάλλοντος τις οποίες δέχεστε όταν κάνετε μια απλή βόλτα. Στην πραγματικότητα, για όσο διάστημα θα βρισκόσασταν κάτω από την επιφάνεια του νερού, θα ήσασταν προστατευμένος από το μεγαλύτερο ποσοστό αυτού του είδους της ακτινοβολίας. Μάλιστα, ενδέχεται να δεχόσασταν λιγότερη ακτινοβολία κολυμπώντας στο νερό μιας δεξαμενής εξαντλημένου πυρηνικού καυσίμου απ’ ό,τι περπατώντας στον δρόμο.



Μην ξεχνάτε: Είμαι ένας απλός σκιτσογράφος.

Αν επιλέξετε να ακολουθήσετε τις συμβουλές μου σε ό,τι αφορά την ασφαλή έκθεση σε πυρηνικά υλικά, το πιο πιθανό είναι ότι είστε άξιοι της μοίρας σας.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν με την προϋπόθεση ότι τίποτα δεν θα πάει στραβά. Αν το περίβλημα των δοχείων του εξαντλημένου καυσίμου εμφανίζει ίχνη διάβρωσης, τότε ενδέχεται να υπάρχουν προϊόντα σχάσης μέσα στο νερό. Παρόλο που τα προϊόντα αυτά είναι εξαιρετικά στο να κρατούν το νερό καθαρό –και δεν θα παθαίνατε τίποτα σοβαρό αν κολυμπούσατε μέσα σε νερό με προϊόντα σχάσης– τα επίπεδα της ραδιενέργειας είναι τέτοια που μάλλον δεν θα ήταν και πολύ νόμιμο να πουλάτε το νερό ως επιτραπέζιο¹.

Ξέρουμε ότι η κολύμβηση σε δεξαμενές εξαντλημένου πυρηνικού καυσίμου δεν ενέχει κινδύνους επειδή συντηρούνται τακτικά από δύτες.

Όμως, οι δύτες πρέπει να είναι προσεκτικοί.

¹ Το οποίο είναι κρίμα –θα ήταν το καλύτερο ενεργειακό ποτό με διαφορά.

Στις 31 Αυγούστου 2010, ένας δύτης εκτελούσε εργασίες συντήρησης στη δεξαμενή εξαντλημένου καυσίμου στον αντιδραστήρα του πυρηνικού εργοστασίου που βρίσκεται στο Λάιμπστατ της Ελβετίας. Εντόπισε ένα άγνωστο κομμάτι σωλήνα στον πυθμένα της δεξαμενής και επικοινωνήσε μέσω του ασυρμάτου με τον προϊστάμενό του για να ρωτήσει τι έπρεπε να κάνει. Πήρε εντολή να τοποθετήσει τον σωλήνα μέσα στο κουτί με τα εργαλεία του, το οποίο και έκανε. Λόγω του θορύβου από τις φυσαλίδες, δεν άκουσε τον προειδοποιητικό ήχο από τον μετρητή ραδιενέργειάς του.

Όταν το κουτί με τα εργαλεία ανυψώθηκε έξω από το νερό, ενεργοποιήθηκαν οι συναγερμοί ραδιενέργειας της αίθουσας. Το κουτί τοποθετήθηκε ξανά μέσα στο νερό και ο δύτης βγήκε από τη δεξαμενή. Η ειδική κάρτα-δοσίμετρο του δύτη έδειχνε ότι είχε δεχτεί δόση ολοκλήρου του σώματος πάνω από τα φυσιολογικά όρια, ενώ και το δεξί του χέρι είχε εκτεθεί σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα ραδιενέργειας.

Τελικά, αποδείχθηκε ότι το άγνωστο αντικείμενο ήταν ένας προστατευτικός σωλήνας από έναν μετρητή ραδιενέργειας στον πυρήνα του αντιδραστήρα, ο οποίος είχε γίνει ιδιαίτερα ραδιενεργός λόγω της ροής νετρονίων. Ο σωλήνας είχε αποκολληθεί κατά λάθος κατά το κλείσιμο ενός καπακιού το 2006. Είχε βυθιστεί σε μια απόμερη γωνία της δεξαμενής, όπου παρέμεινε απαρατήρητος για τέσσερα χρόνια.

Ο σωλήνας ήταν τόσο ραδιενεργός που αν ο δύτης τον είχε τοποθετήσει σε μια ζώνη εργαλείων ή σε μια τσάντα ώμου με λουρί, δηλαδή σε οποιοδήποτε σημείο κοντά στο σώμα του, τώρα θα ήταν νεκρός. Έτσι όπως εξελίχθηκαν τα πράγματα, το νερό τον προστάτευσε, με αποτέλεσμα να δεχτεί υψηλή δόση μόνο στο χέρι του –ένα μέρος του σώματος πιο ανθεκτικό στη ραδιενέργεια απ’ ό,τι τα ευαίσθητα εσωτερικά όργανα.



Επομένως, σε ό,τι αφορά την ασφαλή κολύμβηση, το τελικό συμπέρασμα είναι πως μάλλον δεν θα είχατε πρόβλημα, με την προϋπόθεση ότι δεν θα σας ερχόταν η έμπνευση να βουτήξετε μέχρι τον πυθμένα και να πιάσετε οτιδήποτε περιέργο.

Αλλά για να είμαστε εντελώς σίγουροι, επικοινωνήσα με έναν φίλο μου που εργάζεται στις εγκαταστάσεις ενός ερευνητικού πυρηνικού αντιδραστήρα, και τον ρώτησα τι πίστευε ότι θα συμβεί σε κάποιον ο οποίος θα προσπαθούσε να κολυμπήσει μέσα στη δεξαμενή περιορισμού ακτινοβολίας του αντιδραστήρα.

«Στον δικό μας αντιδραστήρα;» Το σκέφτηκε για μια στιγμή. «Θα πέθαινε αρκετά γρήγορα –πριν καν φτάσει στο νερό– από τους πυροβολισμούς των φρουρών.»

**Γεια χαρά! Σας ευχαριστώ που ρίχνετε μια ματιά στο βιβλίο μου.
Αν σκέφτεστε να το αγοράσετε, να μερικά πράγματα
που θα θέλατε ενδεχομένως να ξέρετε:**

Οι άνθρωποι δεν μπορούν να χωνέψουν την κυτταρίνη του χαρτιού·
αλλά, αν μπορούσαν, τότε θα παίρνατε περίπου 2.300 θερμίδες αν
τρώγατε αυτό το βιβλίο (μαζί με το εξώφυλλο).



Το συγκεκριμένο βιβλίο δεν μπορεί να σταματήσει τις σφαίρες
(τουλάχιστον τις περισσότερες)· αν θέλετε να το χρησιμοποιήσετε
ως αλεξιοφαιρη θωράκιση, μάλλον θα χρειαστείτε περισσότερα
από ένα αντίτυπα.

Αν έχετε δυνατό χέρι, θα μπορούσατε πιθανώς να εκσφενδονίσετε
αυτό το βιβλίο σε απόσταση περίπου 15 μέτρων. Με λίγη
εξάσκηση, είναι εφικτή η ρίψη ενός αντιτύπου ανά 800 χιλιοστά
του δευτερολέπτου –κάτι που σημαίνει ότι, αν σας κυνηγούν με
σκοπό να σας επιτεθούν, θα έχετε τρεις ή τέσσερις ευκαιρίες να
τους πετύχετε προτού σας φτάσουν. Από την άλλη, αν ο δράστης
της επίθεσης είναι ένα κογιότ, θα έχετε μόνο μία ευκαιρία
να το πετύχετε επειδή τρέχει πολύ γρήγορα. Γι' αυτό,
σημαδέψτε προσεκτικά.



ΚΡΥΦΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ: Στο εσωτερικό του, αυτό το βιβλίο
περιέχει λέξεις και εικόνες, και δίνει απαντήσεις σε πλήθος
σημαντικές ερωτήσεις, όπως (μεταξύ άλλων) στις εξής: Θα
μπορούσατε να πηδήξετε από ένα αεροπλάνο με μια φιάλη ηλίου,
και να αρχίσετε να φουσκώνετε μπαλόνια αρκετά γρήγορα ώστε
να επιβραδύνετε την πτώση σας και να επιζήσετε; (Απάντηση: Ναι.)
Θα μπορούσατε να κρυφτείτε στη Φινλανδία για να γλιτώσετε από
μια υπερηχητική ανεμοθύελλα; (Απάντηση: Ναι, αλλά δεν θα
σας βοηθήσει και πολύ.)

ΚΑΤΑΔΙΚΑΣΜΕΝΟΙ
ΕΠΙΣΗΣ
ΚΑΤΑΔΙΚΑΣΜΕΝΟΙ



**ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ**

Διοικητικό 4, Σταθμός Λαρίσης, 10440 ΑΘΗΝΑ, Τηλ. 210-5237635
info@klidarithmos.gr www.klidarithmos.gr
www.facebook.com/klidarithmos.gr

ISBN 978-960-461-673-2

