

Β
ι
ο
λ
ο
γ
ι
κ
ά
ε
ί
δ
η



Στάυρος Ιωαννίδης
ΙΦΕ/ΕΚΠΑ ΠΜΣ ΙΦΕΤ

The Nature of Species

-two problems regarding biological classification:

-> how to **divide** organisms into **species** - 'the species problem'

-> how to **classify** species into **higher-level categories** - 'the problem of systematics'

-different problems are raised by these two issues

-general philosophical issues:

a) why classify at all? (Locke on general terms)

b) why have a *hierarchical* classification?

c) are our classifications 'real' or 'conventional'? -do they 'carve nature at its joints'?

d) is *essentialism* about biological taxa correct?

e) is there one true way to classify, or not

The Linnaean Hierarchy

-biologists use the **Linnaean** system to classify organisms

-> organisms are grouped in **species**; species in **genera**; genera in **families**; families in **orders**; orders in **classes**; classes in **phyla**; phyla in **kingdoms**

rank

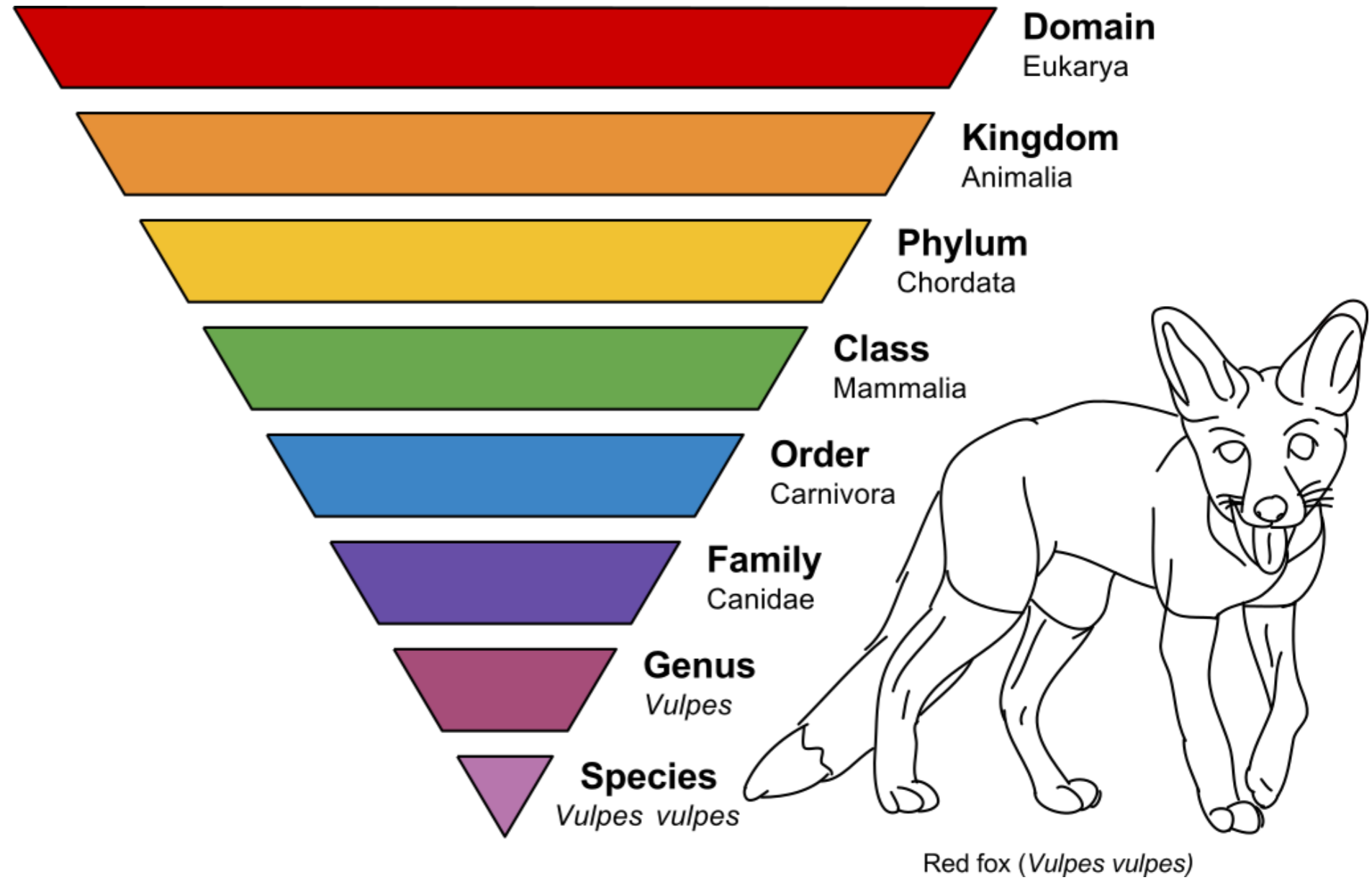
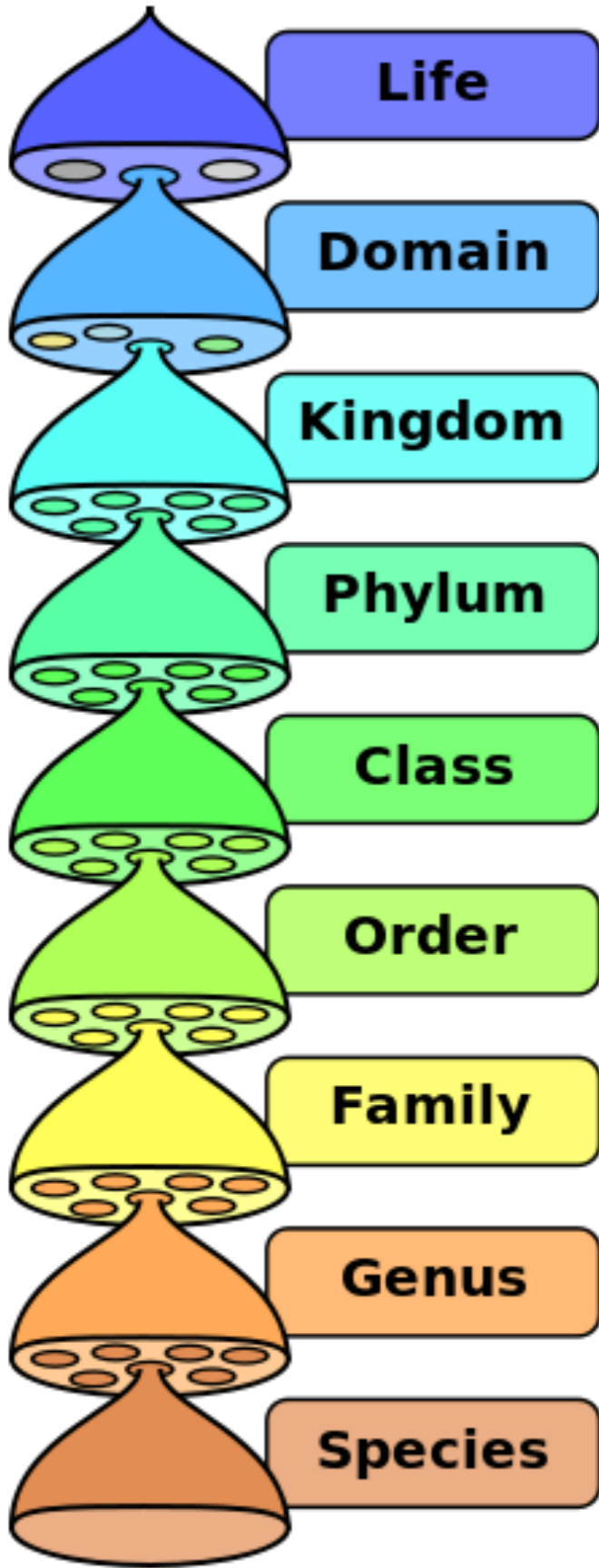
-e.g. grey wolf species *Canis Lupus*

-**genus**: Canis; **family**: Canidae; **order**: Carnivora; **class**: Mammalia;
phylum: Chordata; **kingdom**: Animalia

-species names indicate the genus to which the species belongs

-> hierarchical nature of classification

-> many biologists feel that species are 'real' in way that higher taxa are not



The Species Problem

-why a problem?

answer (i): because of evolution, sharp discontinuities **may not exist**

Maynard-Smith:

‘any attempt to divide all living things, **past and present**, into sharply defined groups, between which no intermediaries exist, is foredoomed to failure’

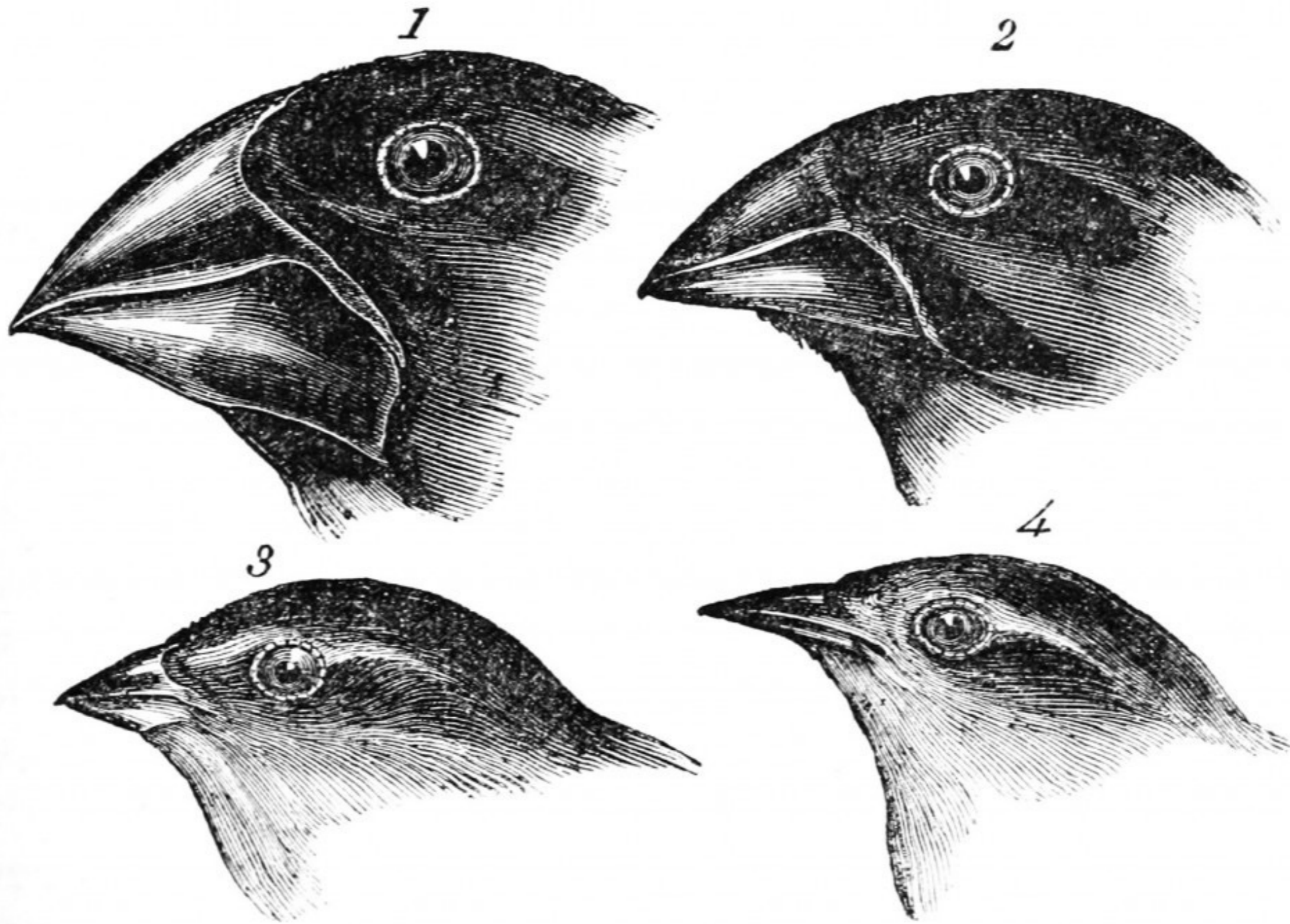
-taxonomists are ‘faced by a contradiction between the practical necessity and the theoretical impossibility of their task’

-> division of **contemporary** organisms into species is less problematic



Mockingbird (Nesomimus)

Μίμος



1. *Geospiza magnirostris*.
3. *Geospiza parvula*.

2. *Geospiza fortis*.
4. *Certhidea olivacea*.

Σπίνοι των Γκαλαπάγκος - από το βιβλίο του Δαρβίνου *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the Command of Capt. Fitz Roy, R.N.* (1845).

Δαρβίνος (*Καταγωγή*, κεφ. 2):

I look at the term species as one **arbitrarily given**, for the sake of **convenience**, to a set of individuals closely **resembling** each other, and that it **does not essentially differ from the term variety**, which is given to **less distinct** and **more fluctuating** forms.

The Species Problem

answer (ii): because the species concept is meant to satisfy multiple desiderata

e.g. we want con-specific organisms to:

i) look similar

ii) interbreed only with each other

iii) be genetically similar

iv) constitute a 'real' evolutionary unit

v) occupy a single ecological niche

unclear whether a single concept can do all this work

-> **pluralism** about species concepts

2 ζητήματα:

-> ποια είναι τα **κριτήρια ομαδοποίησης**;
δλδ, πότε 2 οργανισμοί ανήκουν στο ίδιο είδος;

-> ποιο είναι το **οντολογικό status** του είδους;

Έννοιες είδους (species concepts)

-**τυπολογική** άποψη είδους

-> τύποι οργανισμών, με χαρακτηριστικές ιδιότητες

-> **ουσιοκρατική** θεώρηση (**essentialism** - ουσιοκρατία)

[essential property = ουσιωδης ιδιοτητα / essence = ουσια]

-> δύσκολο να συμφιλιωθεί με **δαρβινική εξέλιξη**

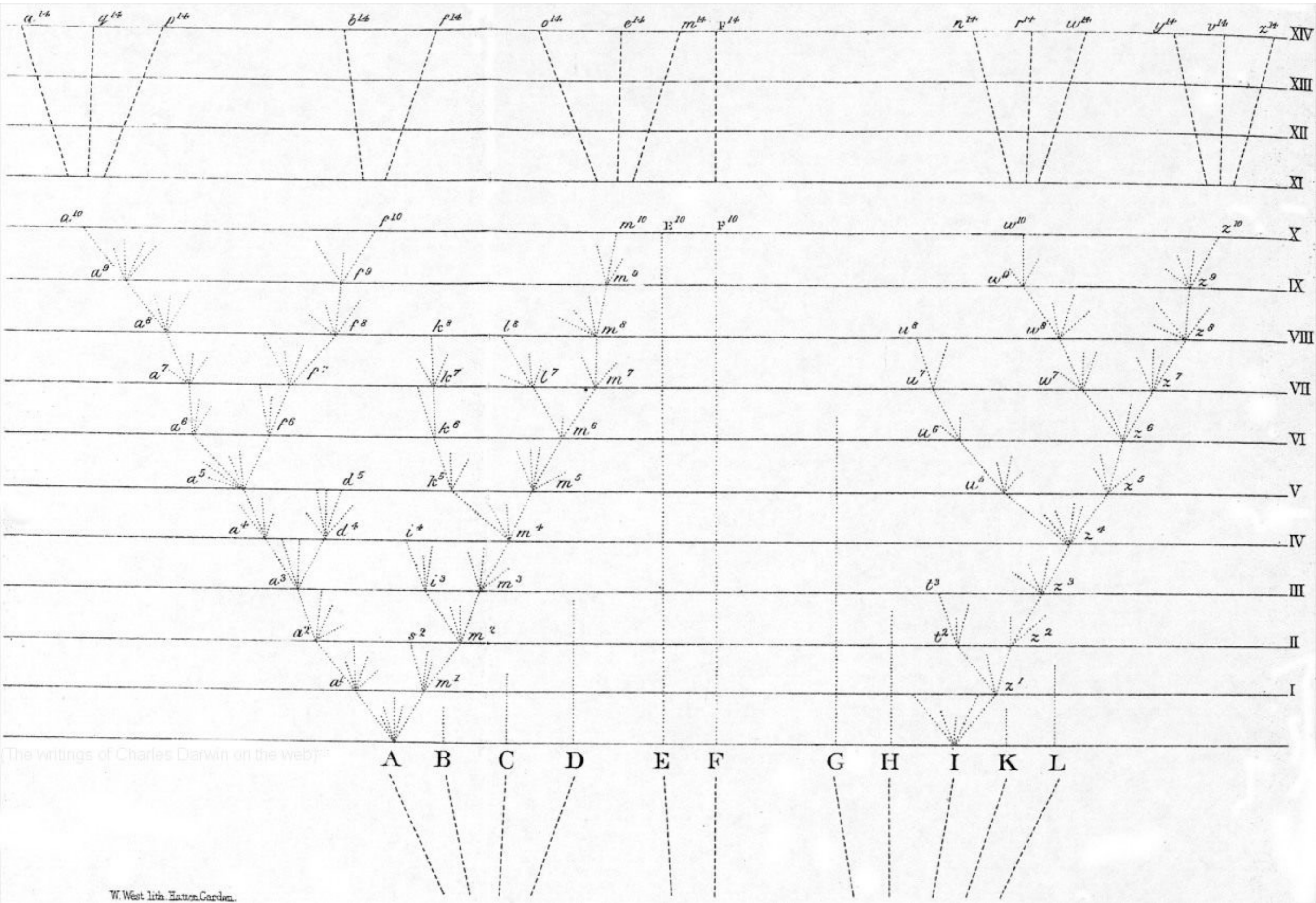
-> τα είδη ως 'πράγματα' με αρχή και τέλος (αλλά με ασαφή όρια), που προέρχονται από άλλα είδη

-> **ποικιλομορφία** μέσα σε ένα είδος, όχι απόκλιση από τύπο, αλλά η 'κανονική' κατάσταση

(Ernst Mayr: **typological vs population thinking**)

-> πληθυσμιακή σκέψη

—> ποικιλομορφία + ασαφή όρια



W. West lith. Hatten Garden.

Το δέντρο της ζωής, η μοναδική εικόνα της Καταγωγής

Έννοιες είδους (species concepts)

-φαινετική άποψη είδους

-> συνολική ομοιότητα το σημαντικό

-> έχει εργαλειοκρατικό χαρακτήρα

-> ταξινόμηση ελεύθερη από θεωρία για 'πραγματικές' ομαδοποιήσεις

προβλήματα:

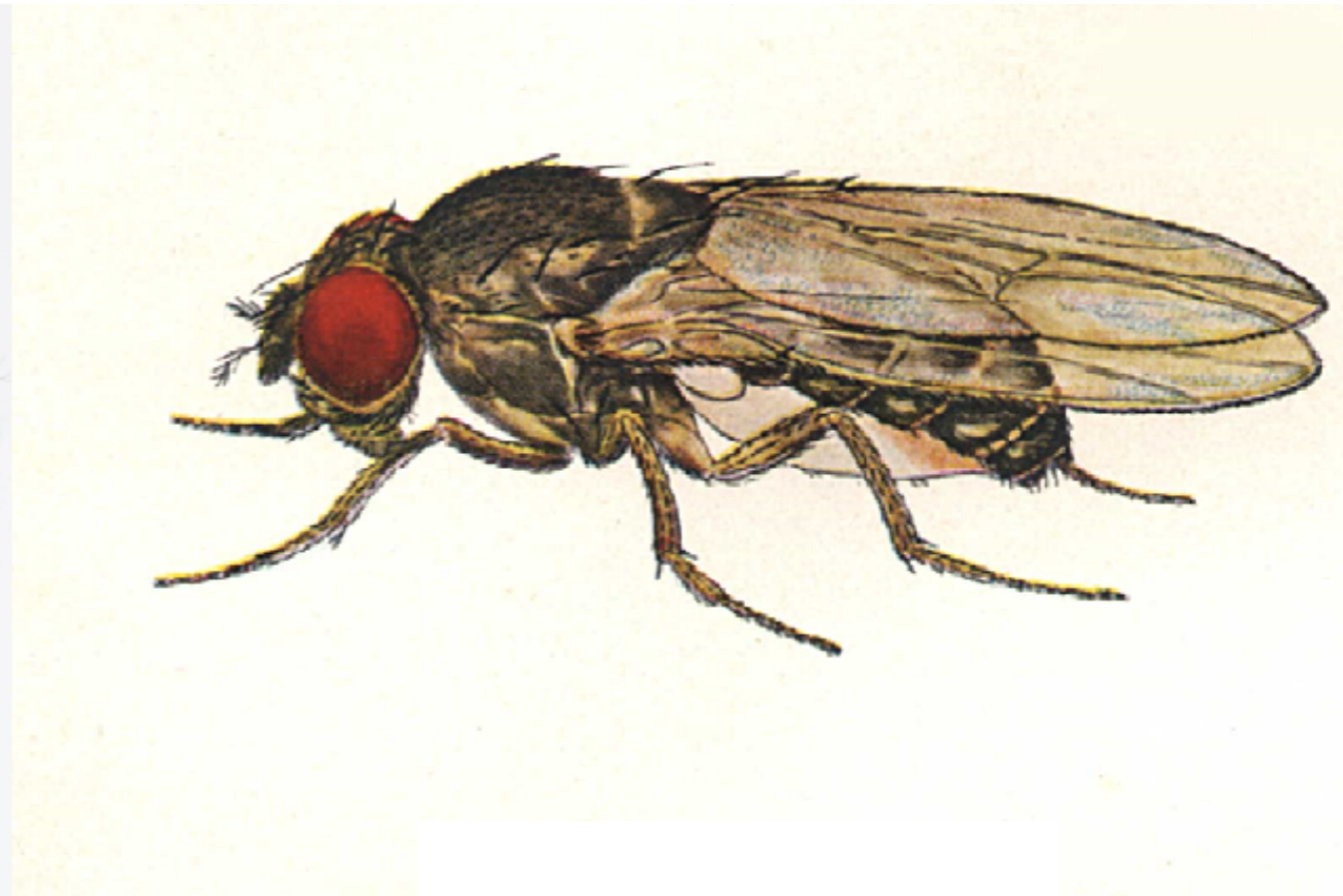
-sibling species (αδελφικά είδη)

-polytypic species (πολυτυπικά είδη)

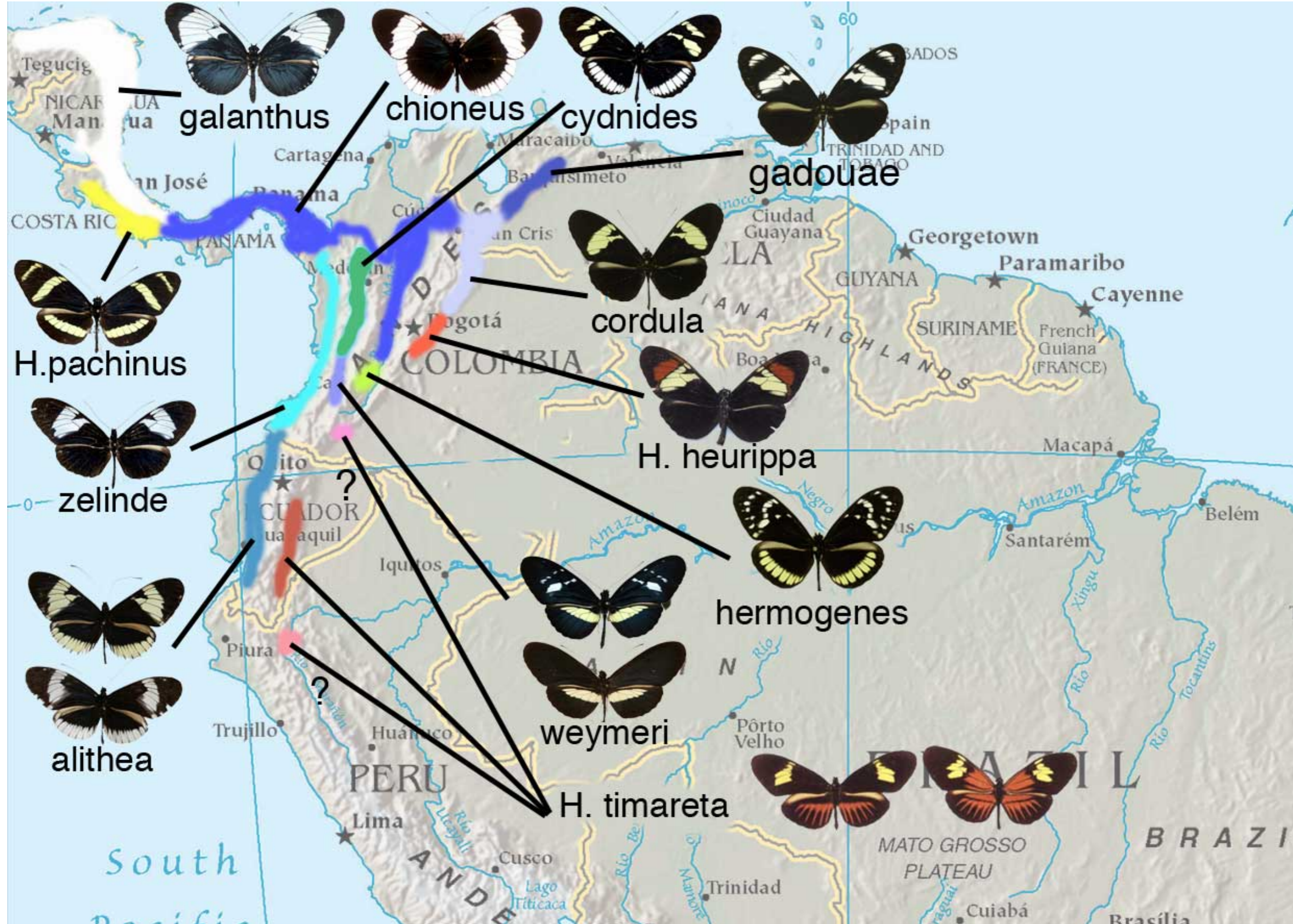
-διαφορά μεταξύ αρσενικών-θηλυκών



Drosophila persimilis

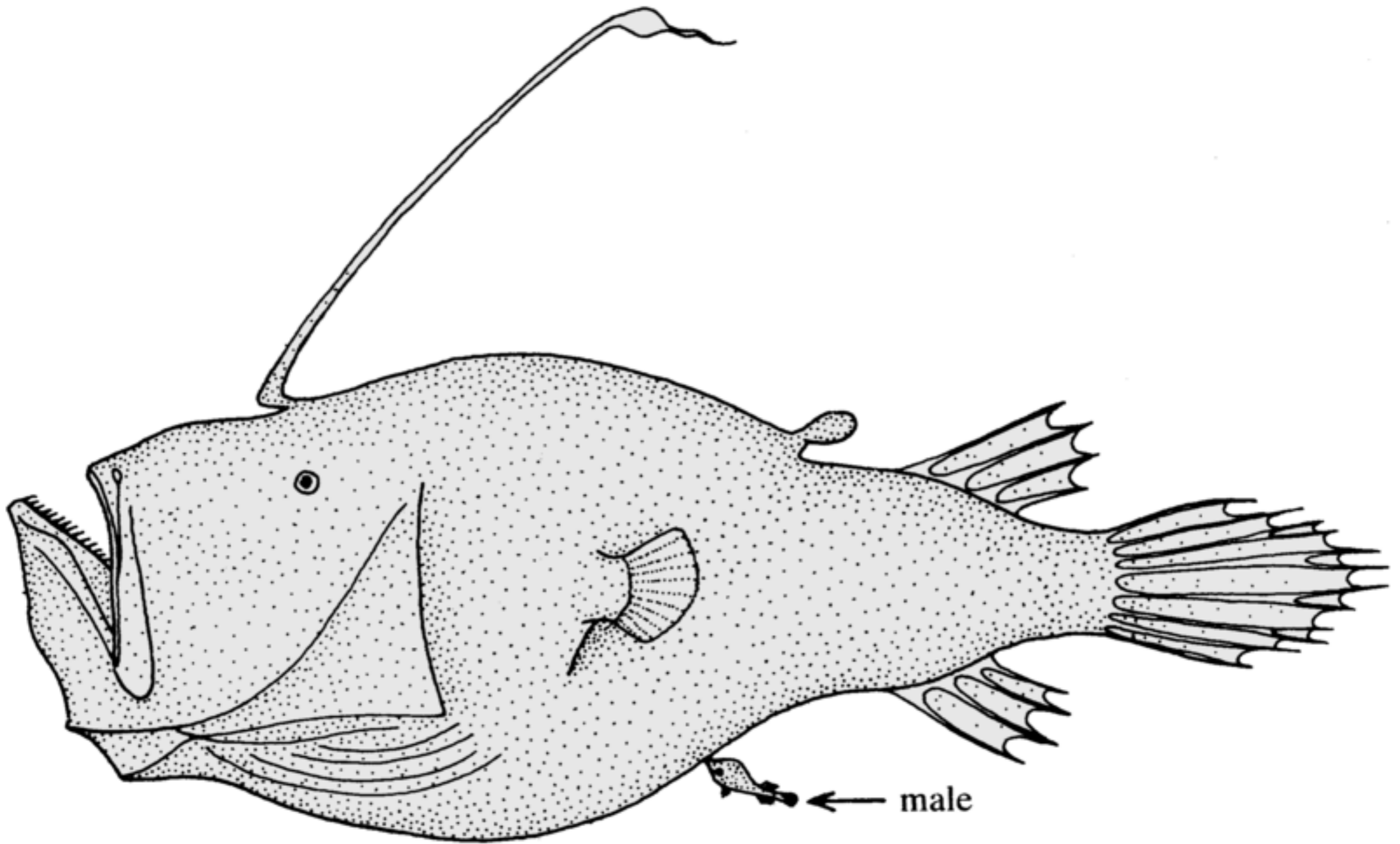


Drosophila pseudoobscura





This file is licensed under the Creative Commons Attribution 2.5 Generic license.
Author: [Sanba38](#)



Έννοιες είδους (species concepts)

-**βιολογική** άποψη είδους (Mayr)

-> τα είδη ως αναπαραγωγικές κοινότητες reproductive isolation

'groups of actually or potentially interbreeding natural populations which are reproductively isolated from other such groups'. (Mayr)

-είδη πραγματικά, άλλες ταξινομικές κατηγορίες όχι το ίδιο πραγματικές (συλλογές από είδη για λόγους ευκολίας)

-> είδη: συλλογές οργανισμών με την ικανότητα να μοιράζονται απογόνους

προβλήματα:

-hybrid zones

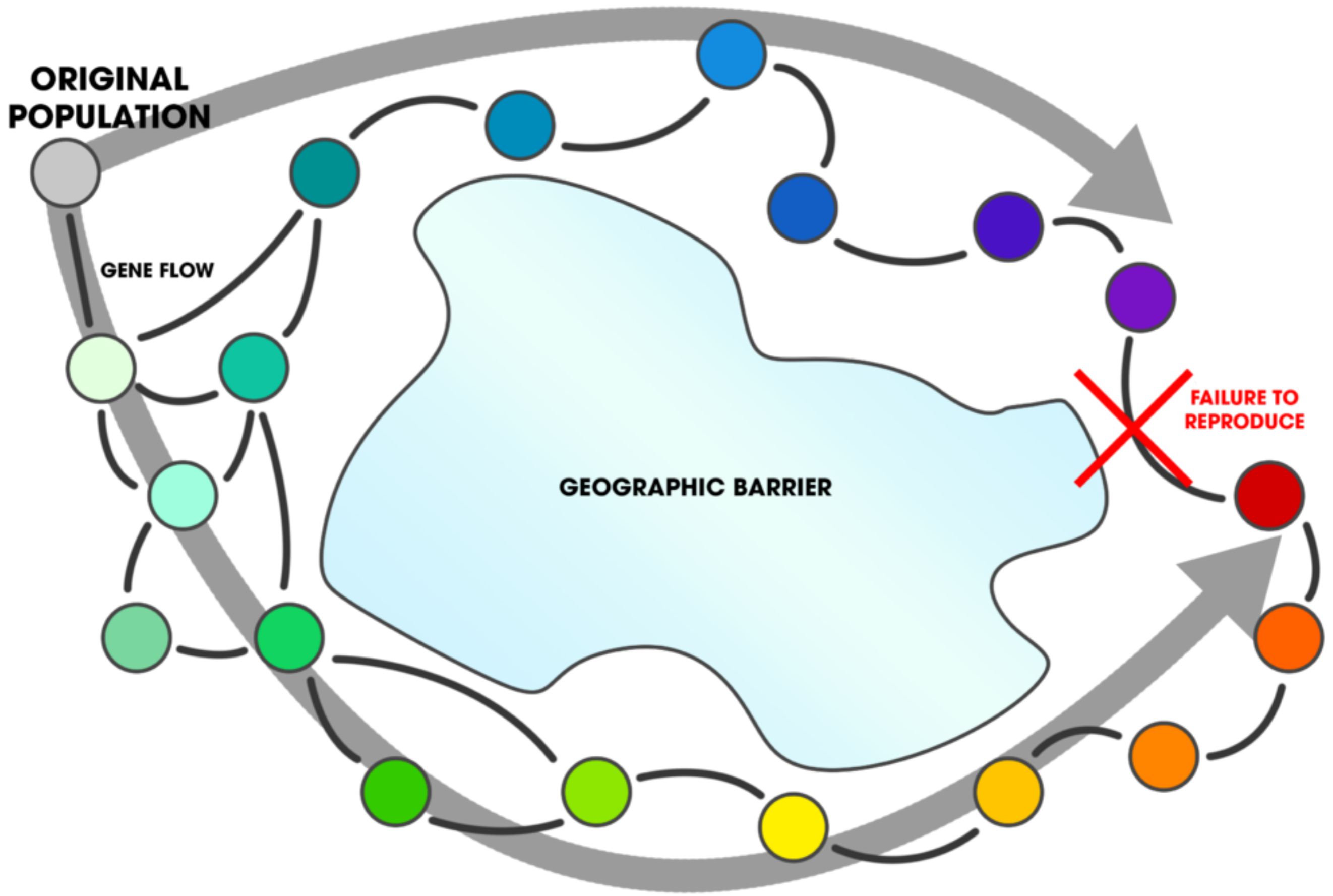
-ring species

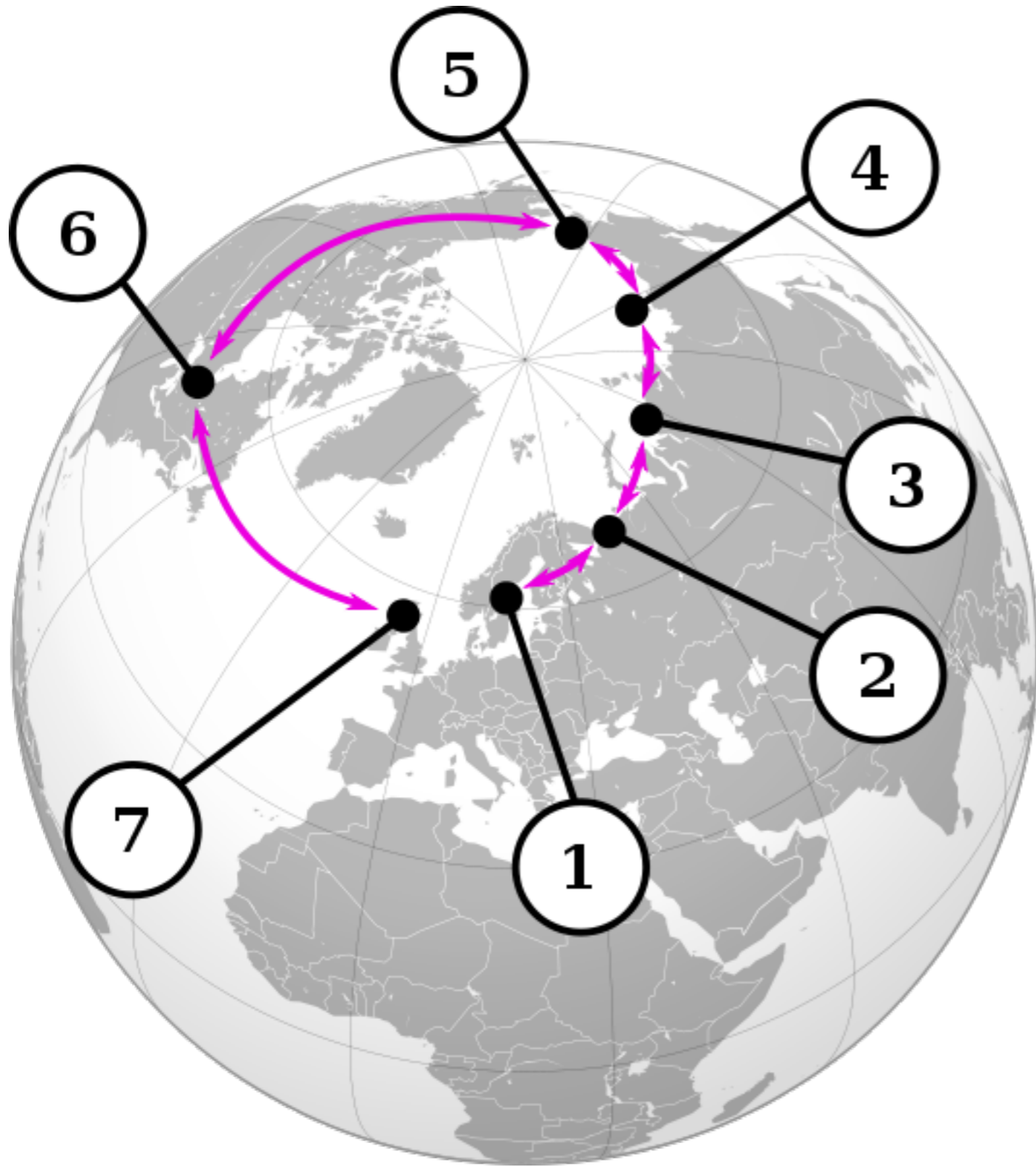
-βακτήρια (και γενικά αφυλετικοί οργανισμοί)

-**συνεκτική** άποψη είδους (Templeton)

-> συνεκτικοί μηχανισμοί που δίνουν συνοχή στο είδος -όχι μόνο αναπαραγωγή, αλλά και οικολογικοί παράγοντες

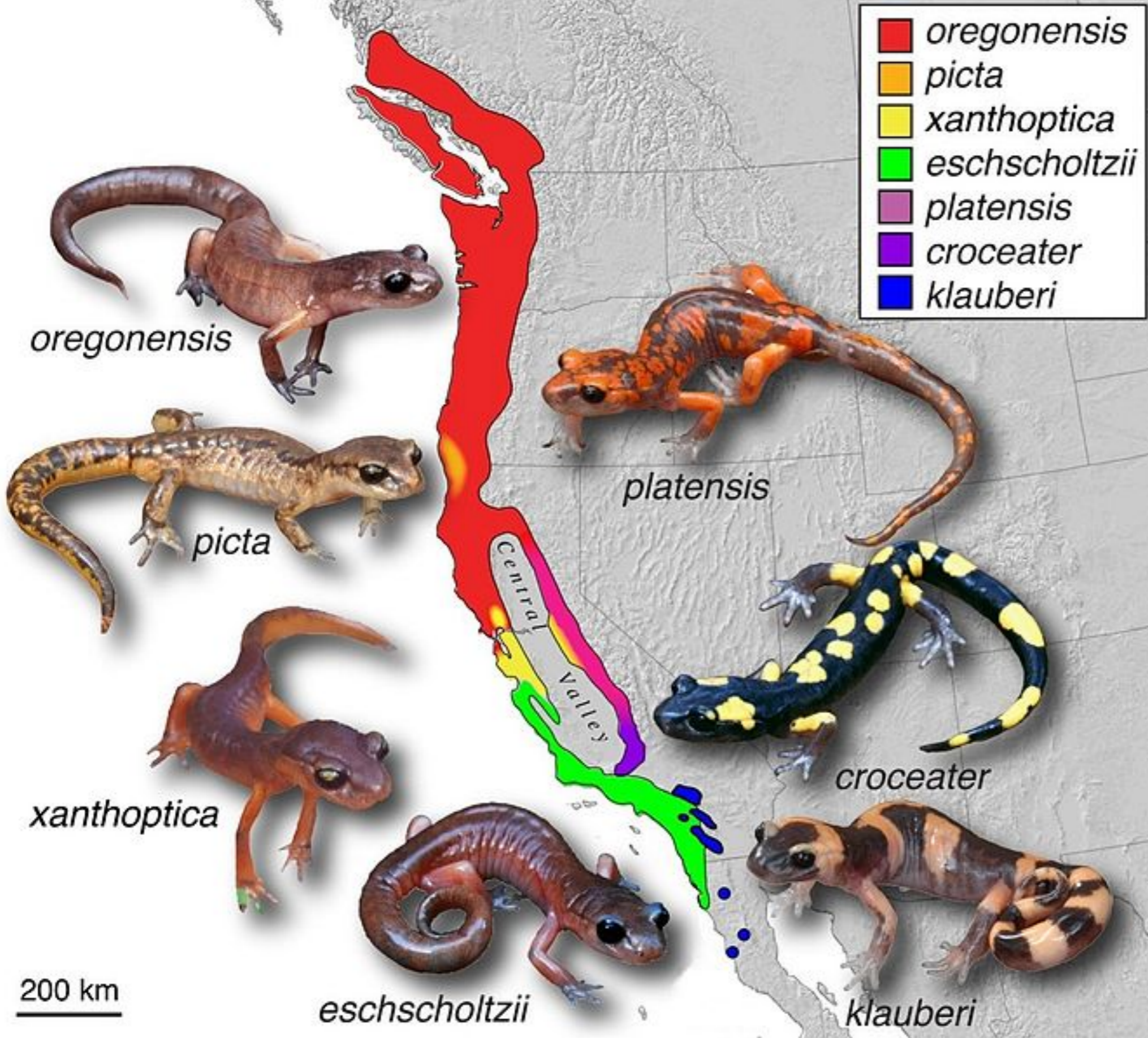
-> **οικολογική** άποψη είδους (van Valen)





This file is licensed under the [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) license.
Author: [Tomasz Sienicki](https://www.flickr.com/photos/tomasz_sienicki/)

This file is licensed under the [Creative Commons Attribution 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) license.
Author: Frédéric MICHEL



Έννοιες είδους (species concepts)

-> όλες οι παραπάνω απόψεις δυσκολία με διαχρονικές συγκρίσεις μεταξύ οργανισμών

-**φυλογενετική** άποψη είδους φυλογένεση phylogeny

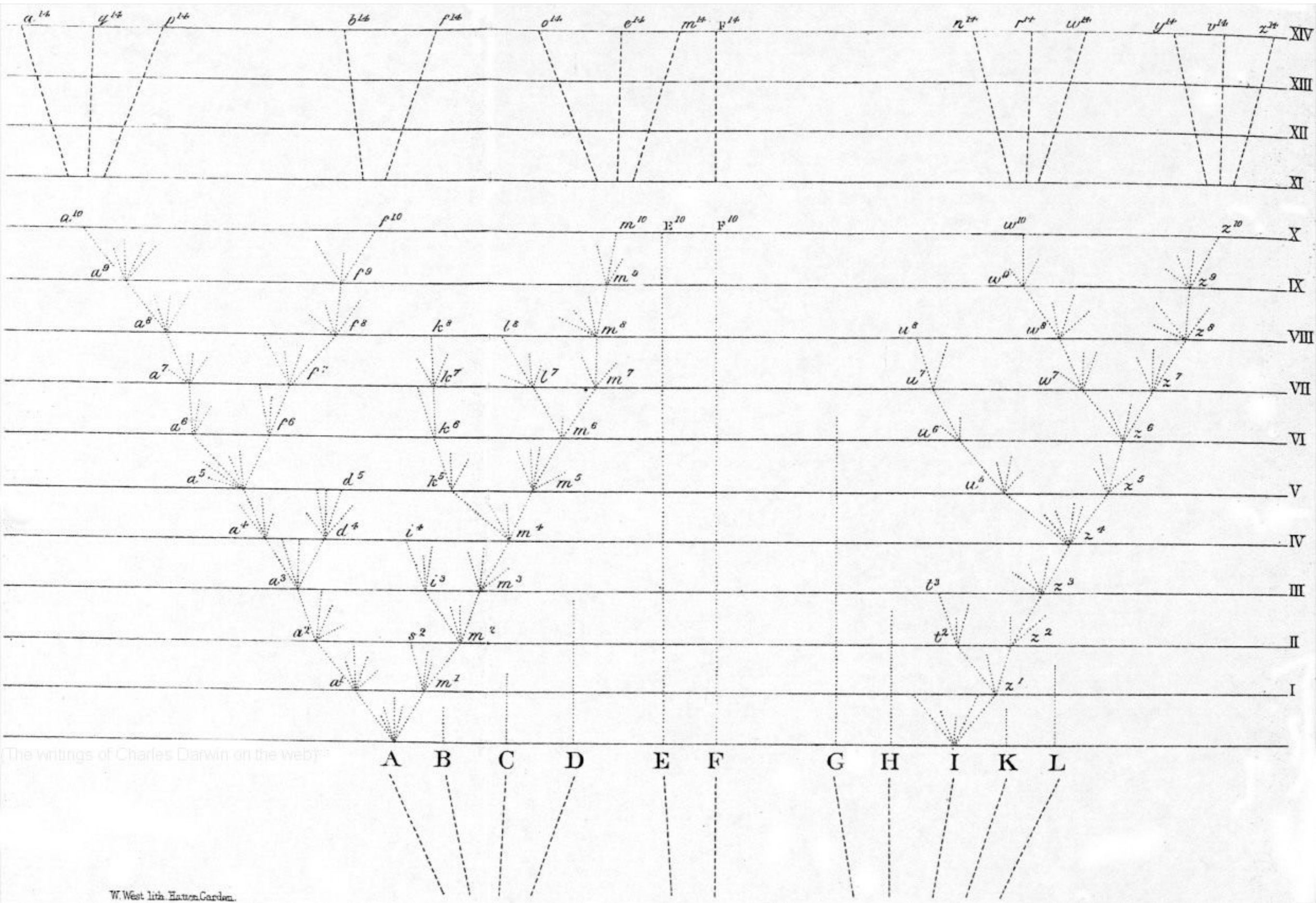
-δέντρο της ζωής

-αναπαριστά όλες τις σχέσεις προγόνου-απογόνου

-το σχήμα του είναι μια σειρά από διακλαδώσεις

-> τα είδη είναι τα κλαδιά μεταξύ διακλαδώσεων

Willi Hennig -> **κλαδιστική** προσέγγιση στη βιολογική ταξινόμηση



W. West lith. Haver Garden.

Το δέντρο της ζωής, η μοναδική εικόνα της Καταγωγής

Έννοιες είδους (species concepts)

-> λύνει πρόβλημα με οργανισμούς που δεν μπορούν να αναπαραχθούν

π.χ. εργάτριες μέλισσες

-τερματισμός είδους σε κάθε διακλάδωση;

-όχι ειδογένεση χωρίς διακλάδωση; (cladogenesis vs anagenesis)

-βακτήρια; πάρα πολλές διακλαδώσεις!

-**φαινετική** άποψη υιοθετείται από μικροβιολόγους

-γενετική ομοιότητα αντί για συνολική;

-> αλλά γενετικό προφίλ μπορεί να αλλάξει διαχρονικά

Έννοιες είδους (species concepts)

-> **4 απόψεις** στη σύγχρονη φιλοσοφική βιβλιογραφία για την έννοια του είδους:

1: -> **πλουραλισμός**

-> διαφορετικές έννοιες είδους για διαφορετικούς σκοπούς

2: -> όχι πολλές έννοιες είδους, αλλά η έννοια του βιολογικού είδους έχει καταρρεύσει

3: (ποικιλία της 2ης) -> το να μιλάμε για είδη χρήσιμο, αλλά τα είδη δεν είναι πραγματικές μονάδες στον κόσμο -δεν υπάρχουν πραγματικά

4: επιμονή σε **μονισμό**

-> πχ Queiroz: **General Lineage Concept:**

τα είδη είναι “separately evolving metapopulation lineages” (2005, 1263)

Το οντολογικό status των βιολογικών ειδών

- μια απάντηση: τα βιολογικά είδη (species) είναι **kinds** (είδη!) natural kinds (φυσικά είδη)

-> kind: συλλογή από πράγματα με κοινή/ές ιδιότητα/ες

[νόμοι της φύσης = laws of nature - natural kinds]

- Ghiselin + Hull: τα βιολογικά είδη είναι **άτομα!**

-> **the individuality thesis**

-> είναι καθέκαστα (particular), αντικείμενα που έχουν συγκεκριμένη χωροχρονική θέση

The ontological status of biological species

Hull/Ghiselin argument:

- natural kinds are *spatiotemporally unrestricted*, e.g. gold
- but species aren't, unless we accept a phenetic account, but phenetic accounts don't work
- species have a birth and a death, just like organisms
therefore, species are individuals
- relation between Charles Darwin and *Homo sapiens* is like the relation between a cell in Charles Darwin's hand and Charles Darwin himself

(implicit assumption: 'natural kind' vs 'individual' is an exhaustive dichotomy)

The ontological status of biological species

(alleged) consequences of individuality thesis:

- a) once extinct, always extinct
- b) reality of species not compromised by impossibility of finding necessary and sufficient conditions for species membership -not to be expected
- c) essentialism about species refuted (perhaps)

-essentialism: kinds have essential properties, e.g. gold has essential property of having atomic number 79

(Locke, Aristotle, Kripke)

-> if essences have to be **intrinsic** properties, then essentialism about species is wrong

-> but if they can include **relational** properties, it's much less clear

-individuality thesis reconciles the *reality* of species with the impossibility of finding necessary and sufficient conditions for species membership

-analogy between cells/organs and the whole organism, and organisms and species

-part/whole relationship doesn't require essences, in a sense

Το οντολογικό status των βιολογικών ειδών

-**κεντρικό επιχείρημα**: μόνο ως καθέκαστα, μπορούν να εμφανίζονται, να αλλάζουν, να εξαφανίζονται

-> οι οργανισμοί δεν είναι **μέλη** τους είδους τους, αλλά **μέρη** του είδους τους

-3 τρόποι ομαδοποίησης:

-σύνολο - μέλος

-όλο (άθροισμα) -μέρος

-ιδιότητα

-> kinds (είδη) καμιά φορά θεωρούνται ως σύνολα με μέλη, άλλες ως ομάδες με αντικείμενα με κοινή ιδιότητα

-είναι τα βιολογικά είδη kinds, σύνολα, ή καθέκαστα (particulars);

Το οντολογικό status των βιολογικών ειδών

-> επιχείρημα Godfrey-Smith (στο κεφ. 7):

- είναι τα βιολογικά είδη kinds, σύνολα, ή καθέκαστα (particulars);

- τίποτα από τα 3 !

- τα βιολογικά είδη είναι όψεις της οργάνωσης του κόσμου, που μπορούμε να τις σκεφτούμε με 3 διαφορετικούς τρόπους

[-Churchills vs διοξείδιο του άνθρακα]

-> **διαφορετικά οντολογικά πλαίσια**, χρήσιμα για διαφορετικές ομαδοποιήσεις

Το οντολογικό status των βιολογικών ειδών

- > **εγγενείς vs εξωγενείς** ιδιότητες (intrinsic vs extrinsic)
- > φυλογενετικές και οικολογικές ιδιότητες -> **εξωγενείς**
- > φαινετικές και γενετικές -> **εγγενείς**
- > **Kitcher**: τα βιολογικά είδη είναι σύνολα
- > πλουραλισμός για έννοιες είδους
- > **ουσιοκρατία** (essentialism)
- > εξωγενείς ουσίες; (Okasha)

Systematics and Classification

The Problem of Systematics

- systematics is the modern name for taxonomy
- basic issue: how to organise species into a classification system?
- i.e. into higher taxa or not?
- not exactly analogous to the species problem
- > for many biologists, species are real, but higher taxa are not - why?

- especially in 1970s and 80s, massively controversial subject
- one point of agreement: should be hierarchical
- why?
- one possible answer: evolution is a branching process, and classification must reflect that process
- but not everyone accepts this

The Problem of Systematics

3 competing schools in systematics:

a) pheneticists

b) cladists (phylogenetic systematics)

c) evolutionary taxonomists

The Problem of Systematics

pheneticism: defines taxa by overall similarity

cladism: classification must reflect evolutionary descent

evolutionary taxonomy: a kind of mixture of pheneticist and cladism (though it came first)

-> dispute is about methodology of classification

-> but also practical application

-> this dispute isn't about species (we treat the species problem as solved)

example:

-humans, chimpanzees, gorillas, bonobos, orangutans and gibbons are classed together as members of the **Hominoid** superfamily

-but baboons are not counted as Hominoids

-why?

-cladists and pheneticists would answer this question differently

Phenetic Approaches

- also called 'numerical taxonomy'
- aim: classify on the basis of 'overall similarity'
- pheneticists would say that the Hominoid species share traits that the baboons lack
 - e.g. absence of tail
 - hence baboons should be excluded
- underlying philosophy: empiricism
- biological taxa must be *operationally definable*
- classification should be 'theory free'

Phenetic Approaches

- problem: similar in what respects?
- what is overall similarity
- > different similarity measures yield different classifications
- no way of choosing between them

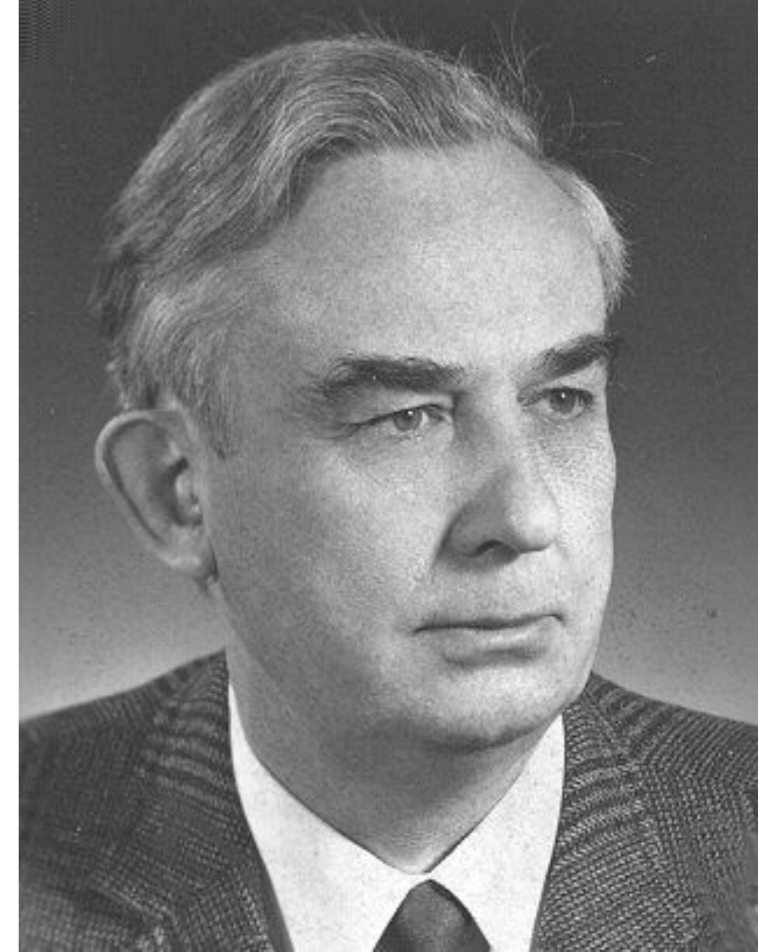
- is 'theory-free' classification possible?
- many say no

- > pheneticism about higher taxa faces similar problems to pheneticism about species

- note that pheneticism doesn't care about genealogical relationships of species to one another
- but only about observable phenotypic traits

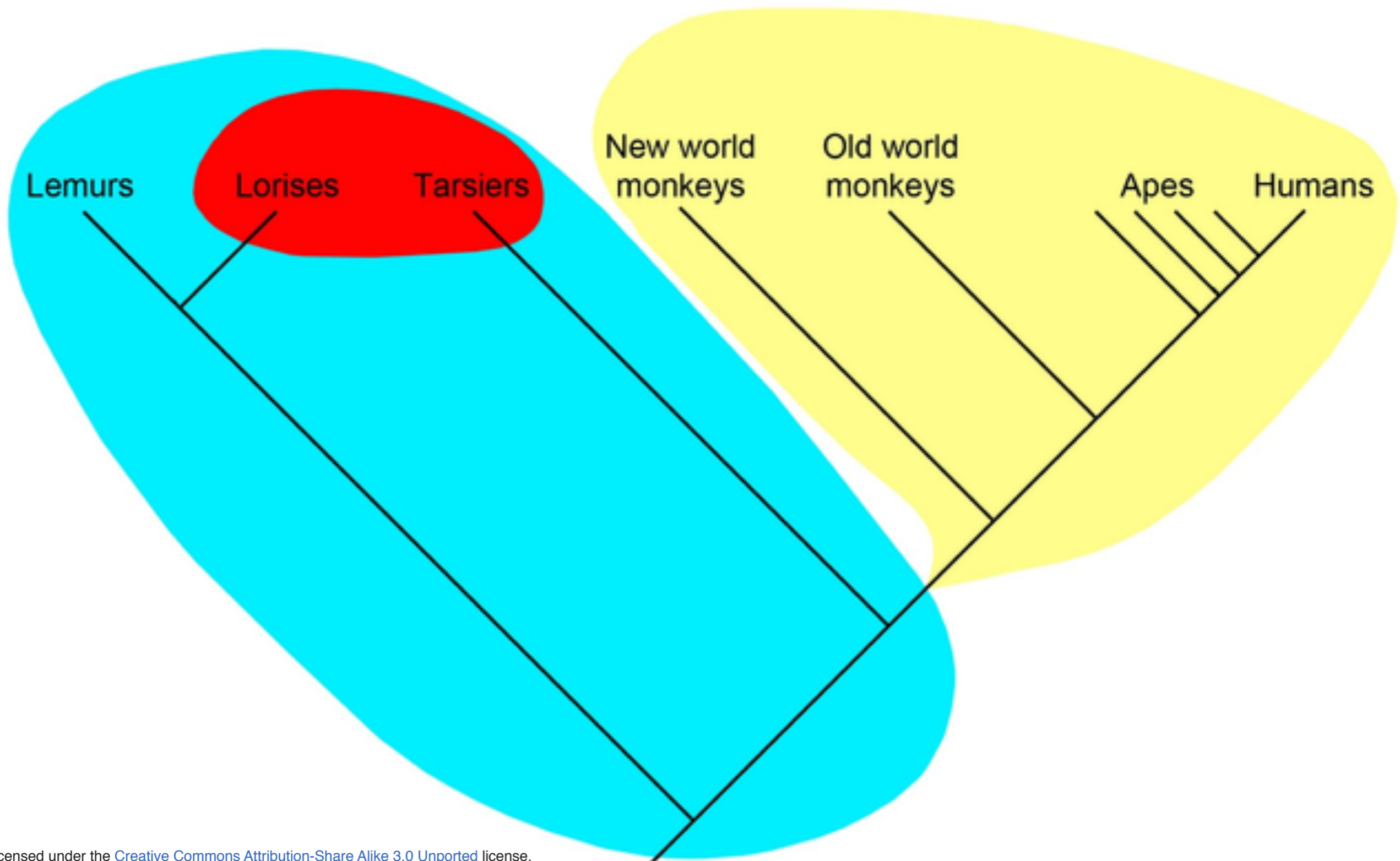
Cladism

- key idea: classification must reflect evolutionary relationships
- cladists insist that all taxa must be **monophyletic**
- according to them, any non-monophyletic taxa are not real, but mere artificial groupings

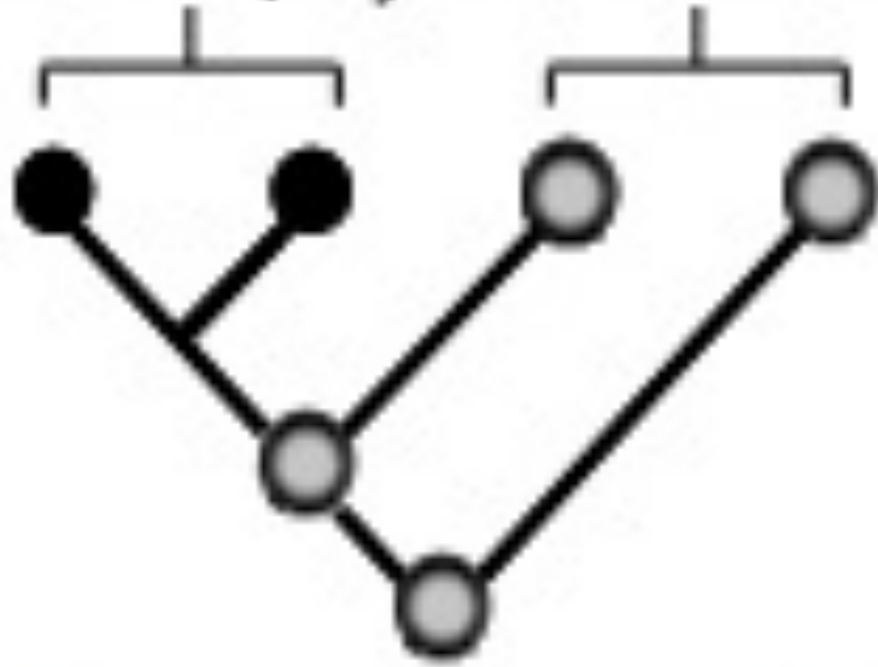


Willi Hennig
1913-1976

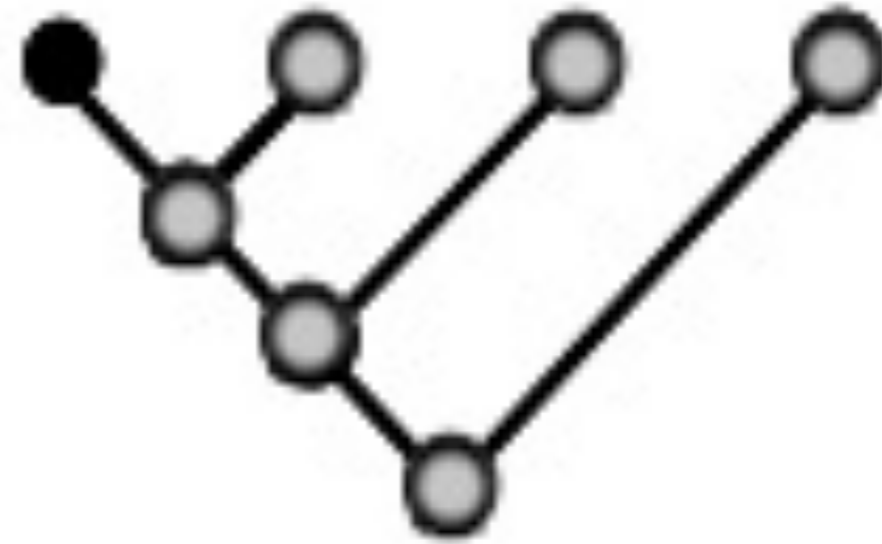
- concept of **monophyly**
- a monophyletic group is a group composed of an ancestor species, **all** of its descendants species, **and no-one else**
- > when we ask if a group of species is monophyletic, this doesn't mean 'do they share a common ancestor?'
- the answer to that question is always yes
- rather, it means 'do they share a common ancestor that's *not* ancestral to any species outside the group'
- > cladists don't care about the phenotypic appearances
- for them, classification should go exclusively by evolutionary relationship



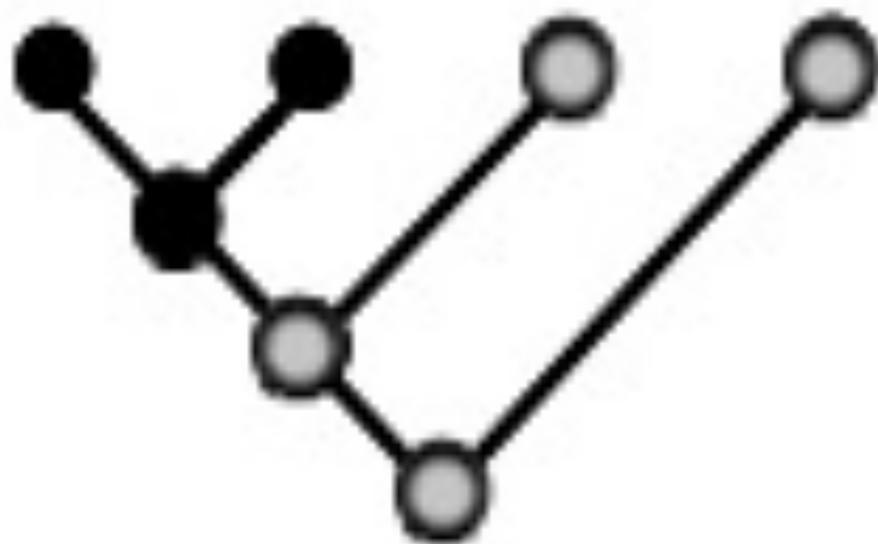
Apomorphy Plesiomorphy



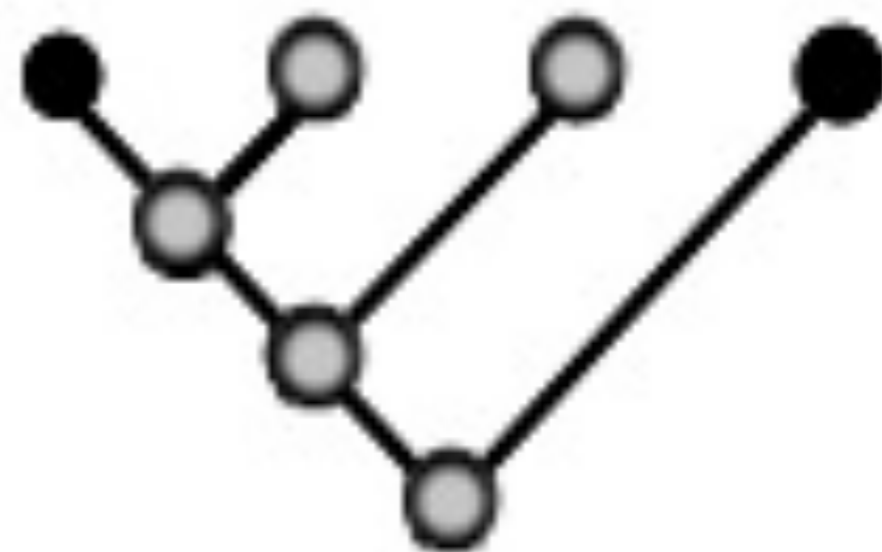
Autapomorphy



Synapomorphy



Homoplasy

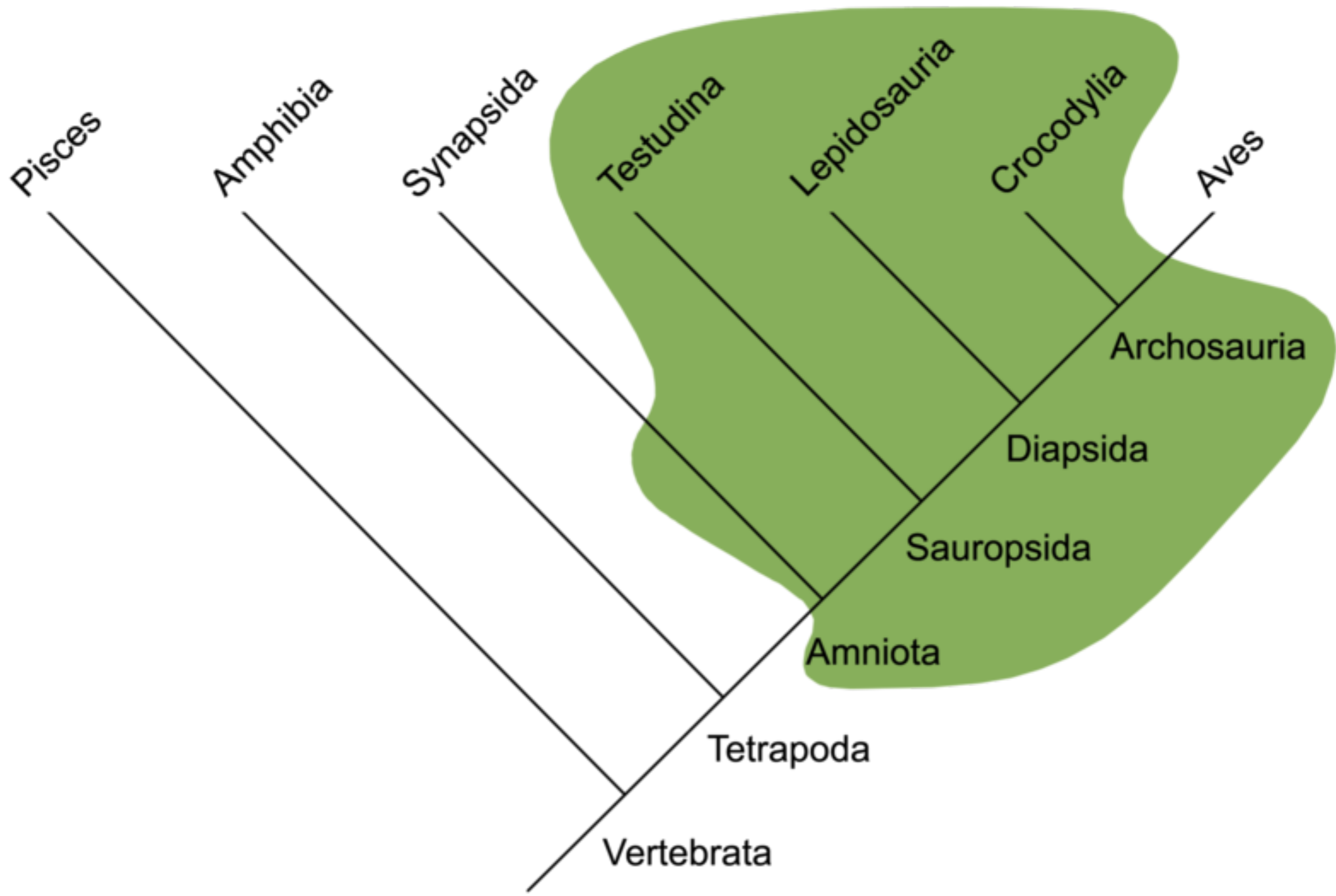


Ancestral trait (○)

Derived trait (●)

Cladism

- > this is not just an academic dispute
- example of *Reptilia* (reptile class)
- cladists insist that Reptilia should be abandoned
- because it's not monophyletic
- pheneticists say that's crazy
- in practice, unlikely that Reptilia will be abandoned



Cladism

-cladists attack others for allowing paraphyletic and polyphyletic groups (which are accepted by evolutionary taxonomists)

-**paraphyletic** groups contain only descendants of a single ancestral species, but not all of them

-**polyphyletic** groups contain species that share no common recent ancestor

-how to decide whether a **monophyletic** group is a genus, family, class, order etc?

-most cladists say, it's totally arbitrary

-i.e. *ranks* in Linnaean hierarchy are just conventions

-> rank-free taxonomy

-> cladism provides a clear justification why classification should be **hierarchical**:

-apply criterion of monophyly to a branching process, and you get a hierarchical classification

-> branching process and a reticulate process

-pheneticists have no comparable justification for the hierarchy assumption

-there is no obvious reason why similarity relationships should be nested

Cladism

advantages of cladism

- a) it's unambiguous, at least in principle
- b) implies there's a uniquely correct way to classify
- c) justification for hierarchical classification
- d) in a way the most 'natural' view -something intuitive about the idea that only monophyletic groups are 'real'

disadvantages of cladism

- a) very revisionary
- b) has radical implications, e.g. abandon *Reptilia*
- c) how do we find out if a group is monophyletic or not? -this is the 'problem of phylogenetic inference'

Evolutionary taxonomy

-> evolutionary taxonomists: genealogy sometimes can override overall similarity, but not always

-aim: to include paraphyletic groups, but exclude polyphyletic groups

-method: use derived *and* ancestral homologies to identify groups, rather than just the latter

-> cladists use only shared derived homologies to determine classification

-neither group uses *analogies*

The Problem of Phylogenetic Inference

-basic issue: how to discover the phylogenetic (evolutionary) relations between species?

-e.g. three species A, B and C

-two possible hypotheses

-how to decide which is most plausible?

-key cladistic idea: we use the principle of **parsimony**

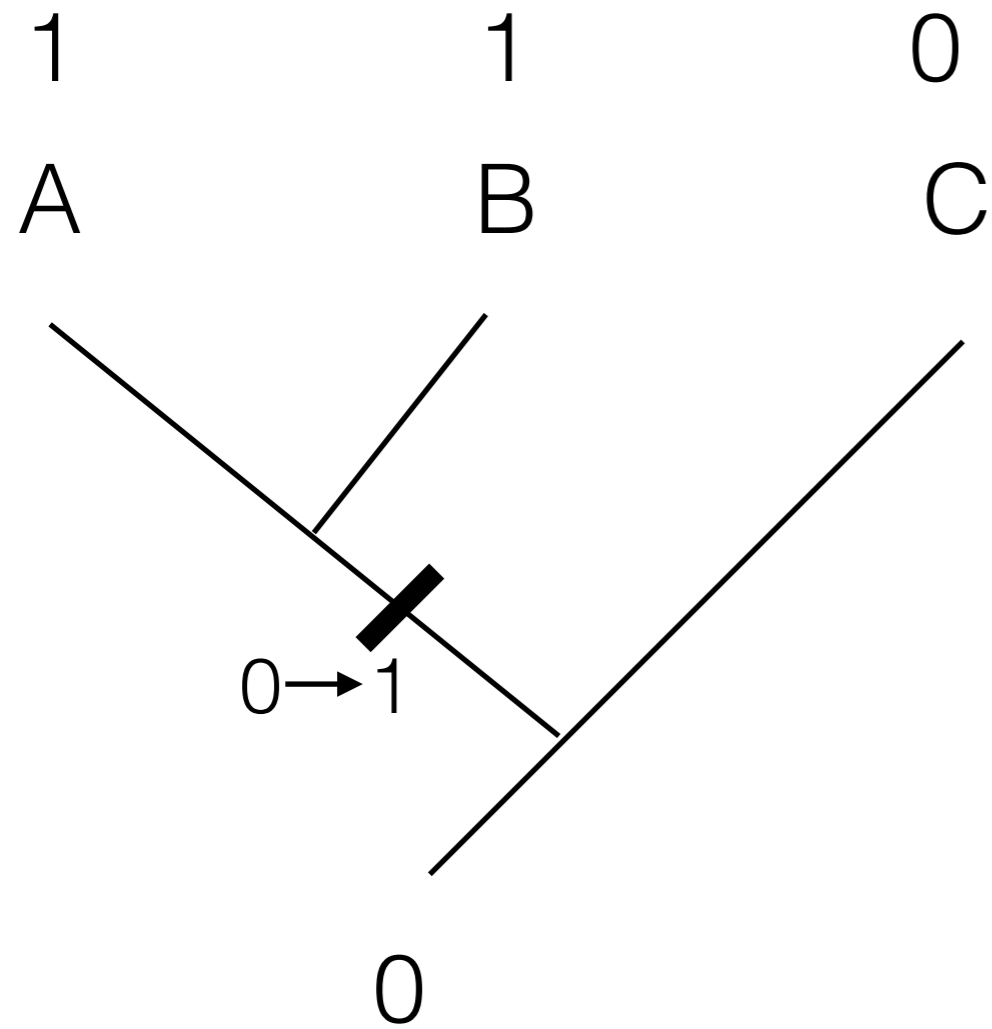
-we pick the hypothesis that requires the **fewest number of evolutionary changes**

-> but two problems:

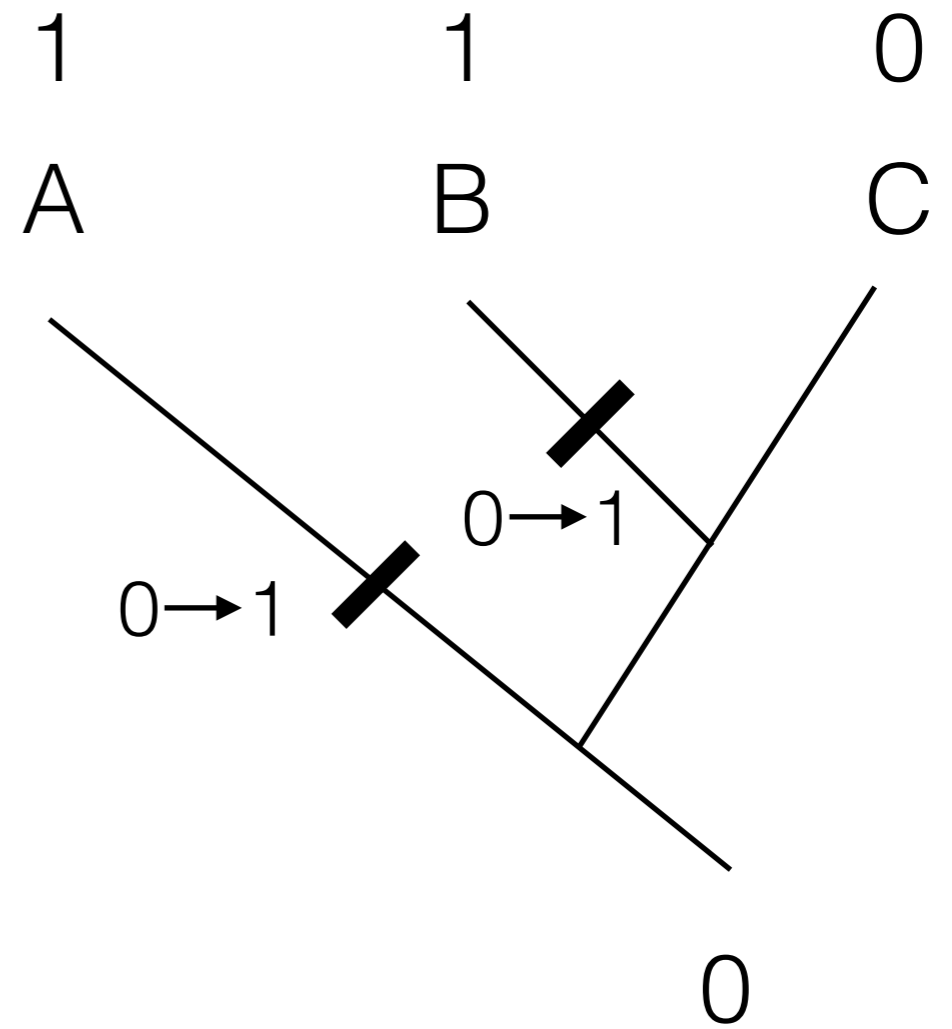
i) how do we discover the **primitive** state of the character?

ii) is there any real **justification** for the principle of parsimony?

The Problem of Phylogenetic Inference



Hypothesis (AB)C



Hypothesis A(BC)

Για περαιτέρω μελέτη:

-Godfrey-Smith, *Φιλοσοφία της Βιολογίας*, κεφ. 7

-<https://plato.stanford.edu/entries/species/>

-<https://www.nature.com/scitable/topicpage/reading-a-phylogenetic-tree-the-meaning-of-41956>

-<https://www.nature.com/scitable/topicpage/trait-evolution-on-a-phylogenetic-tree-relatedness-41936>

-O'Hara (1997) Population thinking and tree thinking in systematics. *Zoologica Scripta* 26, 323–329

-Baum & Offner (2008) Phylogenies and tree thinking. *American Biology Teacher* 70, 222–229

- natural kinds - species
- higher taxa ανωτερα ταξα
- metapopulation
- Richard Boyd
- HPC - homeostatic property cluster kind