

Σχολές Συστηματικής

Σκορπιός

Χειλόποδο

Διπλόποδο

Ορθόπτερο

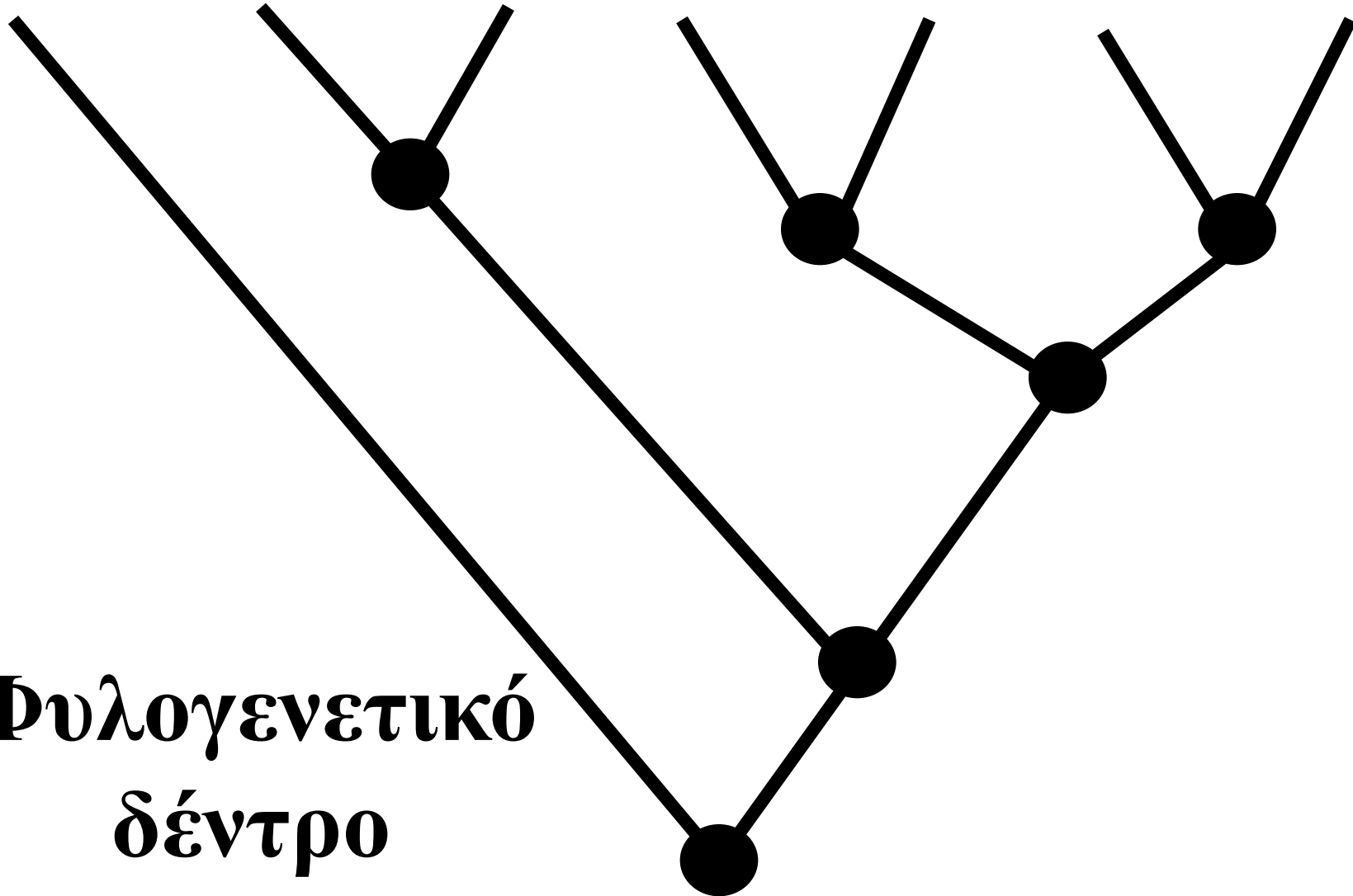
Ημίπτερο

Υμενόπτερο

Κολεόπτερο



Φυλογενετικό
δέντρο



Σκορπιός



Χειλόποδο



Διπλόποδο



Ορθόπτερο



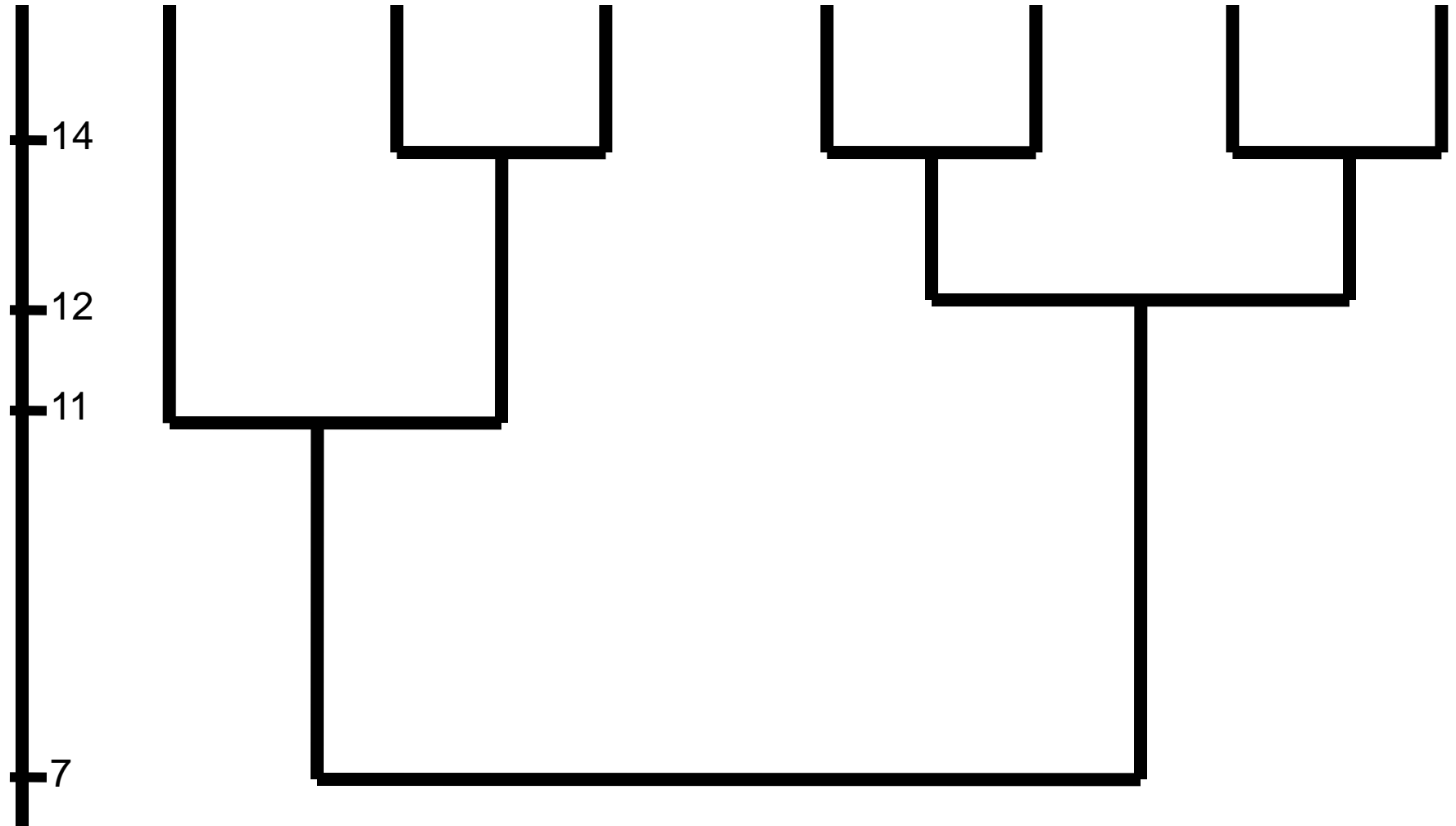
Ημίπτερο



Υμενόπτερο



Κολεόπτερο



Φαινόγραμμα

Σκορπιός

Χειλόποδο

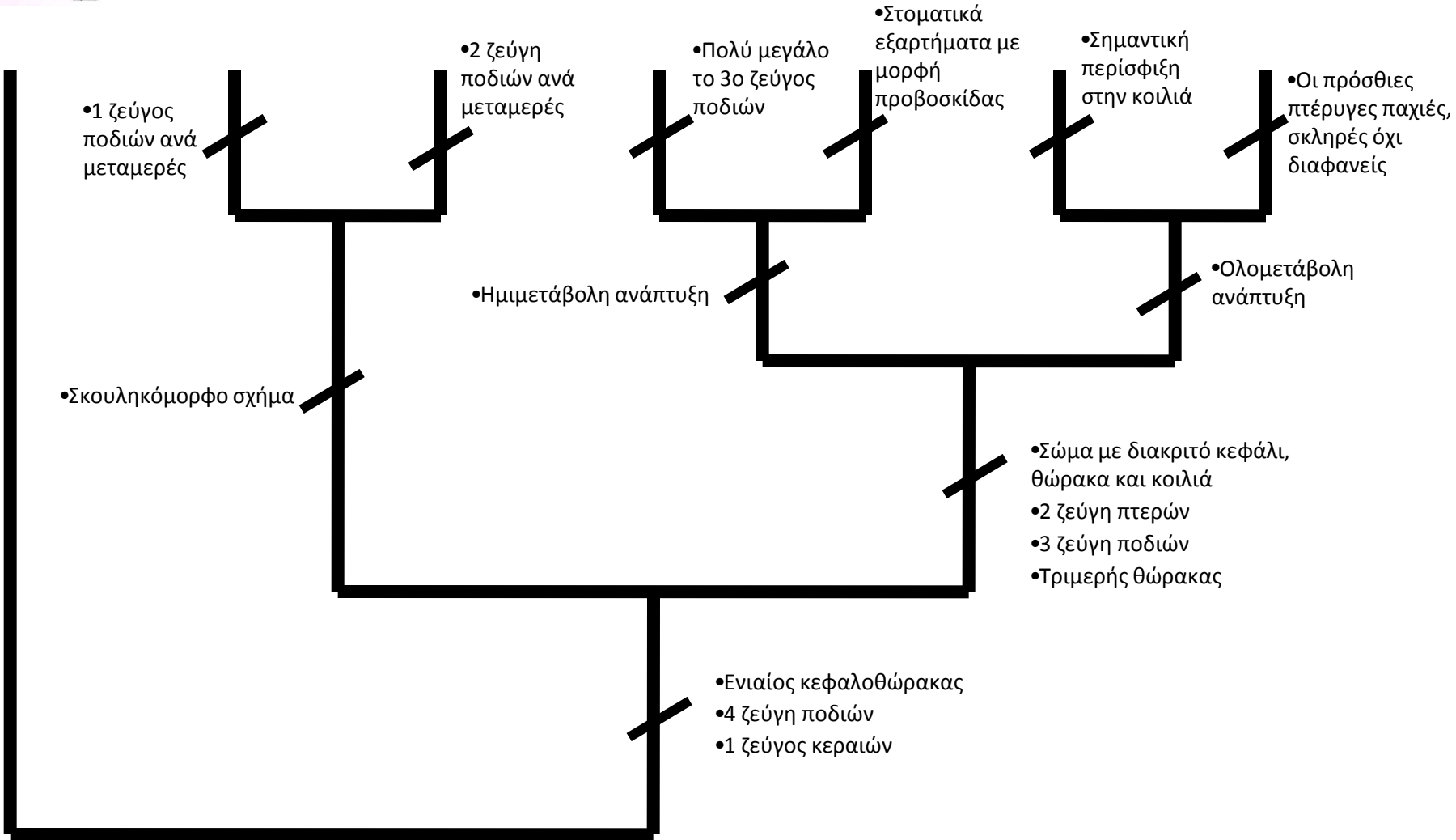
Διπλόποδο

Ορθόπτερο

Ημίπτερο

Υμενόπτερο

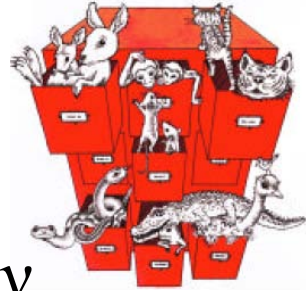
Κολεόπτερο



Κλαδόγραμμα

Συστηματική

Taxonomy



Συστηματική: η μελέτη των σχέσεων των οργανισμών.

Στοχεύει:

- α) να κατατάξει τους οργανισμούς σε ταξινομικές ομάδες και
- β) να προσδιορίσει τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των τάξεων, περιγράφοντας τα πρότυπα εξελικτικών αλλαγών.

Ταξινομία: η θεωρία και η πρακτική της κατάταξης των οργανισμών (η ανακάλυψη, η περιγραφή, ο προσδιορισμός, η ομαδοποίηση και η ονομασία ειδών)

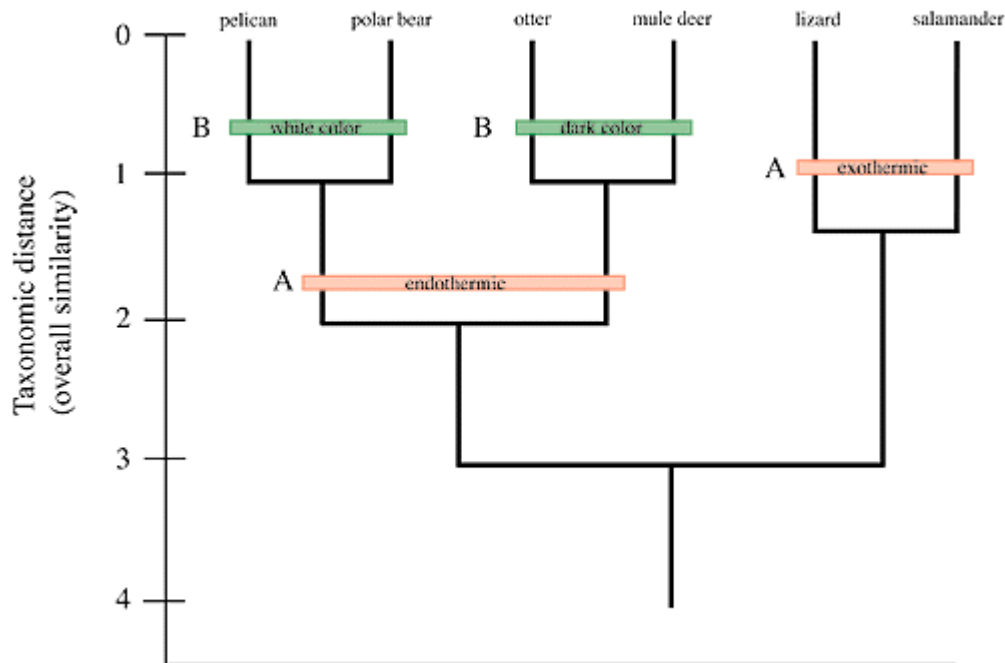
Φαινετική Συστηματική ή Αριθμητική Ταξινόμηση

Η μελέτη των σχέσεων μιας ομάδας οργανισμών με βάση τον βαθμό ομοιότητας (μοριακή, φαινοτυπική, ανατομική) τους.

Απεικόνιση της ομοιότητας γίνεται με τα **Φαινογράμματα**.

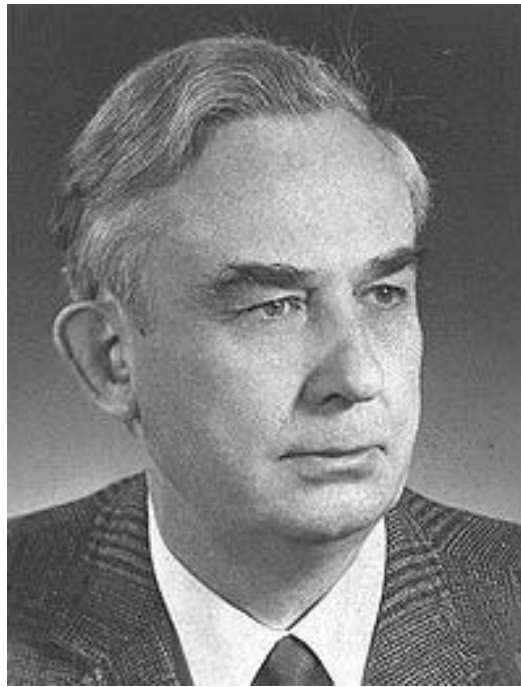
Φαινόγραμμα

Κάθε διάγραμμα που δείχνει τη σχέση μεταξύ των οργανισμών, εκφρασμένη σε βαθμό ομοιότητας και δεν προσφέρει καμία άλλη πληροφορία, καλείται **φαινόγραμμα**.



Φυλογενετική Συστηματική ή Κλαδιστική

- Η Κλαδιστική δίνει έμφαση στο κριτήριο της κοινής καταγωγής και βασίζεται στο κλαδόγραμμα της ομάδας που ταξινομείται.
 - Όλα τα τάξα πρέπει να είναι μονοφυλετικά.
 - Μία από τις πιο βασικές αρχές της κλαδιστικής υποστηρίζει ότι όσο πιο πρόσφατος είναι ο χωρισμός δύο συστηματικών ομάδων τόσο περισσότερα κοινά γνωρίσματα θα έχουν.
 - Οι σχέσεις των ειδών απεικονίζονται με το Κλαδόγραμμα.

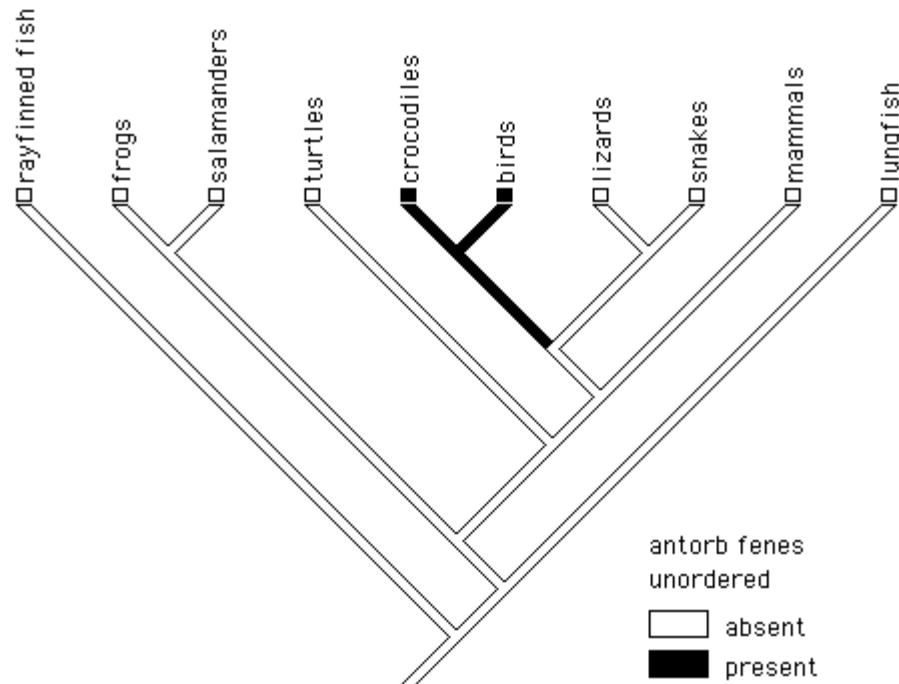


Willi Hennig (1972)

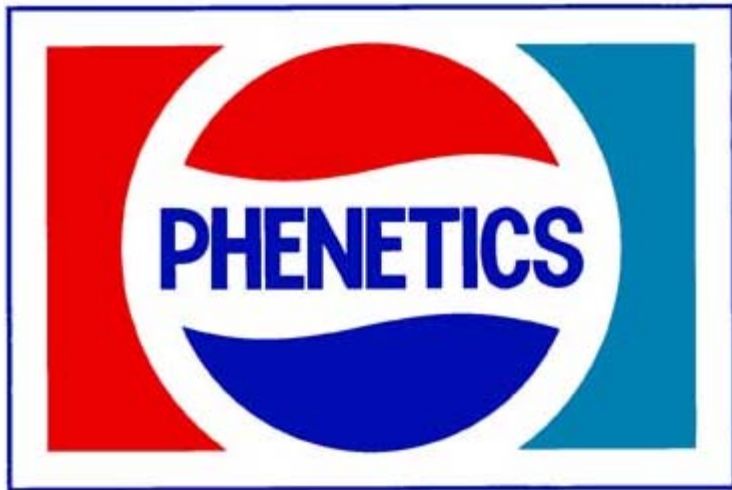
Emil Hans Willi Hennig (1913 –1976), Γερμανός Βιολόγος που θεωρείται ιδρυτής της φυλογενετικής ή κλαδιστικής συστηματικής.

Κλαδόγραμμα

Κάθε δεντρόγραμμα που βοηθά στην κατάταξη δύο ή περισσότερων συστηματικών ομάδων, σύμφωνα με το βαθμό διαφοράς ή τα σημεία διαχωρισμού τους μέσα στο χρόνο, καλείται **κλαδόγραμμα**.



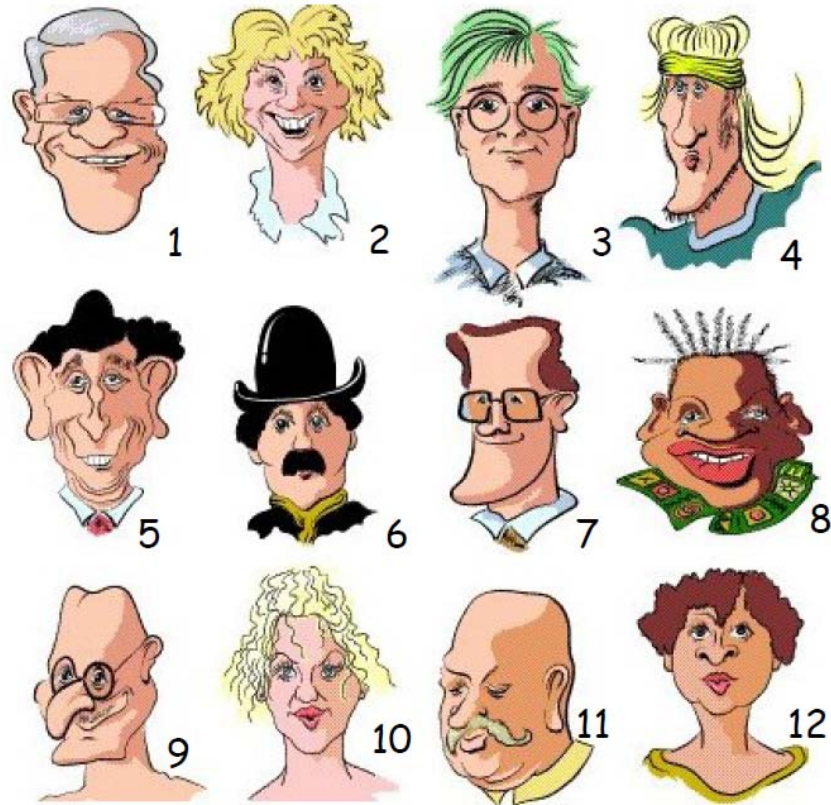
Φαινετική vs. Κλαδιστική



Η παραπάνω εικόνα φτιάχτηκε από τον David Maddison το 1981 όταν "... Η διαμάχη ανάμεσα στην Κλαδιστική και τη Φαινετική ήταν νωπή στα μυαλά των συστηματικών". Η εικόνα μπορεί να ανακτηθεί από την ιστοσελίδα του ([website](#)).

Παράδειγμα δημιουργίας φαινογράμματος

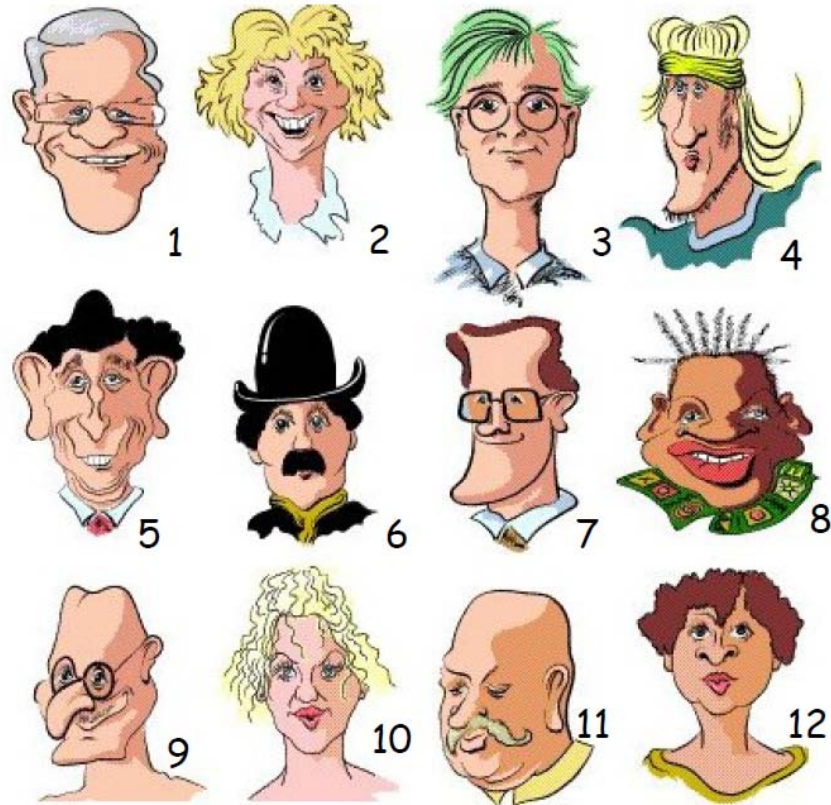
Φαινετική ανάλυση



Άτομα	Φύλλο	Μουστάκι	Χαμόγελο	Καπέλο	Γυαλιά
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Παράδειγμα δημιουργίας φαινογράμματος

Φαινετική ανάλυση

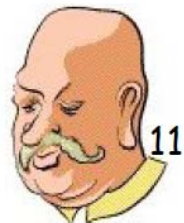


Άτομα	Φύλλο	Μουστάκι	Χαμόγελο	Καπέλο	Γυαλιά
1	A	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
2	Θ	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι
3	A	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
4	A	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
5	A	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι
6	A	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι
7	A	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
8	A	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι
9	A	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι
10	Θ	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
11	A	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
12	Θ	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι

Μήτρα δεδομένων

Παράδειγμα δημιουργίας φαινογράμματος

Φαινετική ανάλυση



Άτομα	Φύλλο	Μουστάκι	Χαμόγελο	Καπέλο	Γυαλιά
1	A	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
7	A	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
10	Θ	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
11	A	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
12	Θ	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι

Μήτρα δεδομένων

Παράδειγμα δημιουργίας φαινογράμματος

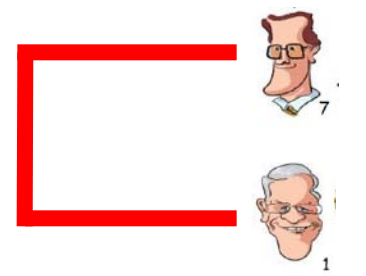
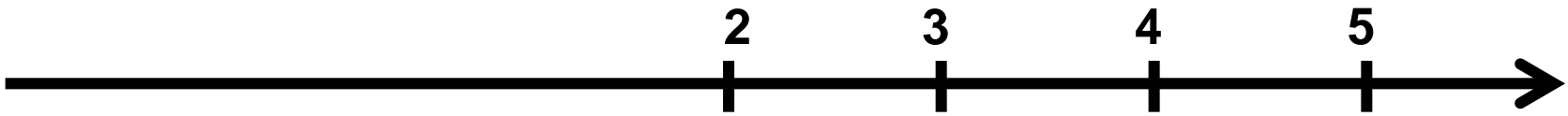
Φαινετική ανάλυση

Άτομα	1	7	10	11	12
1	--				
7	5	--			
10	2	2	--		
11	2	2	3	--	
12	2	2	5	3	--

Μήτρα Ομοιότητας

Μεταξύ ποιων τάξων παρατηρείται η μεγαλύτερη ομοιότητα;

Ομοιότητα = 5 μεταξύ 1 & 7 και 10 & 12



Παράδειγμα δημιουργίας φαινογράμματος

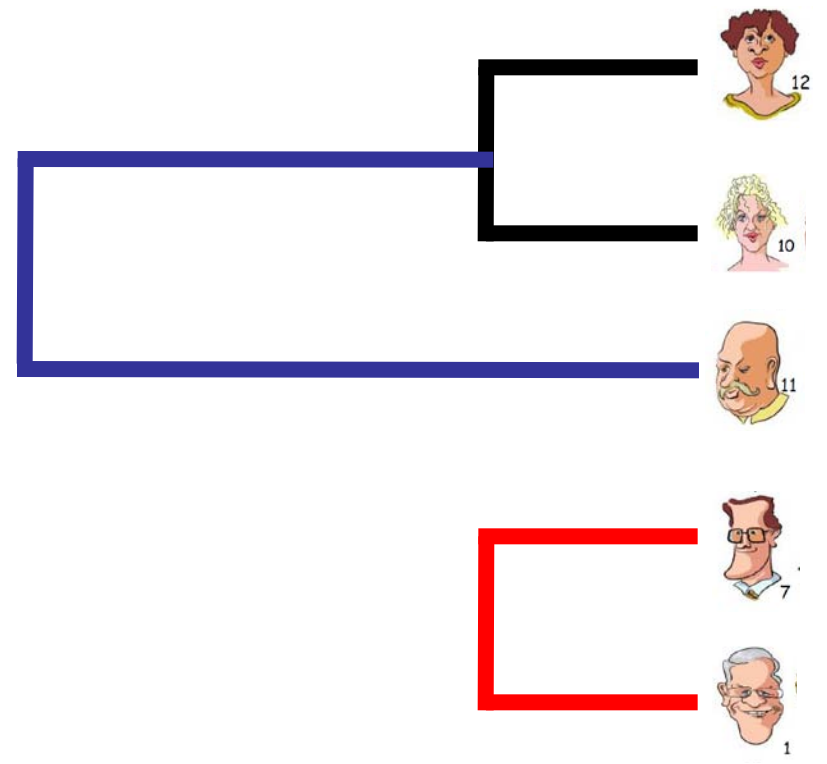
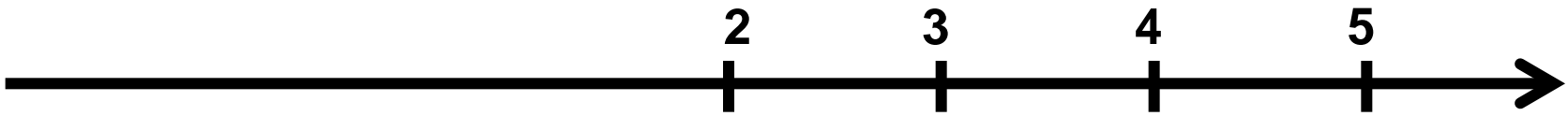
Φαινετική ανάλυση

Άτομα	1	7	10	11	12
1	--				
7	5	--			
10	2	2	--		
11	2	2	3	--	
12	2	2	5	3	--

Μήτρα Ομοιότητας

Μεταξύ ποιων τάξων παρατηρείται η αμέσως επόμενη μεγαλύτερη ομοιότητα;

Ομοιότητα = 3 μεταξύ 11 & 10 και 11 & 12



Παράδειγμα δημιουργίας φαινογράμματος

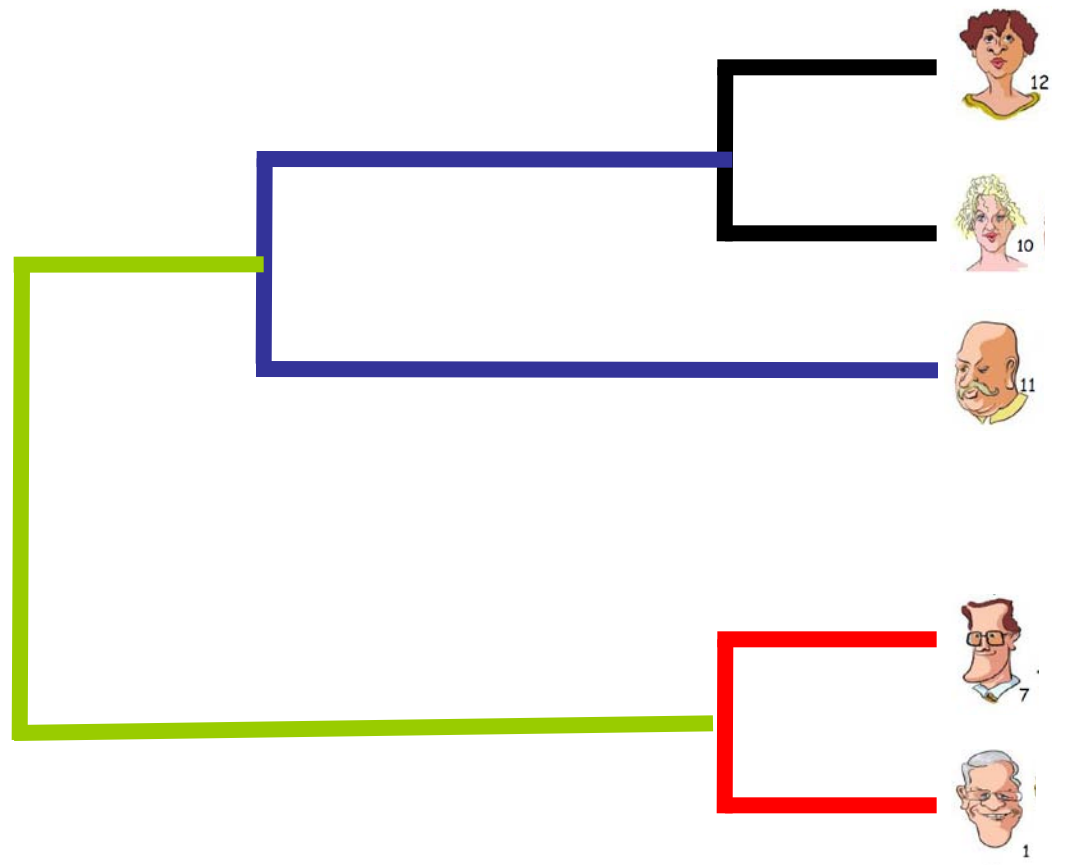
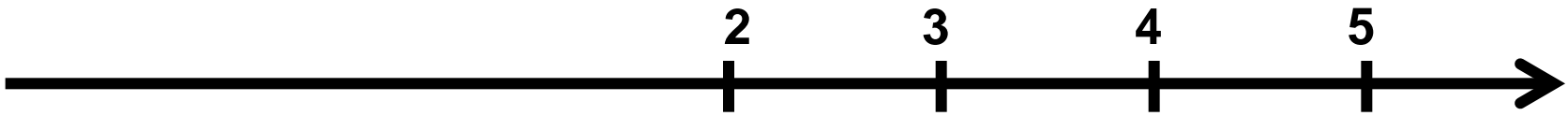
Φαινετική ανάλυση

Άτομα	1	7	10	11	12
1	--				
7	5	--			
10	2	2	--		
11	2	2	3	--	
12	2	2	5	3	--

Μήτρα Ομοιότητας

Μεταξύ ποιων τάξα παρατηρείται η αμέσως επόμενη μεγαλύτερη ομοιότητα;

Ομοιότητα = 2 μεταξύ του 1 με τα 10, 11 & 12 και του 7 με τα 10, 11 & 12



Πως γίνεται στην πράξη!

Μήτρα δεδομένων

```
#mega
!Title: ;
!Format DataType=Distance DataFormat=LowerLeft NTaxa=6;

[1] #1
[2] #3
[3] #7
[4] #10
[5] #11
[6] #12

[      1      3      7      10      11      12 ]
[1]
[3]  0.200
[7]  0.000  0.200
[10] 0.600  0.400  0.600
[11] 0.600  0.400  0.600  0.400
[12] 0.600  0.400  0.600  0.000  0.400
```

Πως γίνεται στην πράξη!

Παράδειγμα δημιουργίας κλαδογράμματος

Κλαδιστική ανάλυση

Βήματα στην κατασκευή κλαδογράμματος

- 1) Επιλογή της ομάδας που θα μελετηθεί (π.χ. Σπονδυλόζωα).
- 2) Για κάθε μέλος της ομάδας, καθορίζουμε (παρατηρούμε) μια σειρά χαρακτηριστικών (**χαρακτήρες**) και σημειώνουμε την κατάσταση κάθε χαρακτήρα (κατάσταση χαρακτήρα).

π.χ. για παράδειγμα για τον χαρακτήρα πτερύγια, οι πιθανές καταστάσεις είναι παρουσία και απουσία. Για τον αριθμό των δακτύλων στα πρόσθια άκρα, οι πιθανές καταστάσεις είναι 1, 2, 3, 4 ή 5 .

Παράδειγμα δημιουργίας κλαδογράμματος

Κλαδιστική ανάλυση

3) Για κάθε χαρακτήρα, καθορίζουμε ποια κατάσταση χαρακτήρα είναι προγονική (αρχέγονη ή πλησιομορφική) και ποια είναι παράγωγη (απομορφική).

Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται μέσω της σύγκρισης με ένα πιο απομακρυσμένο εξελικτικά οργανισμό, που τον ονομάζουμε **παραομάδα** ή **εξωομάδα**.

*Θεωρητικά καταστάσεις χαρακτήρα που υπάρχουν στον πιο απομακρυσμένο οργανισμό (εξωομάδα) και στα μέλη της υπό μελέτη ομάδας είναι πιθανό να είναι **αρχέγονες** (ή **πλησιομορφικές**). Παρομοίως, χαρακτήρες που διαφέρουν ανάμεσα στην εξωομάδα και στα μέλη της υπό μελέτη ομάδας θεωρούμε ότι έχουν αναπτυχθεί αφού η υπό μελέτη ομάδα απέκλινε από τον κοινό πρόγονο που έδωσε γένεση και στην εξωομάδα, και έτσι θεωρούνται **παράγωγοι** ή **απομορφικοί**.*

Παράδειγμα δημιουργίας κλαδογράμματος

Κλαδιστική ανάλυση

4) Ομαδοποιούμε τα τάξα βάσει των κοινών παράγωγων χαρακτήρων (συναπομορφίες).

Όταν υπάρχει αμφιβολία, επιλέγουμε το πιο φειδωλό δέντρο. Αν και παρόμοιες δομές μπορεί να εμφανιστούν ανεξάρτητα σε διακριτές γενεαλογικές γραμμές λόγω παρόμοιας επιλεκτικής πίεσης (συγκλίνουσα εξέλιξη), αυτό θεωρείται σπάνιο γεγονός. Οι περισσότερες βασικές δομές (μάτια, κέρατα, ουρά, γούνα κ.α.) θεωρείται ότι έχουν εξελιχθεί (εμφανισθεί ή χαθεί) μόνο μία φορά. Συνεπώς, όταν υπάρχει αμφιβολία, επιλέγουμε το μονοπάτι, που ελαχιστοποιεί τον αριθμό των φορών που ένα χαρακτηριστικό εξελίχθηκε (εμφανίστηκε ή χάθηκε) ανεξάρτητα.

Παράδειγμα μήτρας δεδομένων στα Σπονδυλόζωα

Χαρακτήρας	Ψάρι (Εξωομάδα)	Βάτραχος	Χελώνα	Καγκουρό	Χιμπατζής	Άνθρωπος
Νωτοχορδή	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Τετραποδία	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Η φύση του αβγού	Χρειάζεται νερό	Χρειάζεται νερό	Δεν χρειάζεται νερό Σκληρό κέλυφος, προστασία από ξηρασία	Δεν χρειάζεται νερό Ανάπτυξη εντός της μητέρας	Δεν χρειάζεται νερό Ανάπτυξη εντός της μητέρας	Δεν χρειάζεται νερό Ανάπτυξη εντός της μητέρας
Ανάπτυξη	Αβγό	Αβγό	Αβγό	Μάρσιπο	Πλακούντα	Πλακούντα
Τρίχες	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
Παρουσία σάκου	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι
Δίποδη στάση	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι

Στο παράδειγμα αυτό, ο βάτραχος μοιράζεται όλα τα χαρακτηριστικά με την εξωομάδα (ψάρι), με εξαίρεση την τετραποδία. Το τελευταίο είναι μια συναπομορφία που εμφανίζεται μέσα στα χερσαία Σπονδυλόζωα. Ο βάτραχος πιθανά να απέκλινε πρώτος από την κύρια ομάδα των χερσαίων Σπονδυλοζώων στα πρώτα στάδια της εξέλιξης αυτών.

Παράδειγμα 2

Δημιουργία κλαδογράμματος

Χαρακτήρας	Εξωομάδα	Αραχνίδιο	Μερόστομα	Πυκνογονίδιο
Αριθμός ζευγών ποδιών	3	4	4	4
Κεφαλοθώρακας ως θυροειδής ασπίδα	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Χηληκεραίες	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
1 ^{ος} και 2 ^{ος} κοιλιακός σωματίτης είναι γεννητικός	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Τέλσον	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
Κοιλιακά προσαρτήματα	Παρουσία	Απουσία	Παρουσία	Παρουσία
Τραχεία	Απουσία	Παρουσία	Απουσία	Απουσία

Χαρακτηρισμός χαρακτήρων

1= 3: αρχέγονος – 4: παράγωγος

2= Όχι: αρχέγονος – Ναι: παράγωγος

3= Όχι: αρχέγονος – Ναι: παράγωγος

4= Όχι: αρχέγονος – Ναι: παράγωγος

5= Παρουσία: αρχέγονος – Απουσία: παράγωγος

6= Απουσία: αρχέγονος – Παρουσία: παράγωγος



Μήτρα κοινών παράγωγων χαρακτήρων

	Αραχνίδιο	Μερόστομα	Πυκνογονίδιο	Εξωομάδα
Αραχνίδιο	---			
Μερόστομα	4	----		
Πυκνογονίδιο	2	2	----	
Εξωομάδα	0	0	0	----

Εξωομάδα

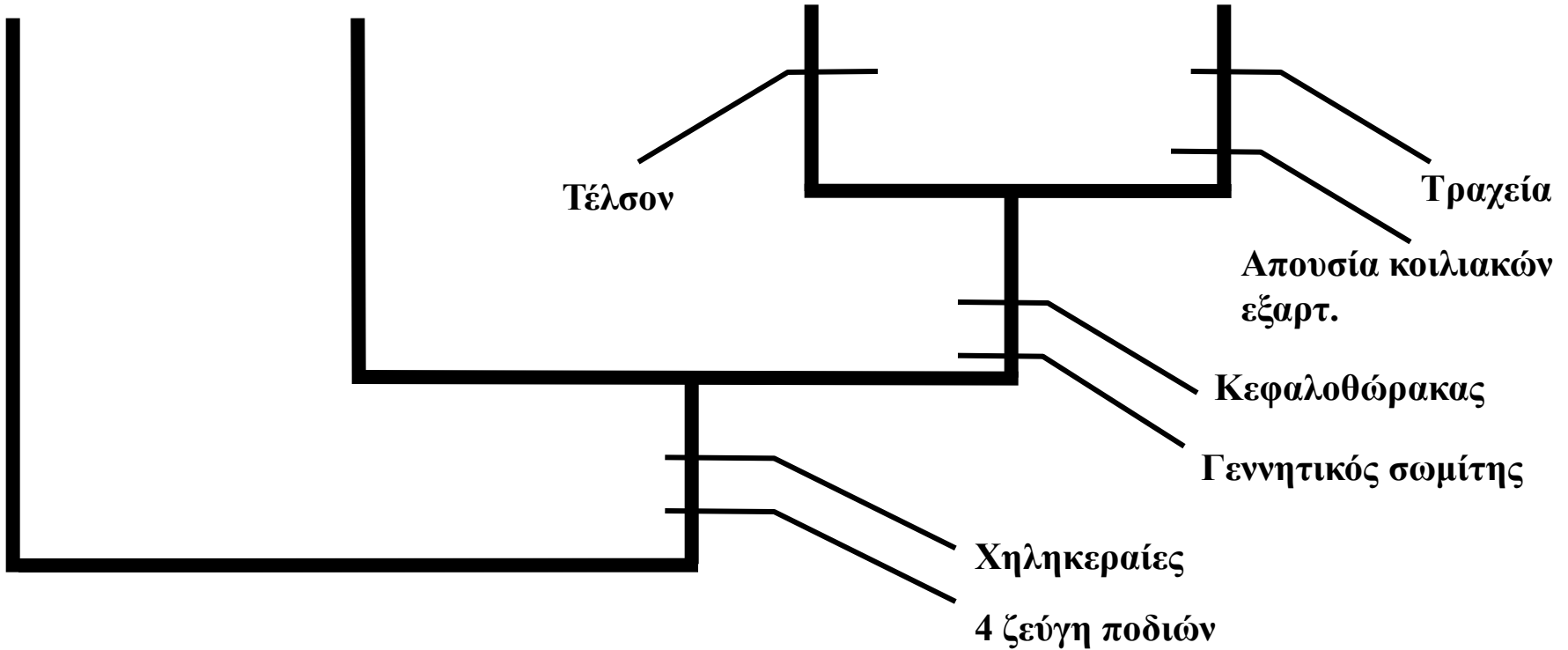
Πυκνογονίδιο



Μερόστομο



Αραχνίδιο



Παράδειγμα 3

Το ίδιο σύνολο δεδομένων βάσει Φαινετικής

Χαρακτήρας	Εξωομάδα	Αραχνίδιο	Μερόστομα	Πυκνογονίδιο
Αριθμός ζευγών ποδιών	3	4	4	4
Κεφαλοθώρακας ως θυροειδής ασπίδα	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Χηληκεραίες	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
1 ^{ος} και 2 ^{ος} κοιλιακός σωμίτης είναι γεννητικός	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Τέλσον	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
Κοιλιακά προσαρτήματα	Παρουσία	Απουσία	Παρουσία	Παρουσία
Τραχεία	Απουσία	Παρουσία	Απουσία	Απουσία



Μήτρα κοινών χαρακτήρων = συνολική ομοιότητα

	Αραχνίδιο	Μερόστομα	Πυκνογονίδιο	Εξωομάδα
Αραχνίδιο	---			
Μερόστομα	4	----		
Πυκνογονίδιο	3	4	----	
Εξωομάδα	1	2	5	----

Μερόστομα



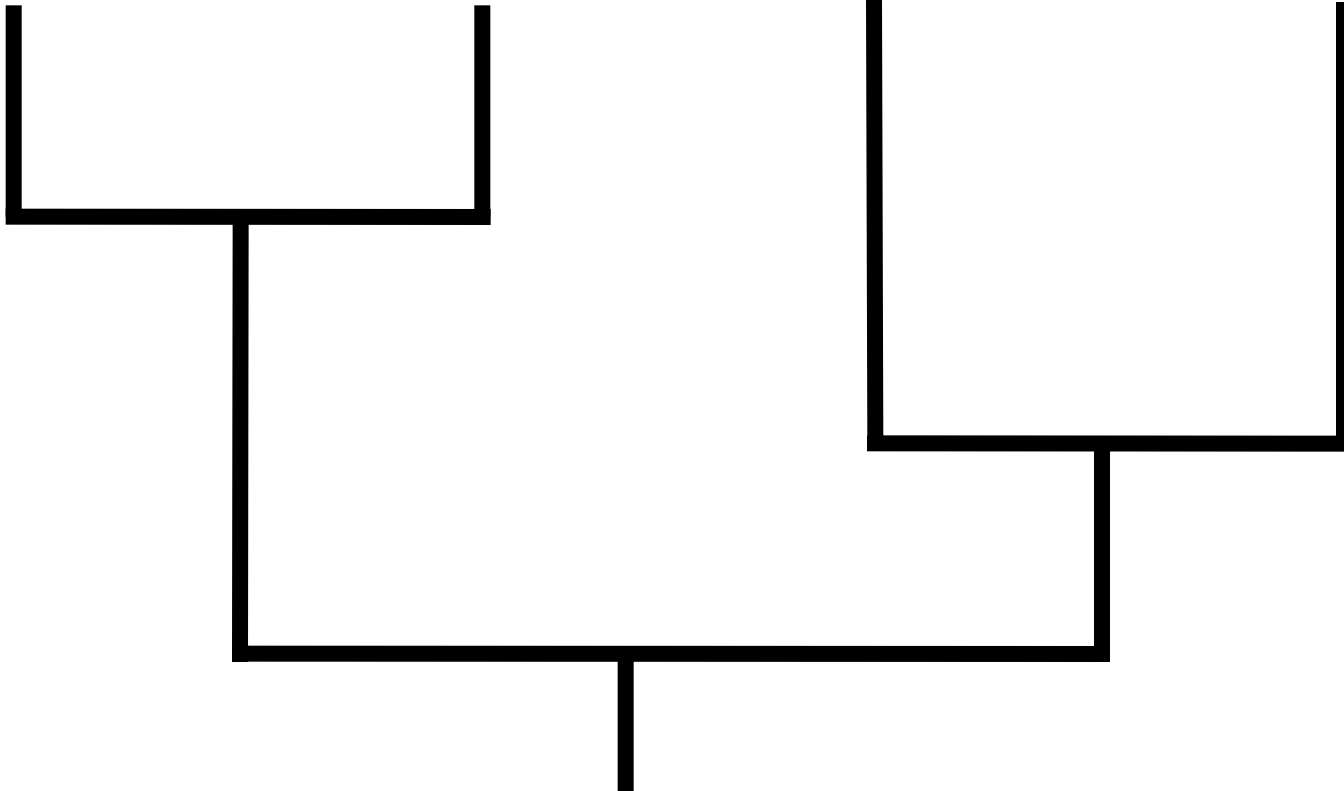
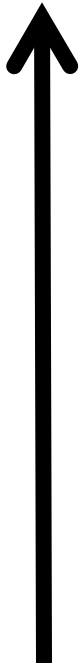
Πυκνογονίδιο



Αραχνίδιο



Εξωμάδα



Παράδειγμα 4

Δημιουργία κλαδογράμματος

Χαρακτήρας	Μονοσκελή (Εξωομάδα)	Ρεμίποδα	Κεφαλοκαρίδες	Βραγχιόποδα	Γναθόποδα	Μαλακόστρακα
Δύο ζεύγη κάτω γνάθων	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Τριμερής εγκέφαλος	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Προνύμφη ναύπλιος	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Γναθικό πόδι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Ελάττωση αριθ. σωματιών	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Θυρεός	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
Κοιλιά με < 8 σωμίτες	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι
Κοιλιά με 11 σωμίτες	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
Θώρακας με 8 σωμίτες	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Θώρακας με <6 σωμίτες	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι

Χαρακτηρισμός χαρακτήρων

Π.χ. Οι χαρακτήρες 1 και 2 δεν λαμβάνονται υπόψη (είναι παντού η ίδια κατάσταση χαρακτήρα)

3= Όχι: αρχέγονος – Ναι: παράγωγος

4= Όχι: αρχέγονος – Ναι: παράγωγος

5= Όχι: αρχέγονος – Ναι: παράγωγος

Μήτρα κοινών παράγωγων χαρακτήρων

	Ρεμίποδα	Κεφαλοκαρίδες	Βραγχιόποδα	Γναθόποδα	Μαλακόστρακα
Ρεμίποδα	---				
Κεφαλοκαρίδες	1	----			
Βραγχιόποδα	1	2	----		
Γναθόποδα	1	2	3	----	
Μαλακόστρακα	1	2	3	4	----
Εξωομάδα	0	0	0	0	0

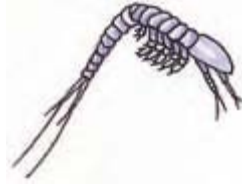
Μονοσκελή



Ρεμίποδα



Κεφαλοκαρίδες



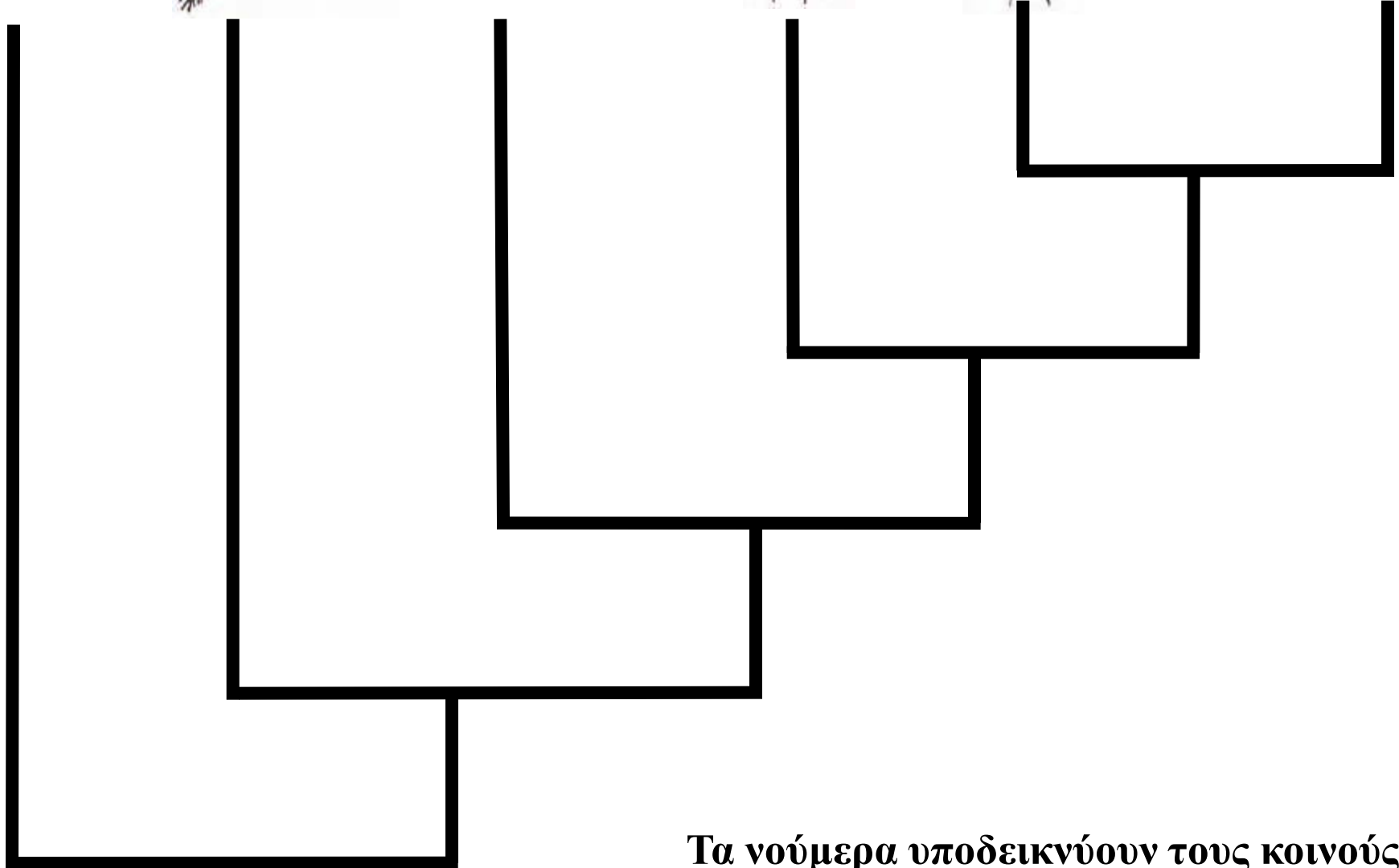
Βραγχιόποδα



Γναθόποδα



Μαλακόστρακα

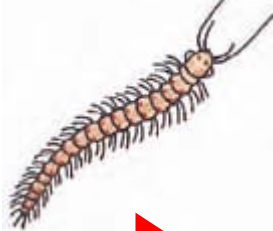


Τα νούμερα υποδεικνύουν τους κοινούς παράγωγους χαρακτήρες

Μονοσκελή



Ρεμίποδα



Κεφαλοκαρίδες



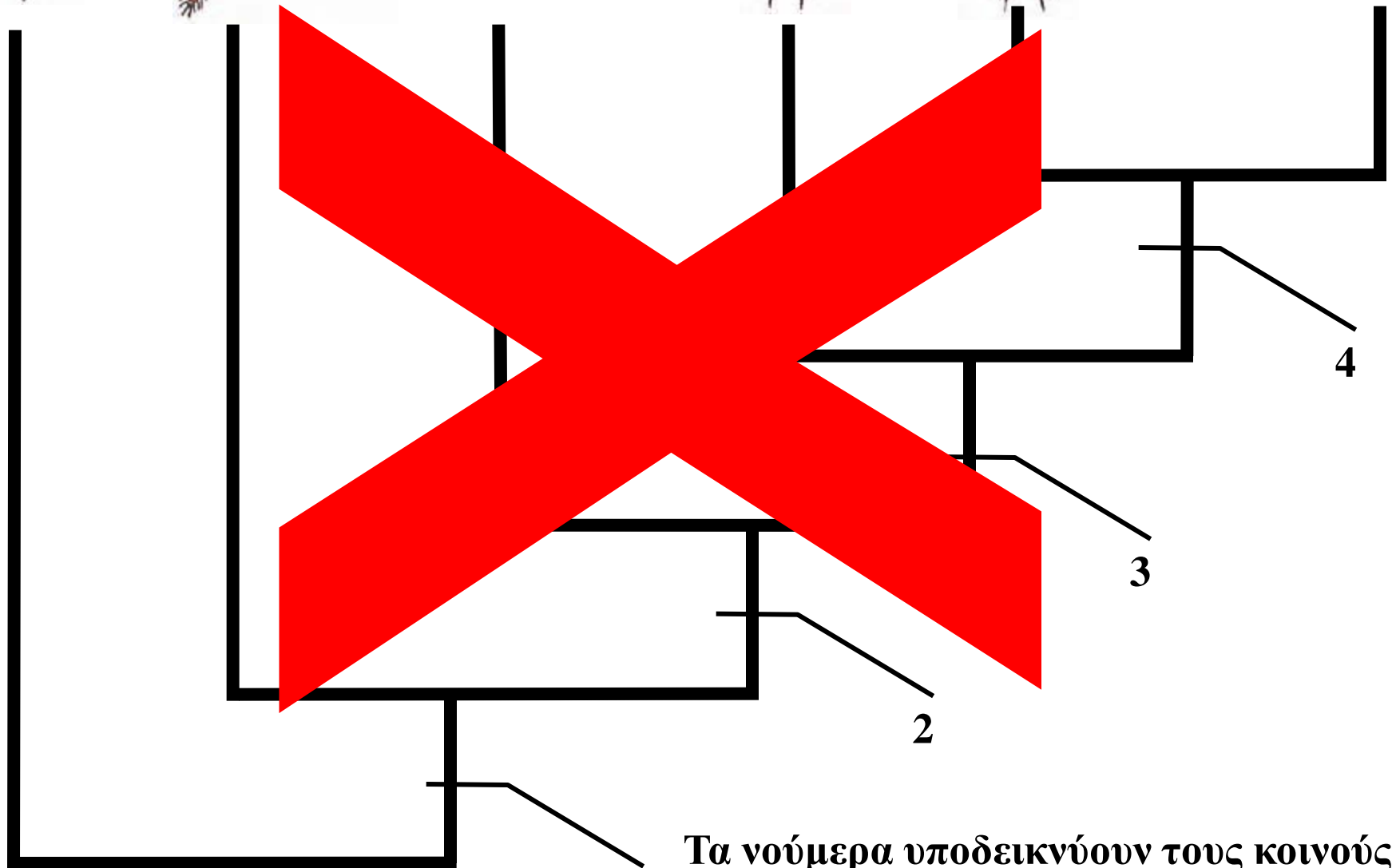
Βραγχιόποδα



Γναθόποδα



Μαλακόστρακα



1

2

3

4

Τα νούμερα υποδεικνύουν τους κοινούς παράγωγους χαρακτήρες

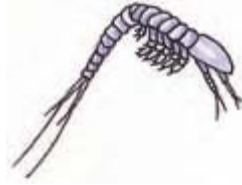
Μονοσκελή



Ρεμίποδα



Κεφαλοκαρίδες



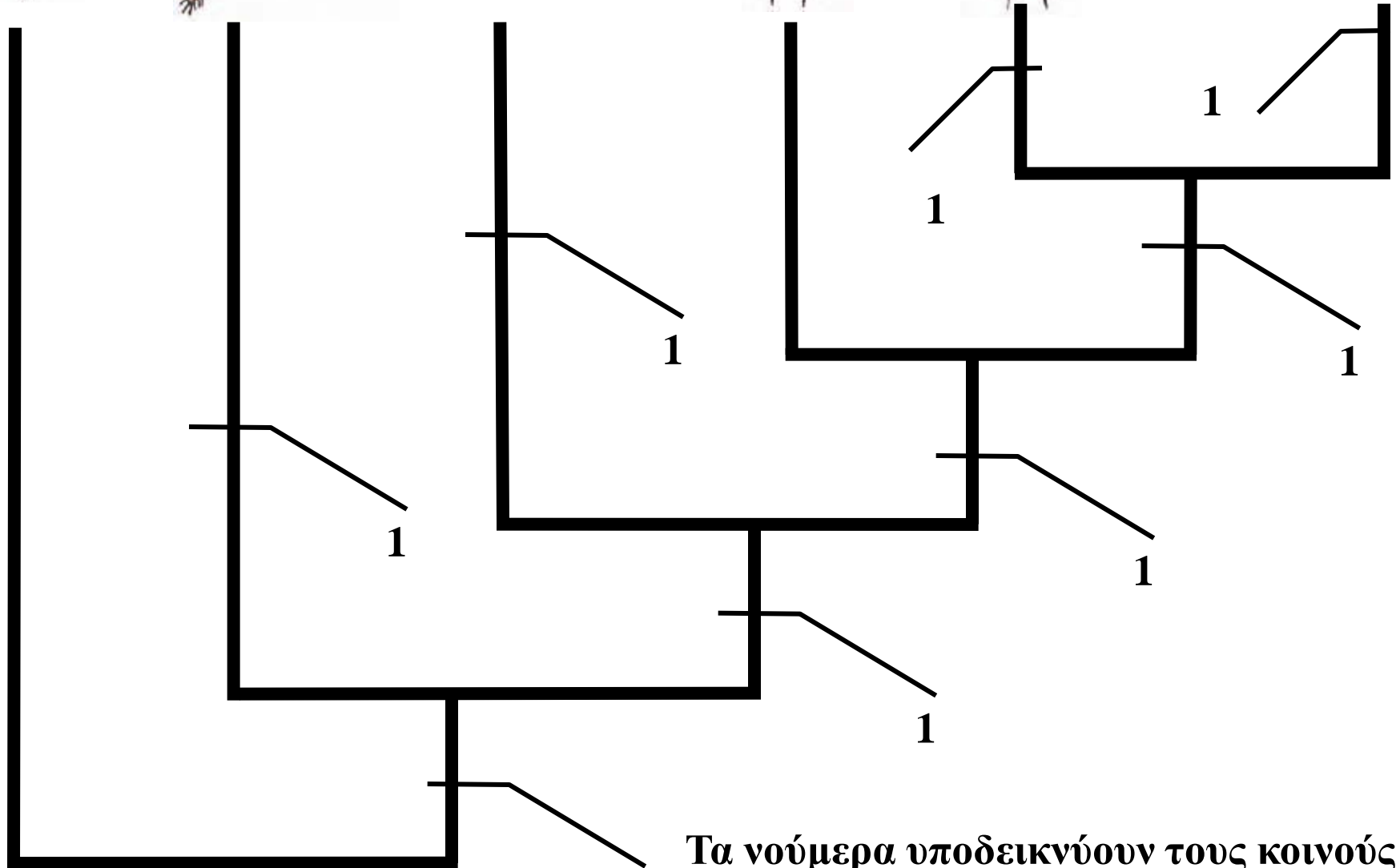
Βραγχιόποδα



Γναθόποδα



Μαλακόστρακα



1

Τα νούμερα υποδεικνύουν τους κοινούς παράγωγους χαρακτήρες

Φυλογενετικό δέντρο

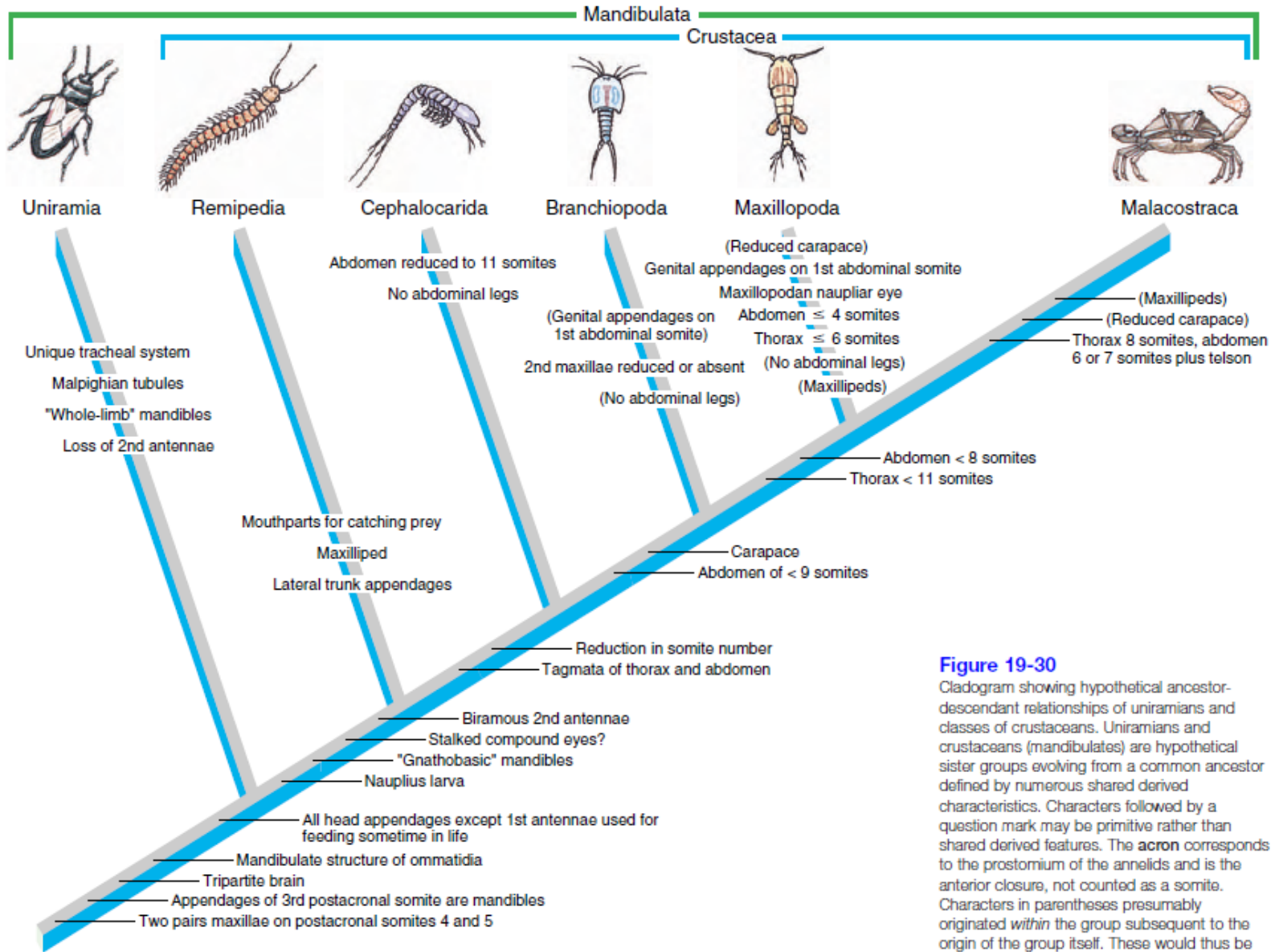


Figure 19-30

Cladogram showing hypothetical ancestor-descendant relationships of uniramians and classes of crustaceans. Uniramians and crustaceans (mandibulates) are hypothetical sister groups evolving from a common ancestor defined by numerous shared derived characteristics. Characters followed by a question mark may be primitive rather than shared derived features. The **acron** corresponds to the prostomium of the annelids and is the anterior closure, not counted as a somite. Characters in parentheses presumably originated *within* the group subsequent to the origin of the group itself. These would thus be examples of parallel or convergent features that arose in more than one class.

Μήτρα κοινών χαρακτήρων Φαινετική προσέγγιση

	Ρεμίποδα	Κεφαλοκαρίδες	Βραγχιόποδα	Γναθόποδα	Μαλακόστρακα
Ρεμίποδα	---				
Κεφαλοκαρίδες	7	----			
Βραγχιόποδα	7	9	----		
Γναθόποδα	5	7	9	----	
Μαλακόστρακα	5	7	9	9	----
Εξωομάδα	8	8	8	6	6

Παράδειγμα 5

Δημιουργία κλαδογράμματος

Χαρακτήρας	Υδρόζωο που μοιάζουν με Τραχυλίνα (Εξωομάδα)	Άλλα Υδρόζωα	Σκυφόζωα	Κυβόζωα	Ανθόζωα
Ακτινωτή συμμετρία	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Σώμα μορφής πολύποδα	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Γονάδες με γαστροδερμίδα	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
Ροπάλιο	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
Στροβίλωση	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι
Υποτυπώδες κράσπεδο	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
Σιφωνογλυφή	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Γαστραγγιακή κοιλότητα με διαφράγματα	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
Εξαφάνιση μέδουσας	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι

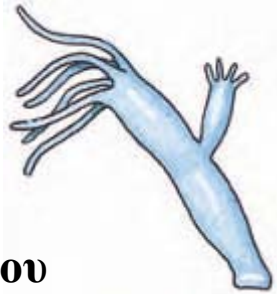
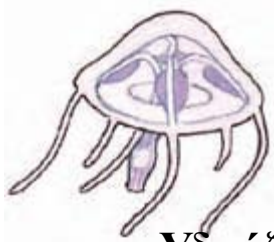
Χαρακτηρισμός χαρακτήρων

Π.χ. Ο χαρακτήρες 1 δεν λαμβάνεται υπόψη (είναι παντού η ίδια κατάσταση χαρακτήρα) σε όλους τους άλλους = Όχι: αρχέγονος – Ναι: παράγωγος

Μήτρα κοινών παραγώγων χαρακτήρων

	Άλλα Υδροζωα	Σκυφόζωα	Κυβόζωα	Ανθόζωα	Εξωομάδα
Άλλα Υδροζωα	---				
Σκυφόζωα	1	----			
Κυβόζωα	1	4	----		
Ανθόζωα	1	3	3	----	
Εξωομάδα	0	0	0	0	----

Άλλα Υδρόζωα

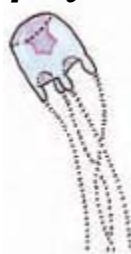


Υδρόζωο που μοιάζουν με Τραχυλίνα

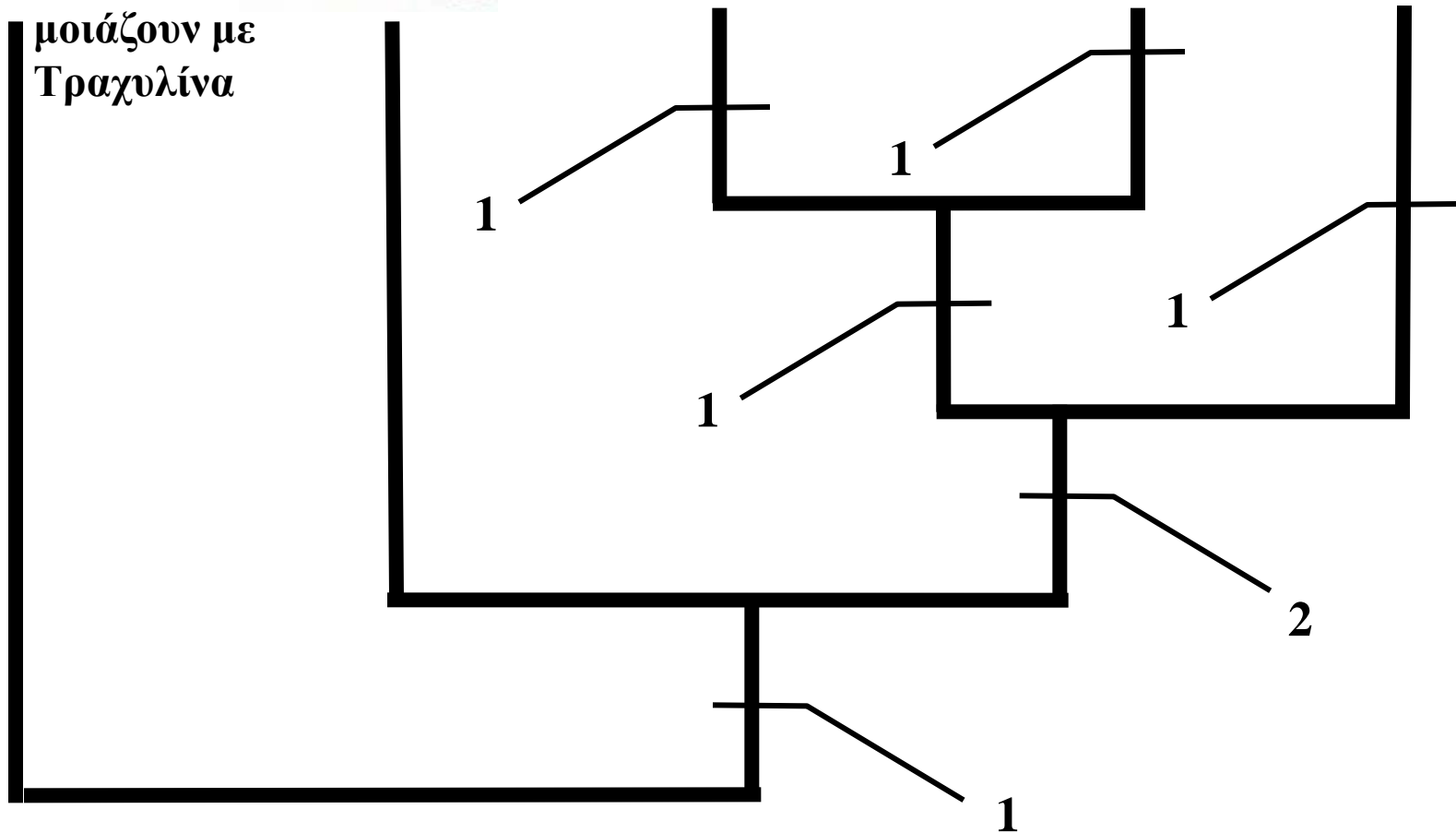
Σκυφόζωα



Κυβόζωα



Ανθόζωα



Τα νούμερα υποδεικνύουν τους κοινούς παράγωγους χαρακτήρες

Φυλογενετικό δέντρο

