

ΠΟΛΥ ΑΠΛΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ
πάνω στην ύλη της 7ης βδομάδας του μαθήματος.

Θ. Τομαράς

1. Ποιά από τις παρακάτω είναι βασική υπόθεση στην απόδειξη του νόμου του Hubble $v = Hd$ για τις ταχύτητες των γαλαξιών;
(i) Οι γαλαξίες είναι “καρφωμένοι” σε σταθερές θέσεις στον διαστελλόμενο υπόβαθρο χώρο.
(ii) Οι γαλαξίες απομακρύνονται από εμάς.
(iii) Ισχύει ο νόμος της μηχανικής του Νεύτωνα.
Απάντηση: (i)
2. Ποιά είναι η σχέση ανάμεσα στην πυκνότητα ενέργειας ϵ και την πίεση p ώστε το σύμπαν να επιταχύνεται;
Απάντηση: $\epsilon < -3p$
3. Υποθετικό διαστελλόμενο σύμπαν έχει πυκνότητα ενέργειας $10^{-3} GeV/m^3$ και πίεση $10^2 GeV/cm^3$. Ο ρυθμός διαστολής είναι επιταχυνόμενος. Σωστά;
Απάντηση: ΟΧΙ
4. Η “Πίεση=Δύναμη/Εμβαδόν” και η “Ενεργειακή Πυκνότητα=Ενέργεια/Όγκο” έχουν τις ίδιες διαστάσεις. Σωστά;
Απάντηση: ΝΑΙ
5. Τί διαστάσεις έχει η σταθερά του Νεύτωνα;
Απάντηση: $L^3/(MT^2)$
6. Τί διαστάσεις έχει ο “παράγοντας κλίμακας” $a(t)$;
Απάντηση: Αδιάστατος
7. Η Ανδρομέδα είναι ένας κοντινός μας γαλαξίας, που μας πλησιάζει και βρίσκεται σε απόσταση περίπου 2 εκατομμυρίων ετών φωτός. Εκτιμήστε την ταχύτητά της, αν η σταθερά του Hubble είναι περίπου $1/(14 \text{ Gyrs})$.
Απάντηση: Τα δεδομένα δεν είναι αρκετά.
8. Υπολογίστε την “ταχύτητα διαφυγής” από το πεδίο βαρύτητας της Γης, την ελάχιστη δηλαδή ταχύτητα με την οποία πρέπει να εκτοξεύσουμε ένα σώμα ώστε να μην ξαναπέσει στη Γη. Η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι περίπου 10 m/sec^2 και η ακτίνα της Γης περίπου 6.350 km .
Απάντηση: 11.3 km/sec
9. Αν ϵ_0 είναι η πυκνότητα ενέργειας της ακτινοβολίας στο Σύμπαν σήμερα, πόση ήταν την εποχή που το Σύμπαν ήταν 10 φορές μικρότερο;
Απάντηση: $10^4 \epsilon_0$
10. Αν ϵ_0 είναι η πυκνότητα ενέργειας της μη σχετικιστικής ύλης (“σκόνης”) στο Σύμπαν σήμερα, πόση ήταν την εποχή που το Σύμπαν ήταν 10 φορές μικρότερο;
Απάντηση: $10^3 \epsilon_0$
11. Αν ϵ_0 είναι η πυκνότητα σκοτεινής ενέργειας της ακτινοβολίας στο Σύμπαν σήμερα, πόση θα είναι την εποχή που το Σύμπαν θα είναι 5 φορές μεγαλύτερο;
Απάντηση: ϵ_0

12. Ποιό ήταν το κυρίαρχο συστατικό του Σύμπαντός μας τις πρώτες στιγμές του σύμφωνα με το Καθιερωμένο Κοσμολογικό Πρότυπο;
Απάντηση: Ακτινοβολία
13. Ας υποθέσουμε ότι οι κοσμολόγοι του μέλλοντος μέτρησαν με ακρίβεια τις γωνίες A, B και Γ ενός κοσμικού τριγώνου με πλευρές της τάξης εκατοντάδων Mpc και βρήκαν: $A=89^\circ$, $B=54^\circ$ και $\Gamma=42^\circ$, αντίστοιχα. Τί συμπεράναν για την παράμετρο καμπυλότητας του Σύμπαντος;
Απάντηση: $k=+1$
14. Ας υποθέσουμε ότι κάποιοι κοσμολόγοι του μέλλοντος μέτρησαν με ακρίβεια τις γωνίες A, B και Γ ενός κοσμικού τριγώνου με πλευρές της τάξης εκατοντάδων Mpc και βρήκαν: $A=61^\circ$, $B=99^\circ$ και $\Gamma=19^\circ$, αντίστοιχα. Τί συμπεράναν για την γεωμετρία του Σύμπαντος;
Απάντηση: Το Σύμπαν είναι ανοικτό
15. Αστροφυσικοί μέτρησαν με ακρίβεια τις γωνίες A, B και Γ ενός τριγώνου που σχηματίζεται από τρεις αστέρες του Γαλαξία μας και βρήκαν: $A=81^\circ$, $B=52^\circ$ και $\Gamma=40^\circ$, αντίστοιχα. Η παράμετρος καμπυλότητας του Σύμπαντος είναι;
Απάντηση: Δεν προκύπτει από αυτά τα δεδομένα.
16. Αστροφυσικοί μέτρησαν με ακρίβεια τις γωνίες A, B και Γ ενός τριγώνου που σχηματίζεται από τρεις αστέρες του Γαλαξία μας και βρήκαν: $A=49^\circ$, $B=52^\circ$ και $\Gamma=97^\circ$, αντίστοιχα. Τί συμπεραίνουμε για τη γεωμετρία του Σύμπαντος;
Απάντηση: Τίποτε.
17. Ως γνωστόν, η θερμοκρασία της ακτινοβολίας υποβάθρου σήμερα είναι περίπου 3°K . Πόσος ήταν ο παράγοντας κλίμακας την εποχή που η θερμοκρασία της ακτινοβολίας αυτής ήταν περίπου 3000°K .
Απάντηση: 0.001
18. Ως γνωστόν, η θερμοκρασία της ακτινοβολίας υποβάθρου σήμερα είναι περίπου 3°K . Πόση εκτιμάτε ότι θα είναι η θερμοκρασία της ακτινοβολίας αυτής όταν το Σύμπαν μας θα έχει τριπλάσιο μέγεθος;
Απάντηση: 1°K
19. Υπό ποιές προϋποθέσεις η Νευτώνεια Θεωρία της Βαρύτητας είναι καλή προσέγγιση για τη μελέτη του Σύμπαντος;
Απάντηση: Όταν είναι υλοκρατούμενο και μελετάμε μία μικρή περιοχή του.
20. Αν το Σύμπαν μας, που πιστεύουμε σήμερα ότι είναι επίπεδο, ήταν και φωτοκρατούμενο κατά το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του, ποιά θα ήταν μια καλή εκτίμηση της ηλικίας του; Δίδεται η σταθερά του Hubble $H_0 = (14\text{Gyrs})^{-1}$.
Απάντηση: 7 Gyrs
21. Αν το Σύμπαν μας, που πιστεύουμε σήμερα ότι είναι επίπεδο, ήταν και υλοκρατούμενο κατά το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του, ποιά θα ήταν μια καλή εκτίμηση της ηλικίας του; Δίδεται η σταθερά του Hubble $H_0 = (14\text{Gyrs})^{-1}$.
Απάντηση: 9.3 Gyrs
22. Πότε, σύμφωνα με το “Καθιερωμένο Κοσμολογικό Πρότυπο” θα καταρρεύσει το Σύμπαν μας, με άλλα λόγια πότε θα υποστεί το Σύμπαν μας αυτό που ονομάζουμε “Big Crunch” (μεγάλη κατάρρευση);
Απάντηση: Ποτέ