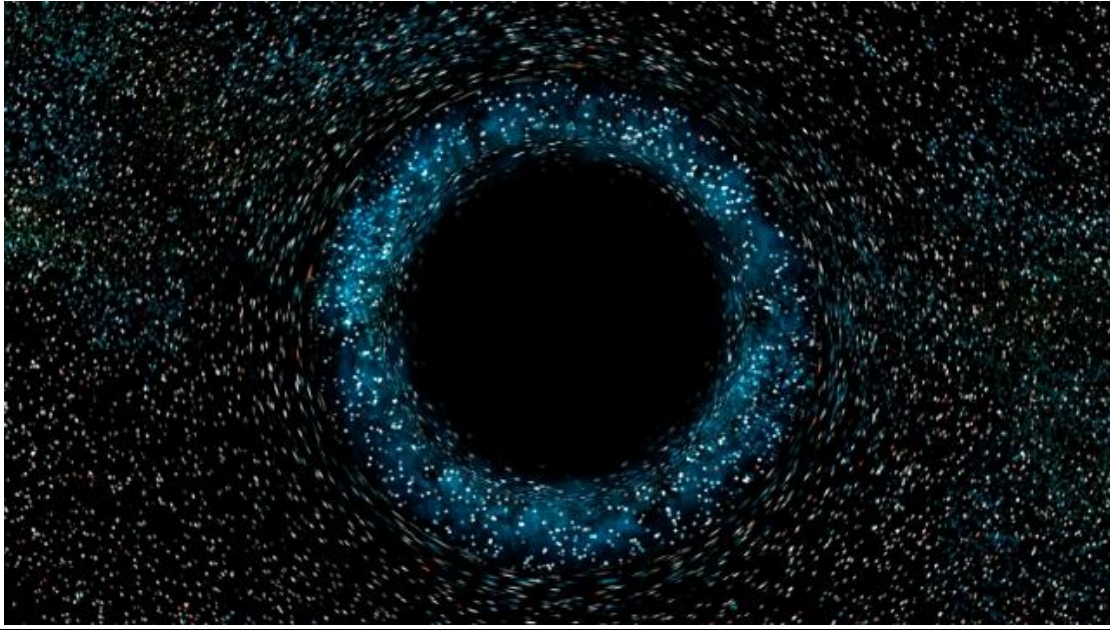


Μαύρες Τρύπες: οι “καταστροφείς του Σύμπαντος”.



Αιμιλίνα Σαράφη

Θέμα: Μαύρες Τρύπες

Σχολικό έτος 2015-2016

2.Περιεχόμενα

- Ενότητα 3: Περίληψη.....σελ.3
- Ενότητα 4: Εισαγωγή.....σελ.4
- Ενότητα 5: Κεφάλαιο 1^ο.....σελ.5
- Ενότητα 6: Κεφάλαιο 2^ο.....σελ.8
- Ενότητα 7: Κεφάλαιο 3^ο.....σελ.11
- Ενότητα 8: Αποτελέσματα της Έρευνας.....σελ.14
- Ενότητα 9: Συμπέρασμα.....σελ.15
- Ενότητα 10: Επίλογος.....σελ.16
- Ενότητα 11:Παραπομπές-Αναφορές.....σελ.17

3.Περίληψη

Η παρακάτω εργασία συνγράφηκε για να βοηθήσει τον καθένα, ο οποίος δεν έχει άμεση σχέση με την αστροφυσική, να καταλάβει τις βασικές αρχές με βάση τις οποίες δημιουργούνται, «ζουν» και «πεθίνουν» οι μαύρες τρύπες.

Στο παρακάτω βιβλίο θα σας εξηγήσω τι είναι μία μαύρη τρύπα, ποια αστέρια θα καταλήξουν να γίνουν μαύρες τρύπες και ελπίζω να σας απαλλάξω από αβάσιμους φόβους για την καταστροφή του Σύμπαντος που σχετίζονται με τις μαύρες τρύπες.

Οι διαστημικές ρουφήχτρες αυτές, καθώς είναι ένα από τα πιο χρησιμοποιημένα «υλικά» για ταινίες ή βιβλία επιστημονικής φαντασίας, συνοδεύονται από πολλούς μύθους γύρω από την ύπαρξή τους. Με αυτή την εργασία ελπίζω να ξεκαθαρίσετε κάποιους από αυτούς που έχετε στο μυαλό σας και να τους διαχωρίσετε από την πραγματικότητα, επειδή η πραγματικότητα, σε αυτή την περίπτωση, είναι πολύ πιο ενδιαφέρουσα από τους μύθους.

Τέλος, ελπίζω να σας «μείνουν» όσα έμειναν σε εμένα φτιάχνοντας αυτή την εργασία και να αντιμετωπίζεται την ζωή σας πιο σφαιρικά. Επειδή αν το καλοσκεφτείτε, δεν είμαστε τίποτα παρά αστερόσκινη στον απέραντο αυτό κόσμο που μας περιβάλλει...

4. Εισαγωγή

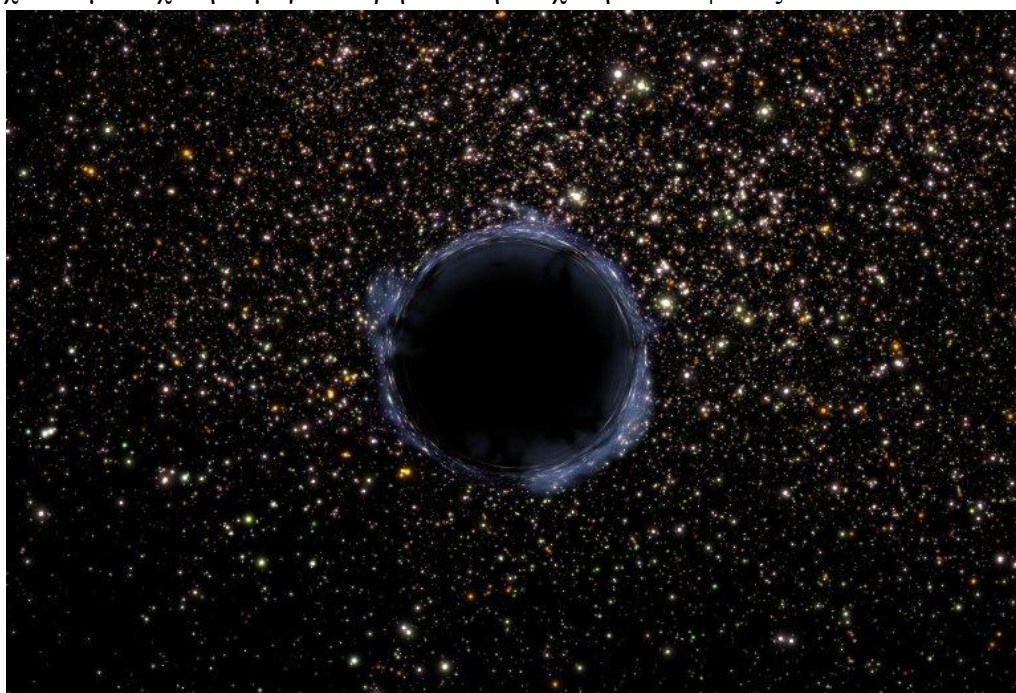
Στο πλαίσιο του μαθήματος της ερευνητικής εργασίας στην αστροφυσική, τη μελέτη του σύμπαντος και των ουράνιων σωμάτων, μας ζητήθηκε η επιλογή ενός πιο συγκεκριμένου θέματος και η συγγραφή ενός βιβλίου με βάση αυτό το θέμα. Το θέμα το οποίο επιλέχθηκε από την ομάδα μου ήταν οι «Μαύρες Τρύπες».

Ο λόγος για τον οποίο ήθελα, προσωπικά, να επιλέξω τις μαύρες τρύπες για το θέμα της ερευνητικής μου εργασίας είναι το πόσο έντονα τις είχα συσχετίσει με το σύμπαν γενικότερα, στην παιδική μου ηλικία, παρόλο που δεν ήξερα, ούτε στο ελάχιστο, τι ήταν. Συχνά άκουγα τις δύο αυτές λέξεις όσο μεγάλωνα, αν και τις φανταζόμουν σαν κανονικές σκαμμένες τρύπες οι οποίες ρουφούσαν «αυτά τα μεγάλα λαμπερά αστέρια», δηλαδή τους πλανήτες, και οτιδήποτε υπήρχε γύρω τους. Έχοντας τώρα τις βασικές γνώσεις φυσικής οι οποίες χρειάζονται για να κατανοηθεί μια τόσο σύνθετη ιδέα, αποφάσισα να διερευνήσω το θέμα. Κατά την διάρκεια της έρευνας, τέθηκαν τα συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα:

- Τι είναι η μαύρες τρύπες?
- Ποιό είδος αστέρα θα καταλήξει να μετατραπεί σε μαύρη τρύπα και ποιο όχι?
- Μπορούν οι μαύρες τρύπες να επηρεάσουν τον δικό μας γαλαξία ή ακόμη και την Γη και, αν ναι, πως ή πότε?

5. Τι είναι οι «Μαύρες Τρύπες».

Μαύρη Τρύπα ορίζεται η συγκέντρωση τεράστιας μάζας, τόσο μεγάλης έτσι ώστε η δύναμη της *βαρύτητας* να μην επιτρέπει σε οποιοδήποτε σώμα ή κύμα να ξεφύγει από αυτή, παρά μόνο μέσω κβαντικής συμπεριφοράς – δηλαδή μέσω συμπεριφοράς που δεν μπορεί να εξηγήσει η κλασική μηχανική. Είναι ένα σώμα το οποίο δεν επιτρέπει σε άλλα σώματα να ξεφύγουν από την βαρύτητά του παρά μόνο αν «τρέχουν» με ταχύτητα μεγαλύτερη από την ταχύτητα του φωτός.

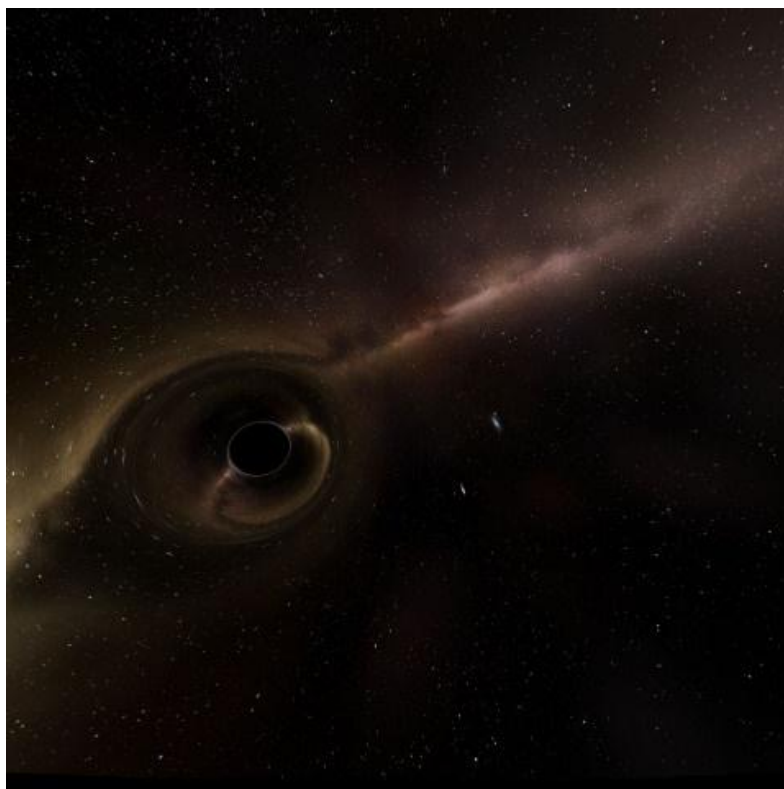


(απεικόνιση μαύρης τρύπας)

Ο λόγος για τον οποίο η μαύρη τρύπα έγινε ευρύτερα γνωστή ως «μαύρη» είναι το τρομακτικά έντονο πεδίο βαρύτητας που δημιουργείται γύρω από αυτήν, το οποίο δεν επιτρέπει ούτε στο φως να ξεφύγει, εξ'ού και το «μαύρο». Η βαρυτική συμπεριφορά της δεν επιτρέπει στο φως να κάνει αντανάκλαση και έτσι να μπορέσουμε να λάβουμε οπτικό ερέθισμα και να αντιληφθούμε τι συμβαίνει στην περιοχή που καταλαμβάνει.

Το τελευταίο σημείο στο οποίο μπορούμε να αντιληφθούμε χρώματα, εικόνες και κινήσεις με την ανθρώπινη φυσιολογία είναι ο ορίζοντας γεγονότων που σχηματίζεται γύρω από την μαύρη τρύπα. Ο ορίζοντας γεγονότων είναι το καθοριστικό χαρακτηριστικό μίας μαύρης τρύπας και είναι ένα *χωροχρονικό όριο*, από το οποίο μπορεί να περάσει η ενέργεια, η ύλη και το φως μόνο προς τα μέσα, δηλαδή προς την μάζα της μαύρης τρύπας. Είναι το σημείο το οποίο οριοθετεί την δυνατότητα «διαφυγής», δηλαδή εάν κάτι περάσει τον ορίζοντα, δεν μπορεί να

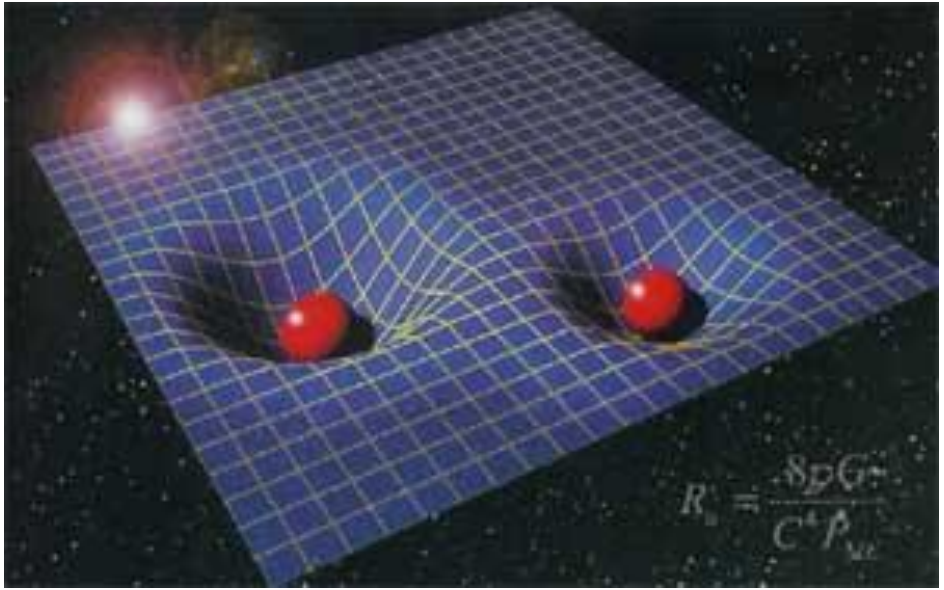
υπερνικήσει την βαρυτική δύναμη που του ασκείται από την μαύρη τρύπα και να επιστρέψει από την αντίθετη κατεύθυνση. Σαφώς εάν οτιδήποτε έρθει, έστω και σε μακρινή, απόσταση από τον ορίζοντα γεγονότων δεν θα μπορέσει να ξεφύγει από την έλξη που του ασκηθεί από την μαύρη τρύπα, αλλά ο ορίζοντας γεγονότων είναι η «πύλη» που ενώνει την μαύρη τρύπα και το ανθρώπινο οπτικό πεδίο, δηλαδή οτιδήποτε συμβαίνει πίσω από τον ορίζοντα γεγονότων δεν κατανοείται από τον άνθρωπο!



(ο ορίζοντας γεγονότων στην παραπάνω μαύρη τρύπα είναι η λεπτή κυκλική γραμμή φωτός που περιβάλλει το σημείο της μαύρης τρύπας το οποίο φαίνεται μαύρο στην ανθρώπινη φυσιολογία)

Όπως προβλέπεται από τη Γενική θεωρία της Σχετικότητας, η παρουσία μιας μεγάλης μάζας παραμορφώνει τον χωροχρόνο κατά τέτοιο τρόπο ώστε τα μονοπάτια που λαμβάνονται από τα σωματίδια στρέφονται προς τη μάζα. Κατά τον ορίζοντα γεγονότων μιας μαύρης τρύπας, η παραμόρφωση γίνεται τόσο ισχυρή που δεν υπάρχουν μονοπάτια που να οδηγούν μακριά από τη μαύρη τρύπα.

Ένα παράδειγμα το οποίο βοηθά στην απεικόνιση της μαύρης τρύπας στο ανθρώπινο μυαλό είναι η εικόνα ενός τεντωμένου λαστιχένιου επιπέδου, το οποίο απεικονίζει τον χωροχρόνο, πάνω στο οποίο τοποθετείται μια μεγάλη μάζα, κάνοντας το λάστιχο να λυγίσει, να καμπυλώσει, γύρω από την μάζα αυτή, η οποία αντιπροσωπεύει την μαύρη τρύπα. Έτσι όπως και στο λάστιχο, μια μαύρη τρύπα καμπυλώνει ένα σημείο στον χωροχρόνο.



(απεικόνιση παραδείγματος με λάστιχο)

6. Ποιό είδος αστέρα θα καταλήξει να μετατραπεί σε μαύρη τρύπα?

Το σύμπαν μας είναι γεμάτο από μαύρες τρύπες των οποίων μέγεθος, τις περισσότερες φορές, είναι ασύλληπτο. Ο σχηματισμός μίας μαύρης τρύπας γίνεται μέσω μίας διαδικασίας που λέγεται *βαρυτική κατάρρευση*, και γίνεται στο τέλος της εξέλιξης ενός αστέρα. Για να γίνει βαρυτική κατάρρευση και να μετατραπεί ένας ήλιος σε μαύρη τρύπα πρέπει ο πυρήνας του αστέρα να περιείχε υλικά περισσότερα από δύομιση ηλιακές μάζες κατά την διάρκεια της ζωής του. Μόνο τότε ο αστέρας θα μετατραπεί σε μελανή οπή.

Για να δημιουργηθεί αυτή η μελανή οπή θα πρέπει να συμπιεστεί το σώμα που μετατρέπεται σε μαύρη τρύπα, πέρα από την ακτίνα Schwarzschild. Θεωρητικά, για να αντιληφθούμε το μέγεθος της ακτίνας αυτής, για να μετατραπούν σε μαύρες τρύπες θα έπρεπε να συμπιεστεί ο Ήλιος μας στο μέγεθος μίας μικρής πόλης, ενώ η Γη στο μέγεθος ενός καρυδιού!

Οι επιστήμονες έχουν καταφέρει να εντοπίσουν με μαθηματικούς υπολογισμούς κάποιες μαύρες τρύπες στο σύμπαν μας:

- Μία από τις μικρότερες είναι η XTE J1650-500, η οποία βρίσκεται στον αστερισμό “Ara” και η οποία έχει μέγεθος ίσο με το Μανχάταν. Όταν πρωτοανακαλύφθηκε, θεωρήθηκε από τους επιστήμονες ως η μικρότερη μαύρη τρύπα που είχε ανακαλυφθεί, με μάζα 3.8 ± 0.5 ηλιακές μάζες. Τελικά ανακάλυψαν ότι η μάζα της ήταν γύρω στις 5-10 ηλιακές μάζες, και πάλι μία από τις μικρότερες που έχουν ανακαλυφθεί.



(ο αστερισμός Ara, απεικόνιση)

- Μία άλλη μαύρη τρύπα που ανακαλύφθηκε από τους επιστήμονες είναι η M82 X-1 η οποία έχει το μέγεθος του πλανήτη Άρη. Η μάζα της δε, είναι ίση με 1000 ήλιους! Μία μαύρη τρύπα σαν αυτή θεωρείται μάλιστα μεσαίου μεγέθους. Η συγκεκριμένη εντοπίζεται μέσα στο αστερισμό Ursa Major, που τον γνωρίζουμε σαν Μεγάλη Άρκτο!



(αστερισμός Μεγάλης Άρκτου απεικόνιση)

- Ένα τελευταίο παράδειγμα μαύρης τρύπας που έχει ανακαλυφθεί από τους επιστήμονες είναι η μαύρη τρύπα του κεντρικού ελλειπτικού γαλαξία του συμπλέγματος Phoenix (Phoenix Cluster), της οποίας το μέγεθος είναι τρομακτικό. Εντοπίζεται στον αστερισμό του Φοίνικα (Phoenix) και έχει το μέγεθος 20 δισεκατομμυρίων ηλιακών μαζών! Το ηλιακό μας σύστημα δεν αποτελεί ούτε το 1/100 αυτής της τερατώδους μαύρης τρύπας.



(αστερισμός του Φοίνικα, απεικόνιση)

7. Απειλείται η Γη, ή ο γαλαξίας μας από τις μαύρες τρύπες?

Πολλές ταινίες ή βιβλία επιστημονικής φαντασίας έχουν σαν θέμα τους την καταστροφή του γαλαξία και του πλανήτη μας από μια μαύρη τρύπα. Ας εξετάσουμε το πραγματικό βεληνεκές του κινδύνου που διατρέχουμε.

Σήμερα γνωρίζουμε πως το σύμπαν είναι γεμάτο από μαύρες τρύπες και πως αυτές έχουν έναν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία των ίδιων των γαλαξιών και πως οι περισσότεροι γαλαξίες έχουν μία μαύρη τρύπα στο κέντρο τους.

Οι μαύρες τρύπες είναι σημαντικές για τους γαλαξίες καθώς τα σώματα τα οποία απαρτίζουν τον κάθε γαλαξία παραμένουν δίπλα το ένα στο άλλο όσο περιστρέφονται γύρω από μια συγκεκριμένη κολοσιαία μάζα. Έτσι συνεχίζεται η τροχιά περιστροφής του κάθε ουράνιου σώματος σε έναν γαλαξία. Στους περισσότερους γαλαξίες αυτή η κολοσιαία μάζα στο κέντρο τους, η οποία εξυπηρετεί τον ανάλογο ρόλο που εξυπηρετεί ο Ήλιος στο δικό μας ηλιακό σύστημα, θεωρείται πως είναι η μάζα μίας μαύρης τρύπας, ενός πρώην τεράστιου αστέρα. Στο δικό μας γαλαξία το κεντρικό σώμα το οποίο θεωρείται πως είναι μαύρη τρύπα είναι ο Τοξότης Α (Sagittarius A) με μάζα χιλίων τριακοσίων ηλιακών μαζών.

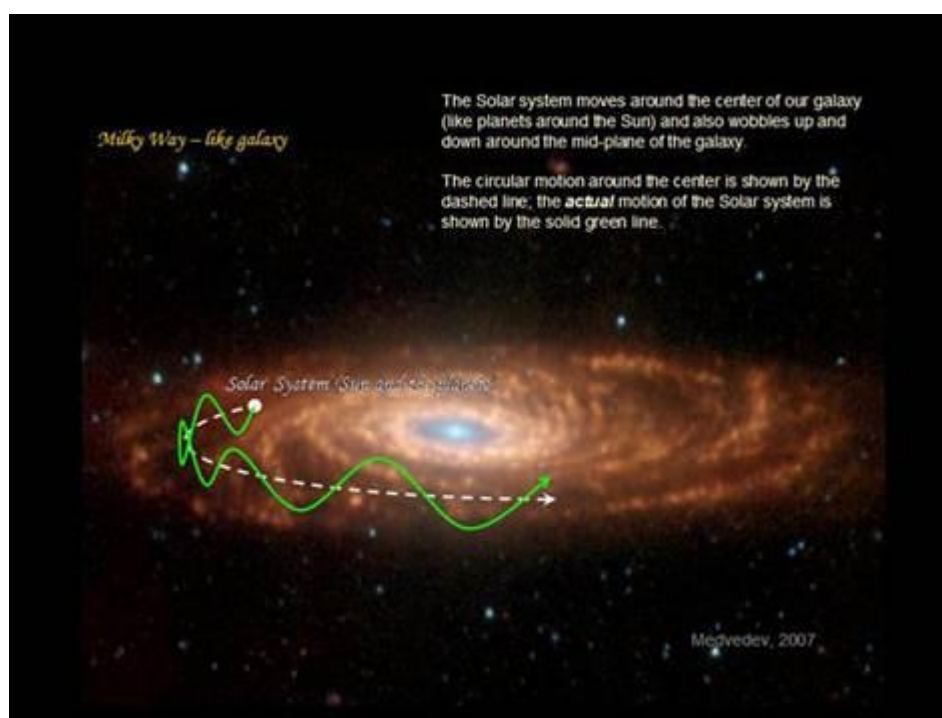


(ο Τοξότης Α, η μαύρη τρύπα που αποτελεί το κέντρο του δικού μας γαλαξία)

Το γεγονός, όμως, ότι υπάρχει μία μαύρη τρύπα στο κέντρο του γαλαξία μας δεν απαιτεί κατευθείαν την καταστροφή μας από αυτή. Πρώτον, ο γαλαξίας μας,

όπως εξηγήθηκε, λειτουργεί και διατηρεί την τροχιά των αστρών του λόγω της τεράστιας μάζας στο κέντρο του, του Τοξότη Α, οπότε η ισορροπία στον Milky Way οφείλεται στην υπερμεγέθη αυτή μαύρη τρύπα.

Έπειτα, είναι γεγονός πως ο ήλιος ολοκληρώνει μία τροχιά του γύρω από το κέντρο του γαλαξία κάθε περίπου 225 εκατομμύρια χρόνια, όπως η Γη κάθε ένα χρόνο ολοκληρώνει μία τροχιά γύρω από τον Ήλιο. Αυτό σημαίνει πως μετά από εκατομμύρια χρόνια η τροχιά αυτή θα είναι σταθερή εάν δεν επηρεαστεί από εξωτερικούς παράγοντες. Έτσι η Γη θα είναι για εκατομμύρια χρόνια αρκετά μακριά από το κέντρο του γαλαξία έτσι ώστε να μην συμπτυχθεί με τον Τοξότη Α.

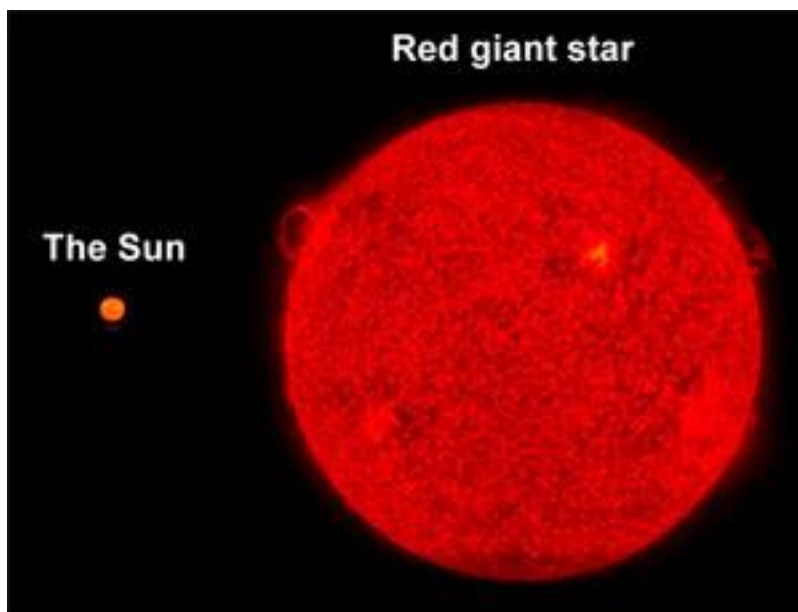


(απεικόνιση τροχίας του ηλιακού συστήματος γύρω από το κέντρο του γαλαξία, η πράσινη γραμμή απεικονίζει το ακριβές σχήμα της διαδρομής του ηλιακού συστήματος, καθώς η τροχιά δεν είναι ευθεία, η συμβολική ευθεία της τροχιάς απεικονίζεται με την άσπρη διακεκομμένη γραμμή.)

Αυτό θα αλλάξει όταν ο Ήλιος ξεμείνει από καύσιμα τα οποία έκαίγε κατά την διάρκεια της «ζωής» του σαν αστέρας. Όταν ο Ήλιος «πεθάνει», θα μετατραπεί σε ερυθρό γίγαντα και θα επεκταθεί αρκετά για να καλύψει την τροχιά της Γης, ορίζοντας έτσι ένα πιθανό «θάνατο» για την Γη την «κατάπωση» της από τον Ήλιο.

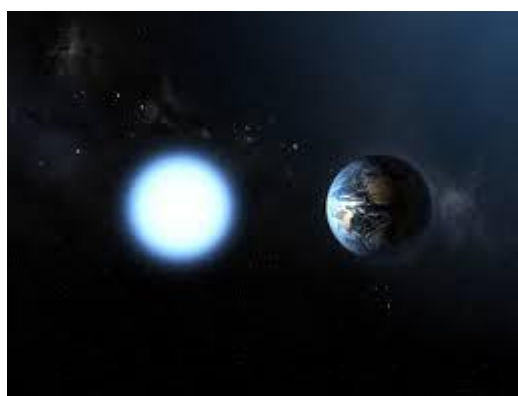
Ακόμη και αν δεν συμβεί αυτό, όσο ο Ήλιος «πεθάνει» θα δημιουργήσει δυνατούς ανέμους που θα μπορούσαν να σπρώξουν την Γη έξω από την τροχιά της κατά ακτίνα 50% μεγαλύτερη, που σημαίνει πως η Γη επιβιώνει. Η τωρινή καλύτερη πρόβλεψη είναι πως η Γη θα χάσει τα ζωντανά είδη της, και πως θα «καταπωθεί» πριν

προλάβει να φύγει πολύ εκτός από την τροχιά της, αλλά αυτές οι εκτιμήσεις δεν είναι σίγουρες. Σε όποια περίπτωση δεν θα ήταν όμως κατοικήσιμη.



(το μέγεθος ενός ερυθρού γίγαντα σε σχέση με τον Ήλιο)

Ας πούμε ότι προσπερνούμε αυτό το εμπόδιο. Ο Ήλιος θα μετατραπεί στη συνέχεια σε λευκό νάνο συνεχίζοντας την περιφορά του γύρω από το κέντρο του γαλαξία. Το «σβήσιμο» του Ήλιου δεν θα σταματήσει την σταθερότητα της τροχιάς του. Όμως, όταν μιλάμε για σταθερότητα τροχιάς, μιλάμε για δύο συγκεκριμένα σώματα. Τα υπόλοιπα αστέρια τα οποία θα συναντήσει ο Ήλιος στην διαδρομή του θα διακόψουν την περιφορά του. Έτσι, με τις συναντήσεις με πολλά αστέρια, ο Ήλιος μπορεί να καταλήξει, όχι μόνο να πετάγεται έξω από την τροχιά του, αλλά και να πετάγεται έξω από τον γαλαξία μας ολοκληρωτικά!



(το μέγεθος ενός λευκού νάνου σε σχέση με την Γη)

Αυτή η διαδικασία όμως χρειάζεται περίπου 10^{19} χρόνια, όχι απλά εκατομμύρια. Επίσης, αν η Γη επιβιώσει την «έξωση» από τον γαλαξία και συνεχίσει να περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο τότε σε διάστημα περίπου 10^{15} χρόνων μία παρόμοια διαδικασία θα διώξει την Γη έξω από την τροχιά της γύρω από τον Ήλιο και έτσι μπορεί να μην μοιραστούμε την ίδια μοίρα με τον Ήλιο.

Αν καταφέρει η Γη (ή ο Ήλιος) να επιβιώσει μέσα στον γαλαξία, τότε μετά από 10^{30} χρόνια θα περάσει μέσα από την τροχιά της υπερμεγέθους μαύρης τρύπας του Τοξότη Α και τελικά θα καταστραφεί εκεί, συγχωνευόμενη με την μαύρη τρύπα.

Όπως καταλαβαίνουμε οι πιθανότητες καταστροφής της Γης από τον Τοξότη Α είναι μικρές και το χρονικό διάστημα που θα μεσολαβήσει απίστευτα μεγάλο.

Ακόμη, υπάρχει η εντύπωση πως οι μαύρες τρύπες είναι καταστροφείς κόσμων, ή ακόμη πως το Σύμπαν μας θα καταστραφεί από τις μαύρες τρύπες. Το πρώτο σκέλος της υπόθεσης είναι σωστό. Είναι δεδομένο πως οι μαύρες τρύπες τραβούν με την τρομακτική τους βαρύτητα κοντινούς αστέρες, κομήτες και άλλα ουράνια σώματα, αλλά ο κίνδυνος για την καταστροφή του Σύμπαντος δεν είναι τόσο μεγάλος. Ας σκεφτούμε όλα τα δεδομένα. Οι μαύρες τρύπες έχουν άπειρη βαρύτητα, «ρουφώντας» τα γειτονικά ουράνια σώματά τους. Το Σύμπαν, εκτός από το ότι είναι τεράστιο, συνεχίζει και διαστέλλεται, καθιστώντας το «άπειρο». Το συμπέρασμα από τα δεδομένα που έχει σήμερα η επιστήμη καθιστά κάθε ιδέα για «καταβρόχθιση του Σύμπαντος» από μαύρη τρύπα αστεία. Ένα ακόμα γεγονός που αντιτίθεται σε τέτοιες θεωρίες είναι πως οι μαύρες τρύπες «πεθένουν» αργά, αλλά σταθερά. Κάθε μαύρη τρύπα εκπέμπει ακτινοβολία Hawking, λόγω του οποίου συρρικνώνεται και έτσι, μετά από τρισεκατομμύρια χρόνια, θα εξαφανιστεί.

Το ολικό συμπέρασμα είναι πως οι μαύρες τρύπες δεν είναι η κύρια απειλή για την καταστροφή της Γης ή του γαλαξία μας, ενώ η σκέψη καταστροφής του Σύμπαντος από αυτές είναι αστεία.



(απεικόνιση της ακτινοβολίας Hawking σε μία μαύρη τρύπα).

8.Αποτελέσματα της έρευνας

Η έρευνα που έκανα κατά την διάρκεια την συγγραφής αυτής της εργασίας επέφερε κάποια αποτελέσματα.

Πρώτον: Δεν γίνονται όλα τα αστέρια μαύρες τρύπες

Ένα αστέρι για να γίνει μαύρη τρύπα πρέπει να έχει μάζα μεγαλύτερη 2.5 ηλιακών μαζών, δηλαδή 2.5 φορές την μάζα του Ήλιου μας, έτσι ώστε να γίνει μαύρη τρύπα με φυσιολογικές διαδικασίες, χωρίς απρόβλεπτες παρεμβάσεις.

Δεύτερον: Οι μαύρες τρύπες είναι απαραίτητες για την ύπαρξη των γαλαξιών

Πολλές φορές μία μαύρη τρύπα αποτελεί το κέντρο ενός γαλαξία, δηλαδή την μάζα γύρω από την οποία περιστρέφονται όλα τα ουράνια σώματα μέσα στον γαλαξία. Με λίγα λόγια η μαύρη τρύπα εξισορροπεί τον γαλαξία στου οποίου το κέντρο βρίσκεται!

Τρίτον: Οι μαύρες τρύπες δεν «ζουν» για πάντα!

Μια μαύρη τρύπα θα «πεθάνει», όπως όλα τα ουράνια σώματα, παρ'όλο που είναι ένα σώμα που δημιουργήθηκε με τον «θάνατο» ενός άλλου ουράνιου σώματος.

Τέταρτον: Το Σύμπαν δεν κινδυνεύει από τις μαύρες τρύπες

Οι μαύρες τρύπες δεν είναι οι εξολοθρευτές του Σύμπαντος! Το Σύμπαν δεν μπορεί να καταστραφεί από τις μαύρες τρύπες καθώς είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτές. Οι πλανήτες και τα αστέρια του Σύμπαντος δεν θα καταστραφούν όλα από μαύρες τρύπες καθώς οι αποστάσεις τους από την κοντινότερη μελανή οπή, στα περισσότερα ουράνια σώματα, είναι απίστευτα μακρινές και έτσι δεν θα πέσουν ίσως ποτέ στο βαρυτικό πεδίο της.

9.Συμπέρασμα

Το ολικό συμπέρασμα το οποίο βγαίνει από την έρευνα είναι ότι οι μαύρες τρύπες είναι όπως κάθε άλλο ουράνιο σώμα: «γεννιούνται», «ζουν» και «πεθάνουν».

Παρ'όλο που «καταβροχθίζουν κόσμους» οι μαύρες τρύπες υπάρχουν στο σύμπαν για να εξυπηρετούν ένα σκοπό, όπως κάθε ουράνιο σώμα. Η ύπαρξή τους δεν είναι ούτε αποκλειστικά ωφέλιμη ούτε αποκλειστικά βλαβερή. Όπως και κάθε άλλου σώματος. Για παράδειγμα, ο Ήλιος μας ωφελεί στην ευδοκίμηση ζωής στην γη αλλά θα διαταράξει την τροχιά των πλανητών στο ηλιακό μας σύστημα όταν «σβήσει». Έτσι και μία μαύρη τρύπα μπορεί να καταστρέφει τα περιβάλλοντά της σώματα, αλλά βοηθά στην απόκτηση ισορροπίας σε κάποιο γαλαξία.

Και το πιο τρανό συμπέρασμα:



(μετάφραση: ότι συμβαίνει μέσα στην μαύρη τρύπα, μένει μέσα στην μαύρη τρύπα.

Λογοπαίγνιο με γνωστή αμερικάνικη έκφραση)

10.Επίλογος

Αύτη η εργασία με βοήθησε όχι μόνο να μάθω περισσότερα για την Αστροφυσική, έναν κλάδο τον οποίο αγαπώ, αλλά η συγγραφή της μου έμαθε να δουλεύω με συγκέντρωση, να ψάχνω ουσιαστικά στο θέμα το οποίο εξετάζω, με βοήθησε στην εξάσκηση της αγγλικής γλώσσας, καθώς οι περισσότερες ιστοσελίδες-πηγές ήταν γραμμένες στα αγγλικά και με βοήθησε να αποκτήσω «ανοιχτή» σκέψη, επειδή όταν εξετάζεις το σύμπαν, συνειδητοποιείς πόσα δεν γνωρίζεις σαν άνθρωπος και σαν ανθρώπινο γένος, ενώ καταλαβαίνεις πόσο εύθραυστη είναι η ανθρώπινη ζωή. Έτσι, η εργασία αυτή δεν ήταν μόνο επιμορφωτική, αλλά με βοήθησε να αντιληφθώ και το μεγαλείο του κόσμου στον οποίο ζω!

11. Παραπομπές-Αναφορές

- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CF%8D%CF%81%CE%B7%CF%84%CF%81%CF%8D%CF%80%CE%B1> last accessed on: 27/3/16
- http://www.kidsastronomy.com/black_holeB.htm last accessed on: 27/3/16
- http://erevoktonos.blogspot.gr/2014/12/blog-post_886.html l.acc.on: 27/3/16
- https://en.wikipedia.org/wiki/XTE_J1650-500 last accessed on: 27/3/16
- https://en.wikipedia.org/wiki/Phoenix_Cluster last accessed on: 27/3/16
- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_most_massive_black_holes last accessed on: 27/3/16
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B1%CF%82> last accessed on: 27/3/16
- <https://www.quora.com/Will-the-black-hole-inside-the-Milky-Way-eat-our-earth> last accessed on: 27/3/16