

ΑΡΧΕΣ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

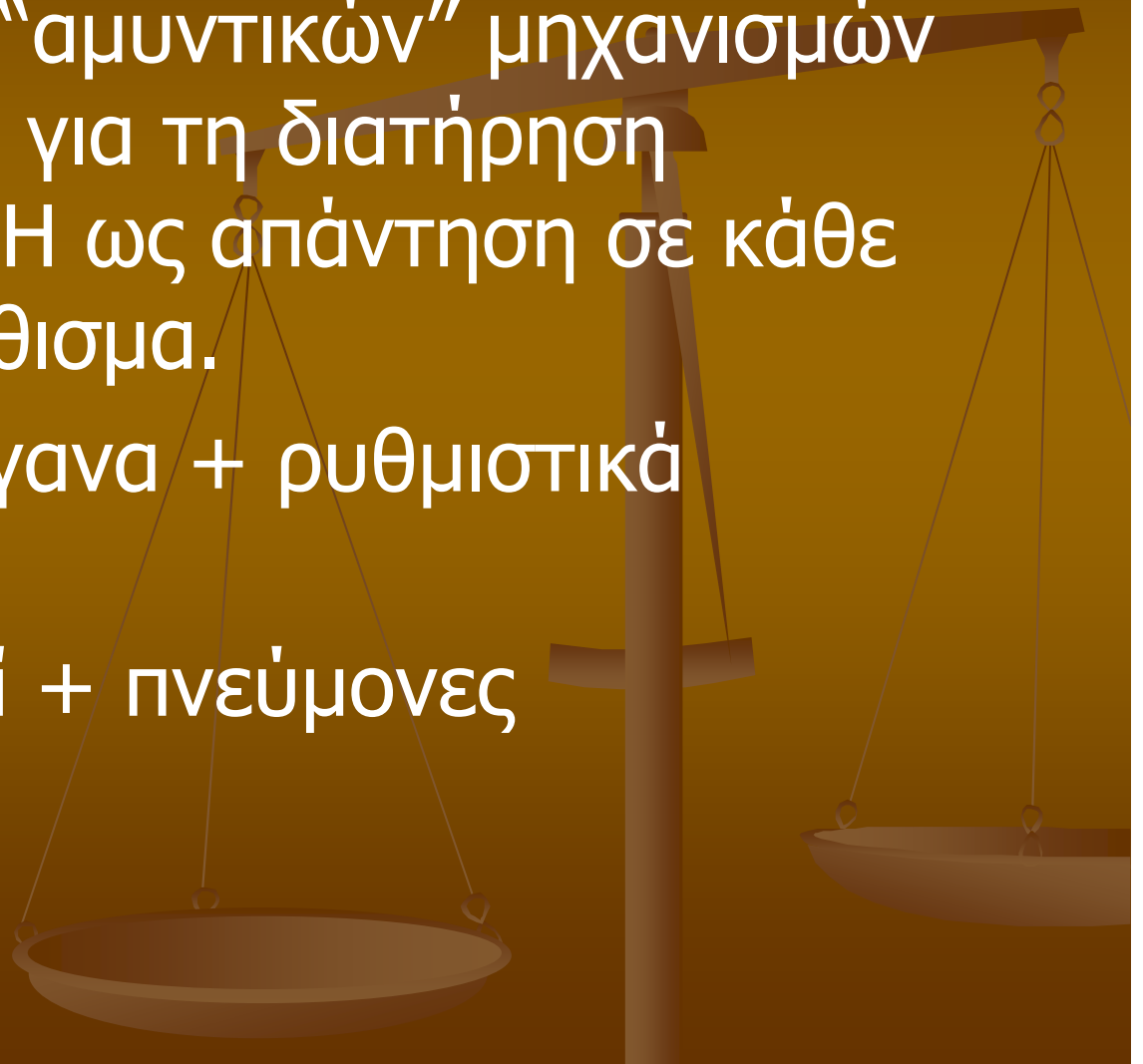


Ε. Ι. Γιαμαρέλλος-Μπουρμπούλης

Αναπλ. Καθηγητής Παθολογίας
Δ΄ Παθολογική Κλινική
Πανεπιστημίου Αθηνών

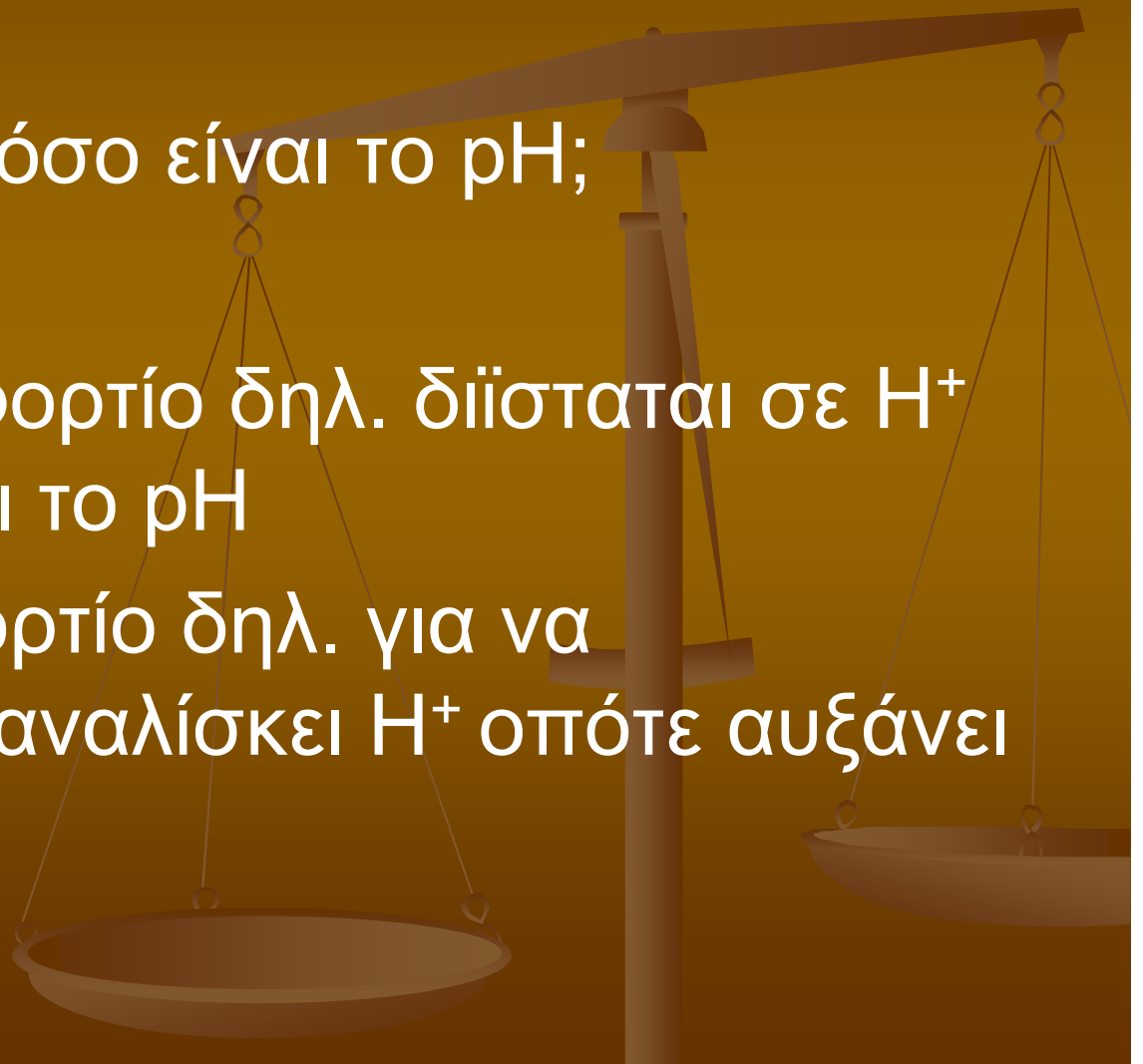
ΟΡΙΣΜΟΣ

- Το σύνολο των “αμυντικών” μηχανισμών του οργανισμού για τη διατήρηση σταθερού του pH ως απάντηση σε κάθε «βλαπτικό» ερέθισμα.
- Μηχανισμοί: όργανα + ρυθμιστικά διαλύματα
- Όργανα: νεφροί + πνεύμονες



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (1)

- $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$
- πχ. $[\text{H}^+]: 10^{-7}$, πόσο είναι το pH;
- $\text{pH} = 7$
- Οξύ: αρνητικό φορτίο δηλ. διίσταται σε H^+ οπότε ελαττώνει το pH
- Βάση: θετικό φορτίο δηλ. για να σχηματιστεί καταναλίσκει H^+ οπότε αυξάνει το pH



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (2)

- Ρυθμιστικό διάλυμα: κάθε διάλυμα στο οποίο είτε προστεθεί οξύ είτε βάση το pH θα διατηρηθεί ΠΕΡΙΠΟΥ σταθερό

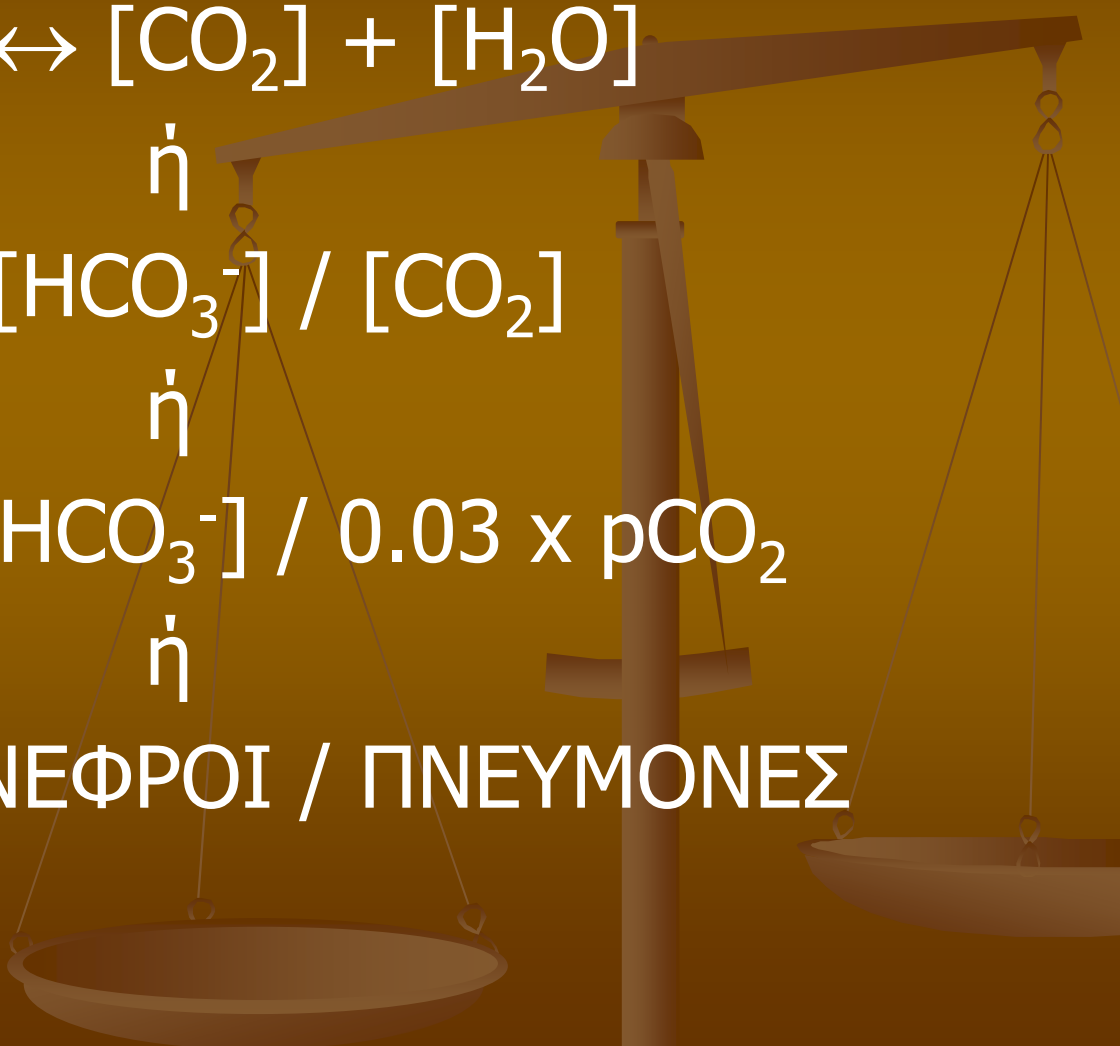


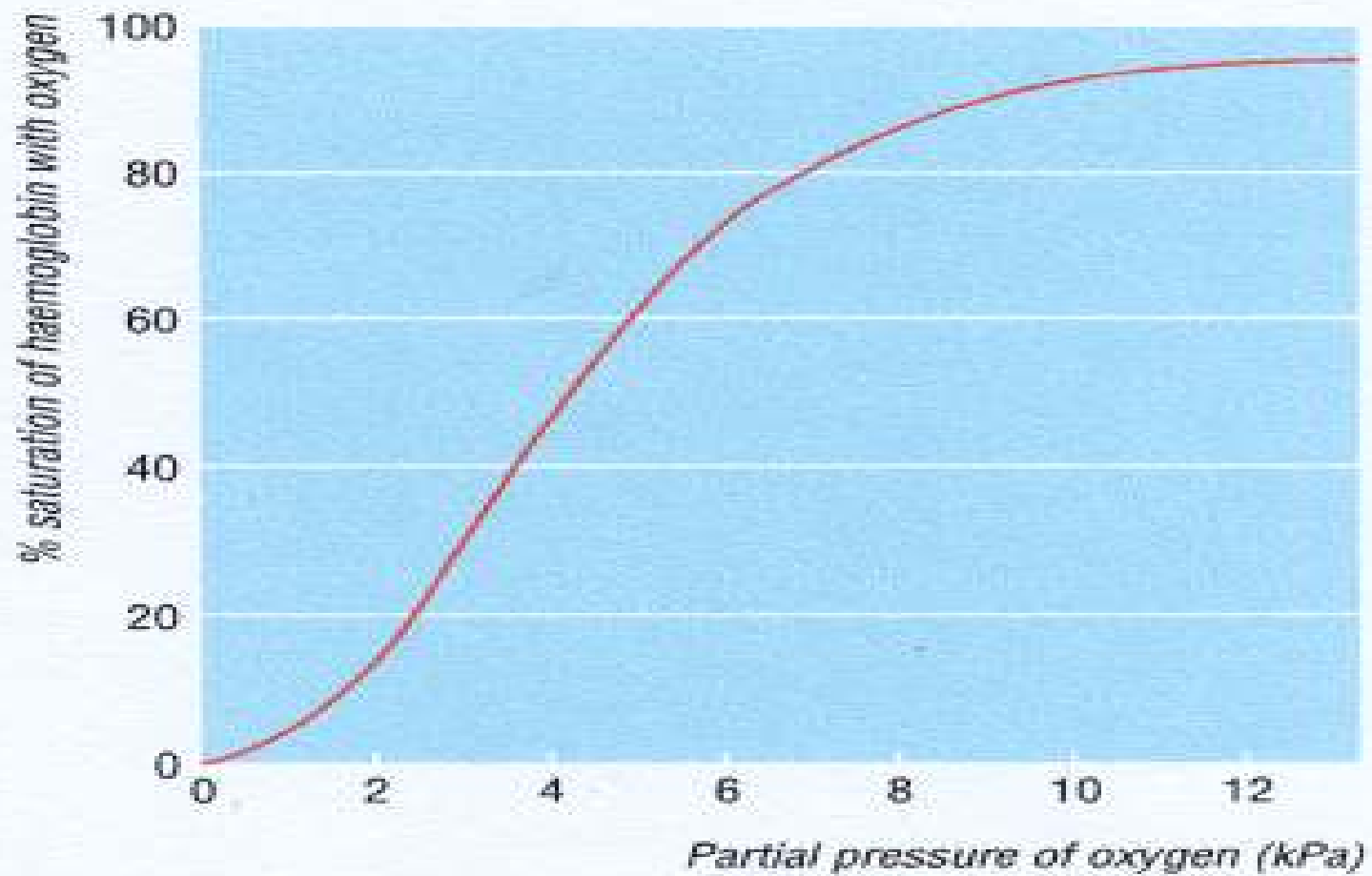
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ (3)

- Ρυθμιστικό διάλυμα του οργανισμού:



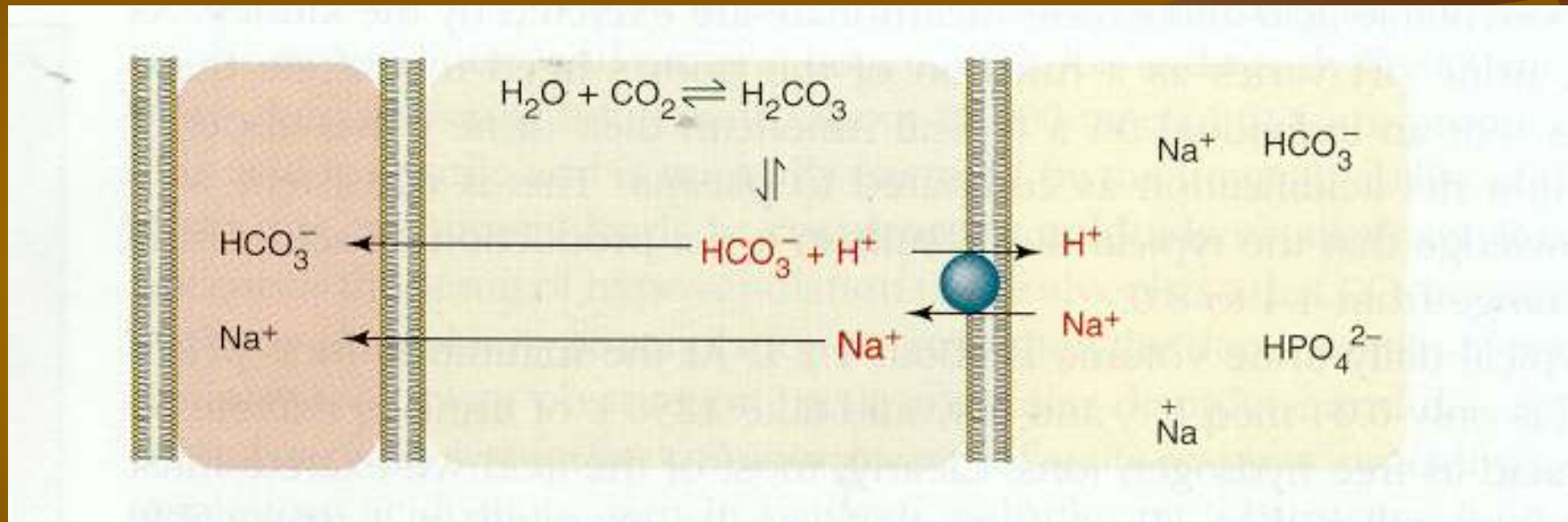
Η ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBACH (1)

- $[H^+] + [HCO_3^-] \leftrightarrow [CO_2] + [H_2O]$
ή
 - $pH = pK_a + \log [HCO_3^-] / [CO_2]$
ή
 - $pH = 6.1 + \log [HCO_3^-] / 0.03 \times pCO_2$
ή
 - $pH = 6.1 + \log \text{ΝΕΦΡΟΙ} / \text{ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ}$
- 

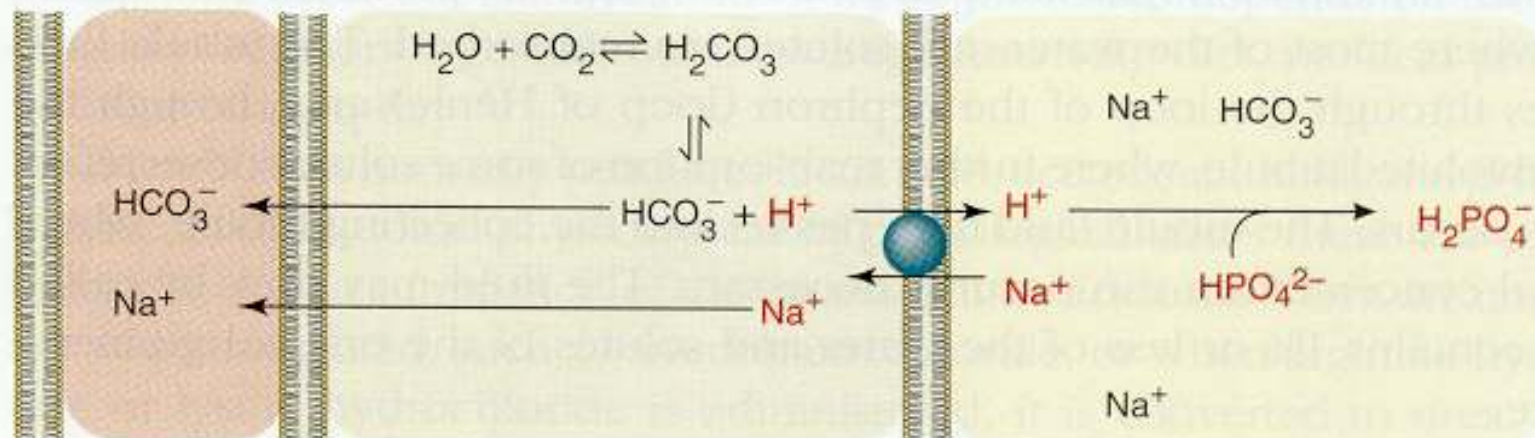
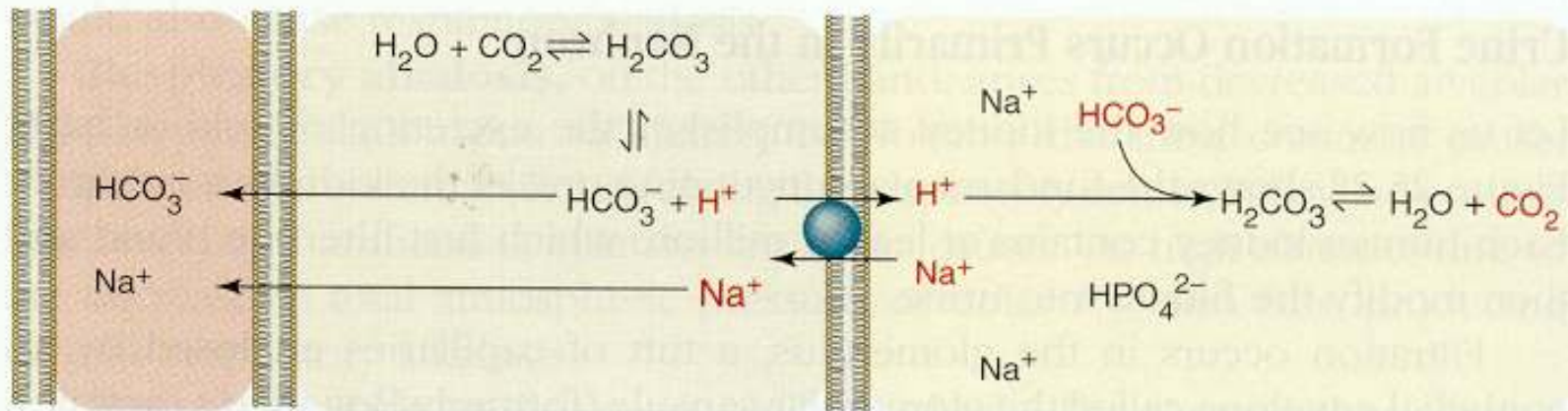


Oxygen saturation curve

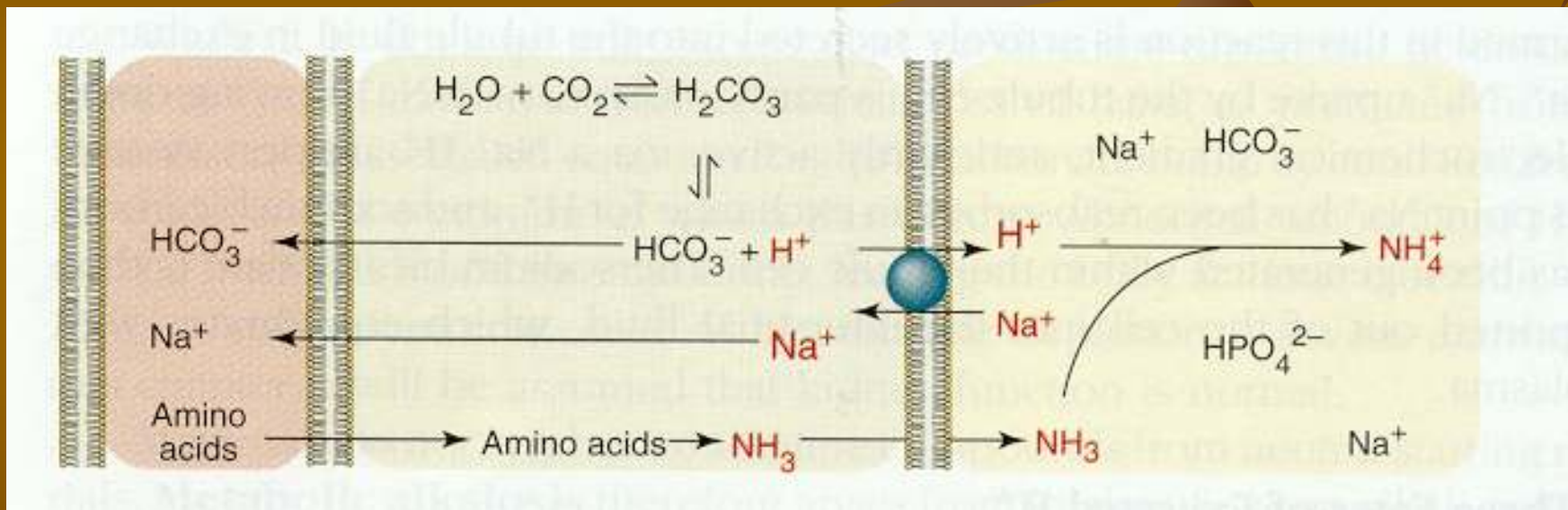
Ο ΝΕΦΡΟΣ ΩΣ ΟΜΟΙΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ



Η ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΤΙΤΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΘΞΥΤΗΤΑ



Η ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΑΜΜΩΝΙΑ



Η ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASSELBACH (2)

$$\text{pH} = 6.1 + \log \left[\frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{pCO}_2} \right]$$

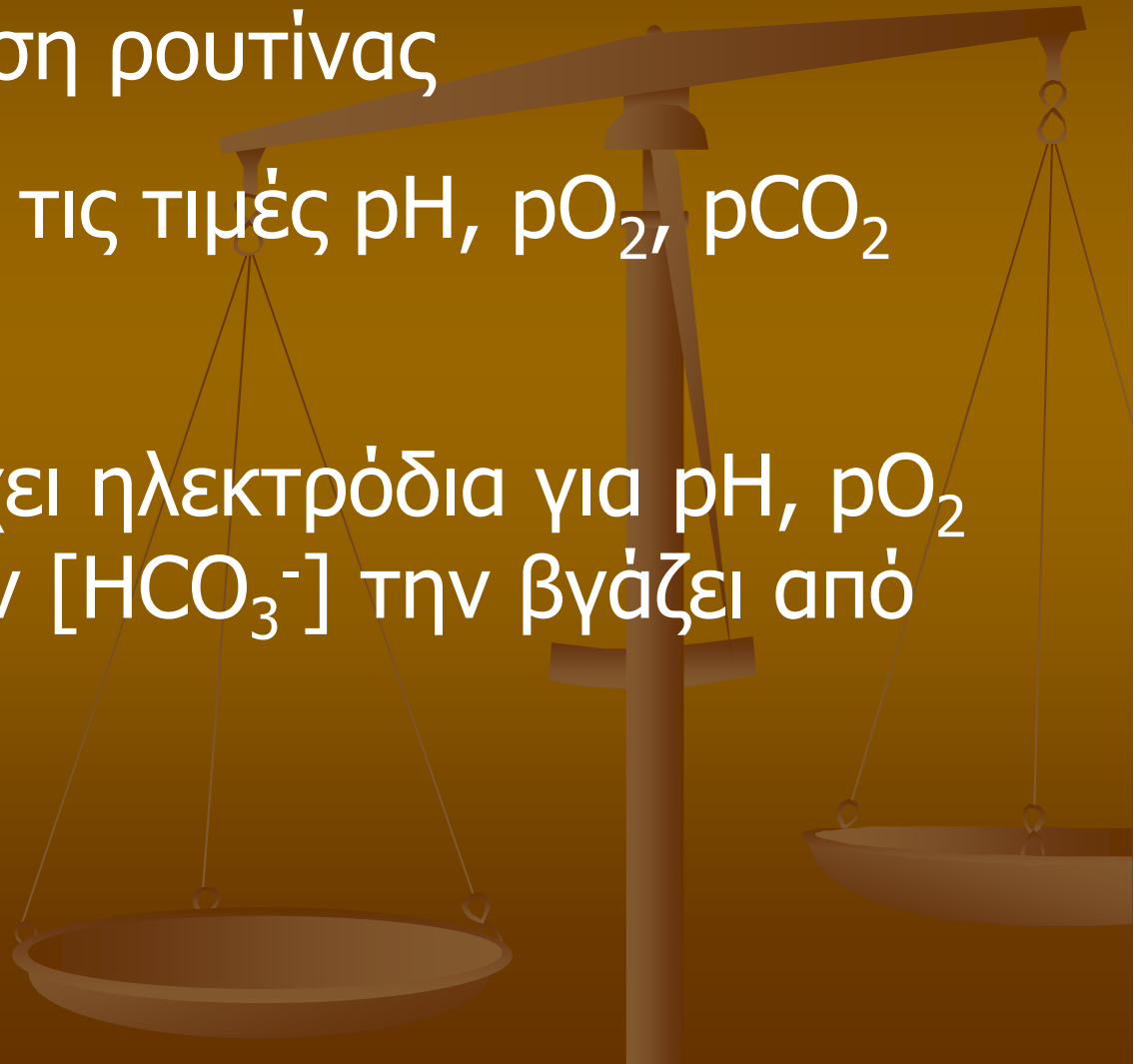

Η ΕΞΙΣΩΣΗ HENDERSON-HASELBACH (3)

- Κάθε φορά που γίνεται μια βλαπτική επίδραση ο λόγος $[\text{HCO}_3^-] / [\text{CO}_2]$ μεταβάλλεται έτσι ώστε:
- Αν αυξηθεί η pCO_2 να αντιδράσει ο νεφρός με κατακράτηση (ΑΥΞΗΣΗ) των HCO_3^-
- Αν ελαττωθεί η HCO_3^- να αντιδράσει ο πνεύμονας με αποβολή (ΜΕΙΩΣΗ) της pCO_2

Η ΕΞΕΤΑΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ

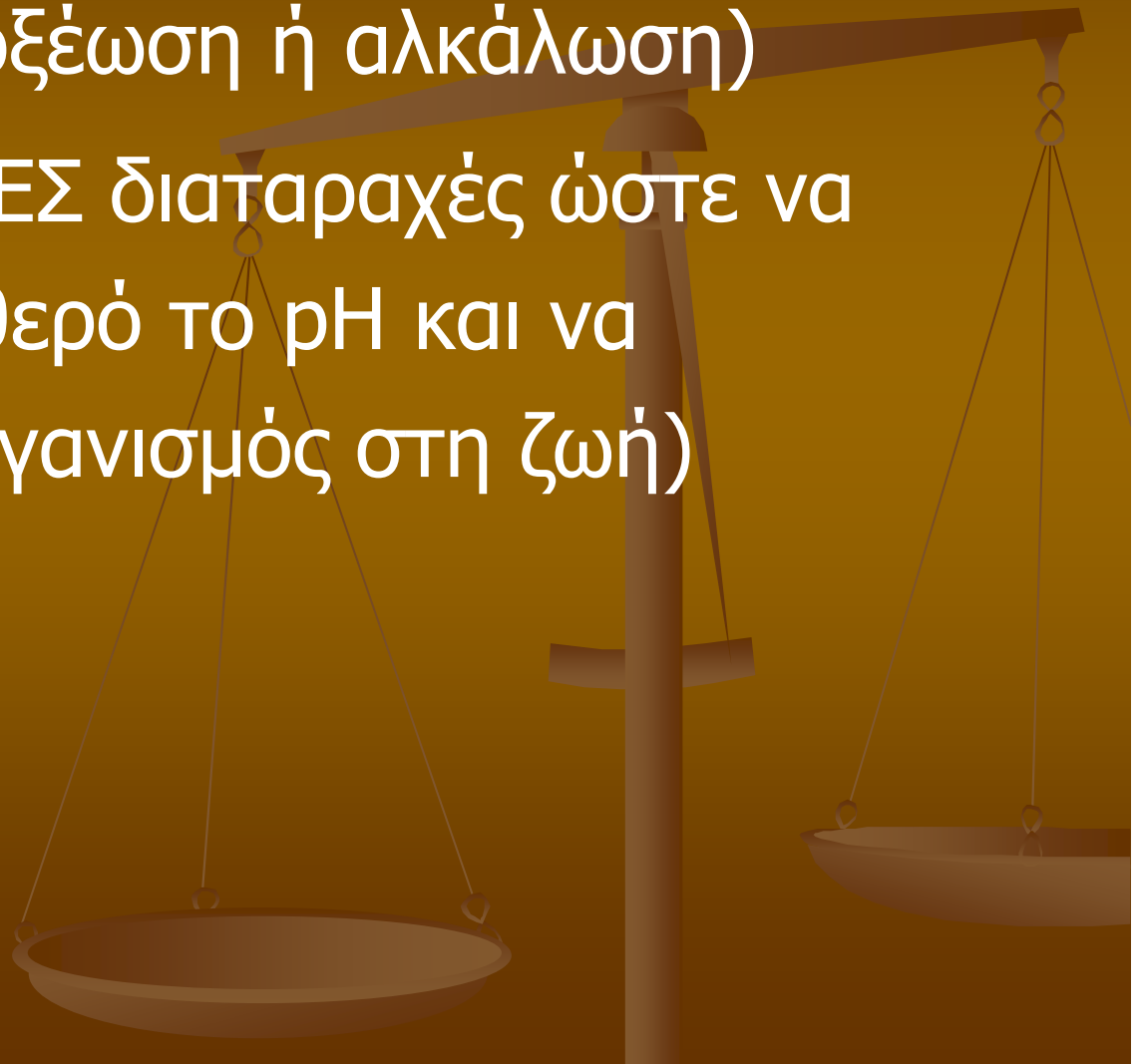
(Herd AM. *Can Fam Phys* 2005, 51: 226)

- ΔΕΝ είναι εξέταση ρουτίνας
- ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ τις τιμές pH, pO₂, pCO₂ και HCO₃⁻
- Το μηχάνημα έχει ηλεκτρόδια για pH, pO₂ και pCO₂ και την [HCO₃⁻] την βγάζει από τον τύπο



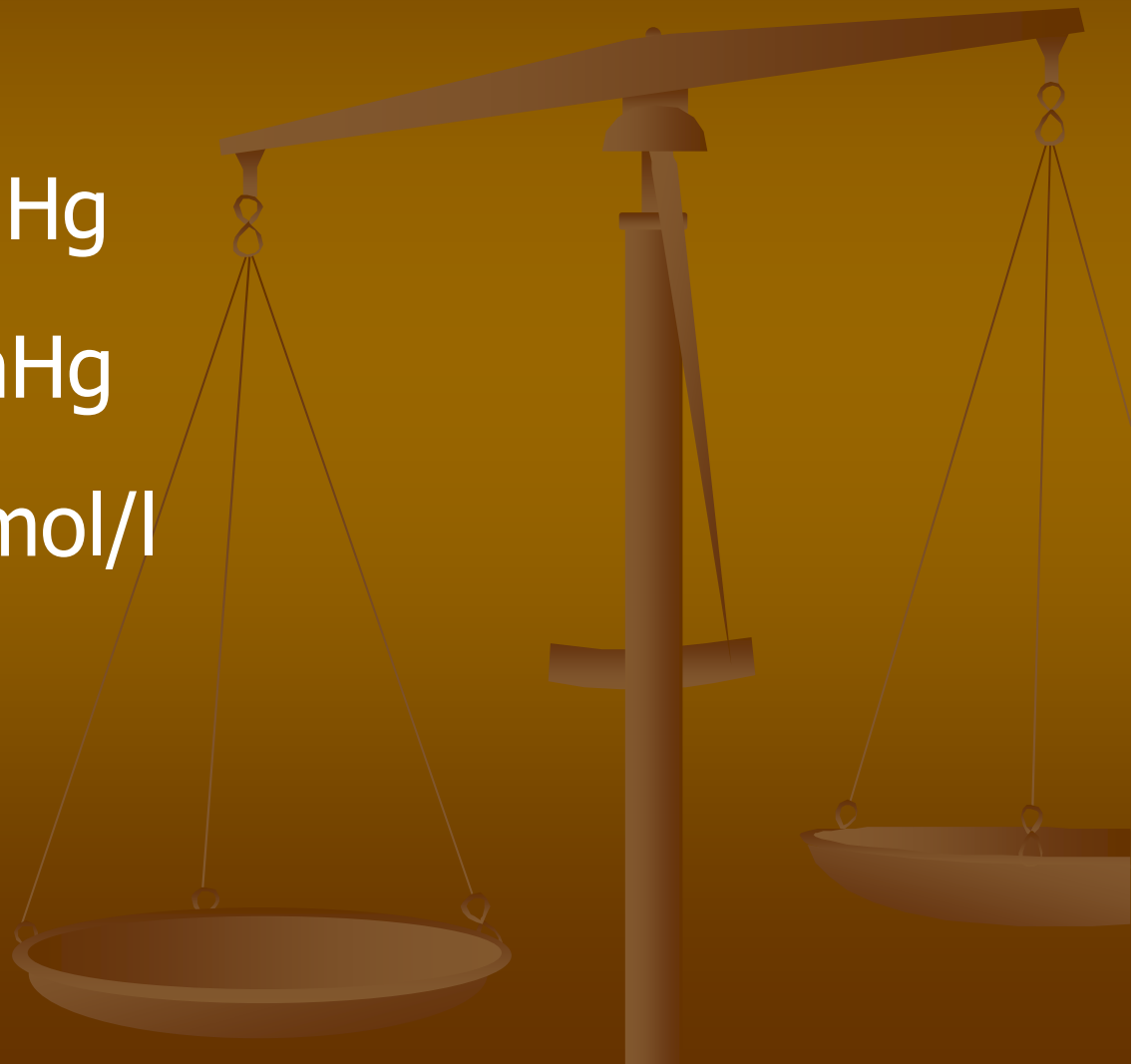
ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

- Οξείες (ΜΟΝΟ οξέωση ή αλκάλωση)
- Χρόνιες (ΜΕΙΚΤΕΣ διαταραχές ώστε να παραμείνει σταθερό το pH και να διατηρηθεί ο οργανισμός στη ζωή)



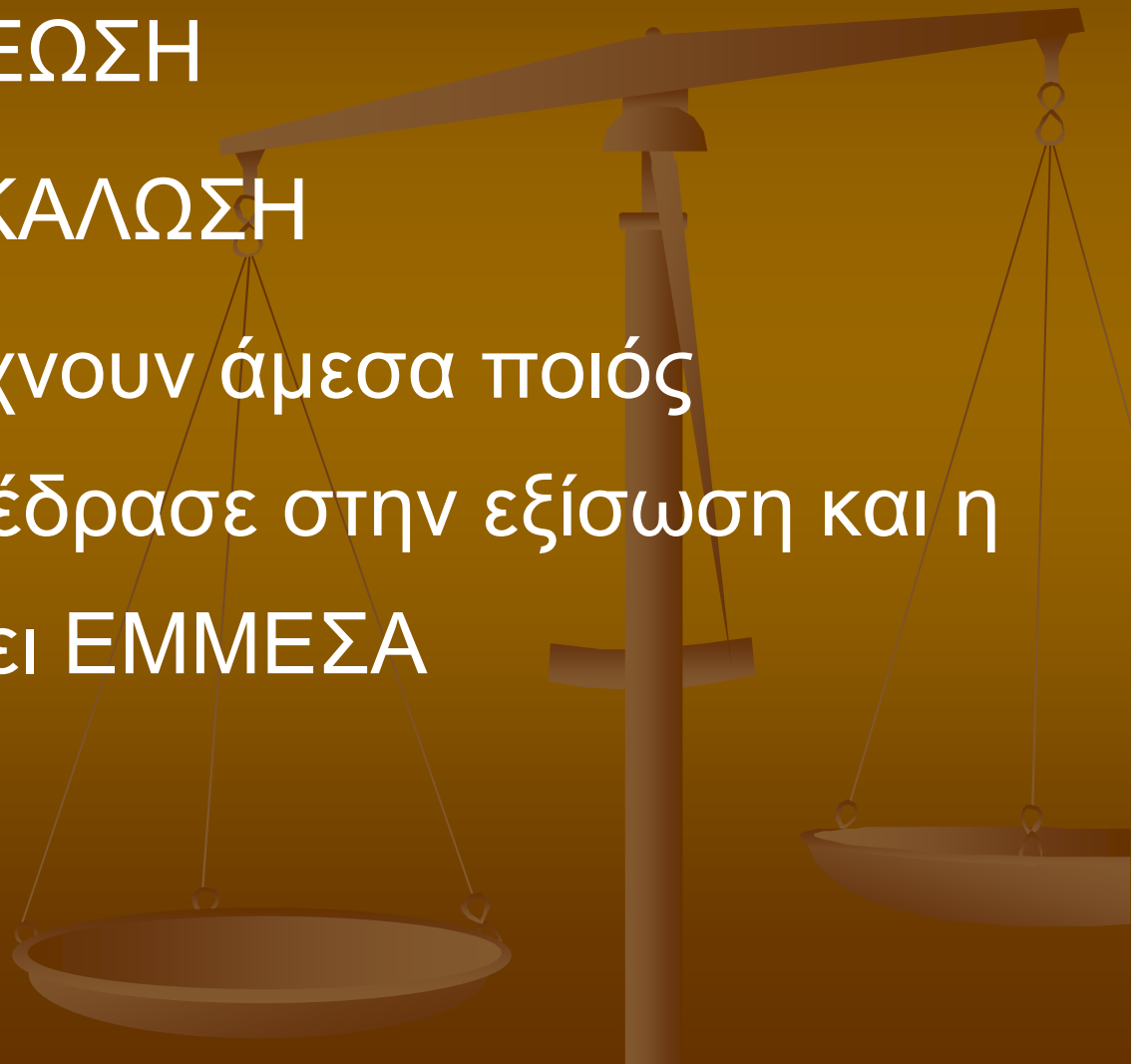
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

- pH: 7.35-7.45
- pO₂: 90-100mmHg
- pCO₂: 35-40mmHg
- HCO₃⁻: 22-26mmol/l



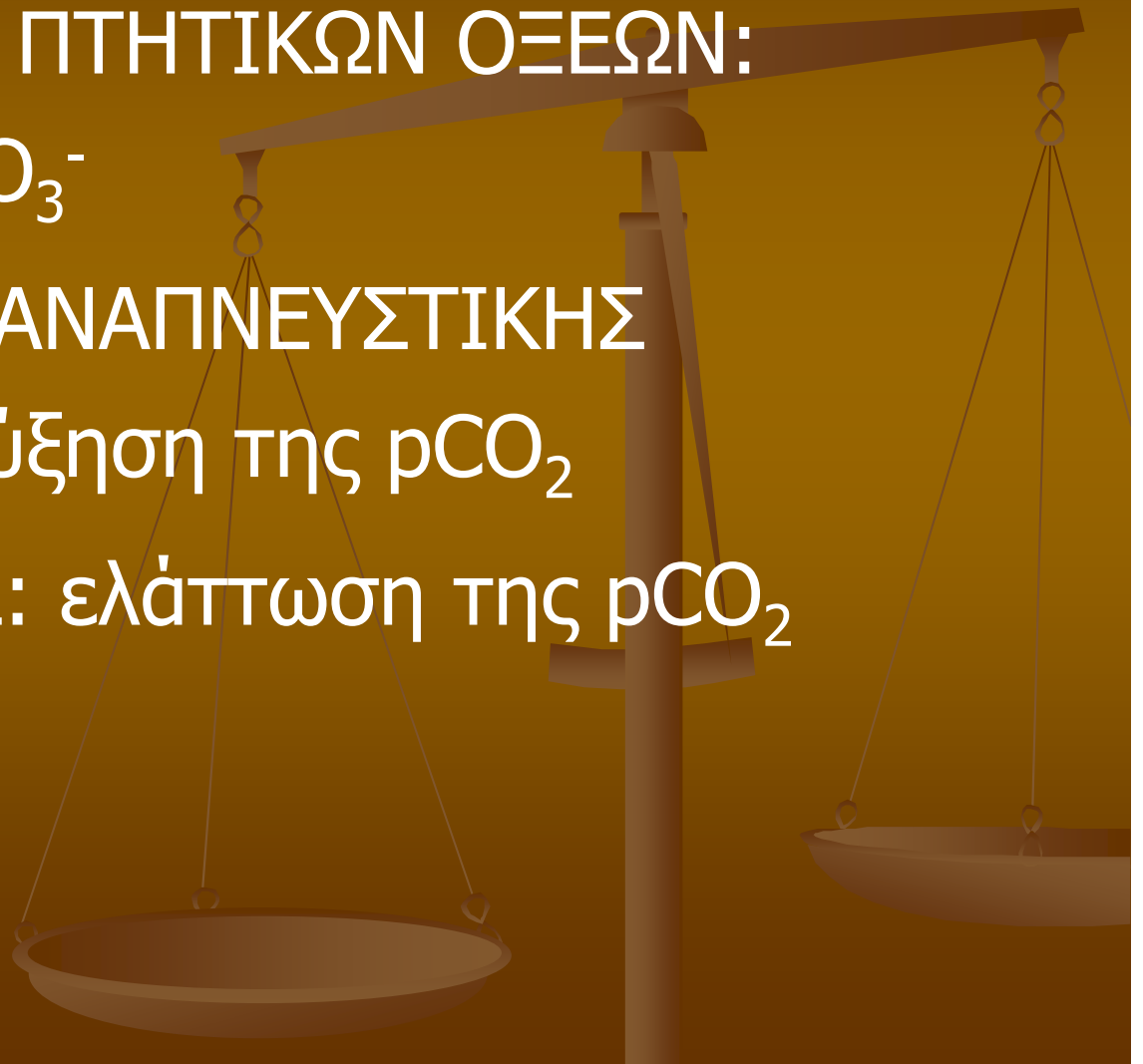
ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ (1)

- pH: <7.35 = ΟΞΕΩΣΗ
- pH: >7.45 = ΑΛΚΑΛΩΣΗ
- Οι τιμές δεν δείχνουν άμεσα ποιός παράγοντας επέδρασε στην εξίσωση και η ερμηνεία θα γίνει ΕΜΜΕΣΑ



ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ (2)

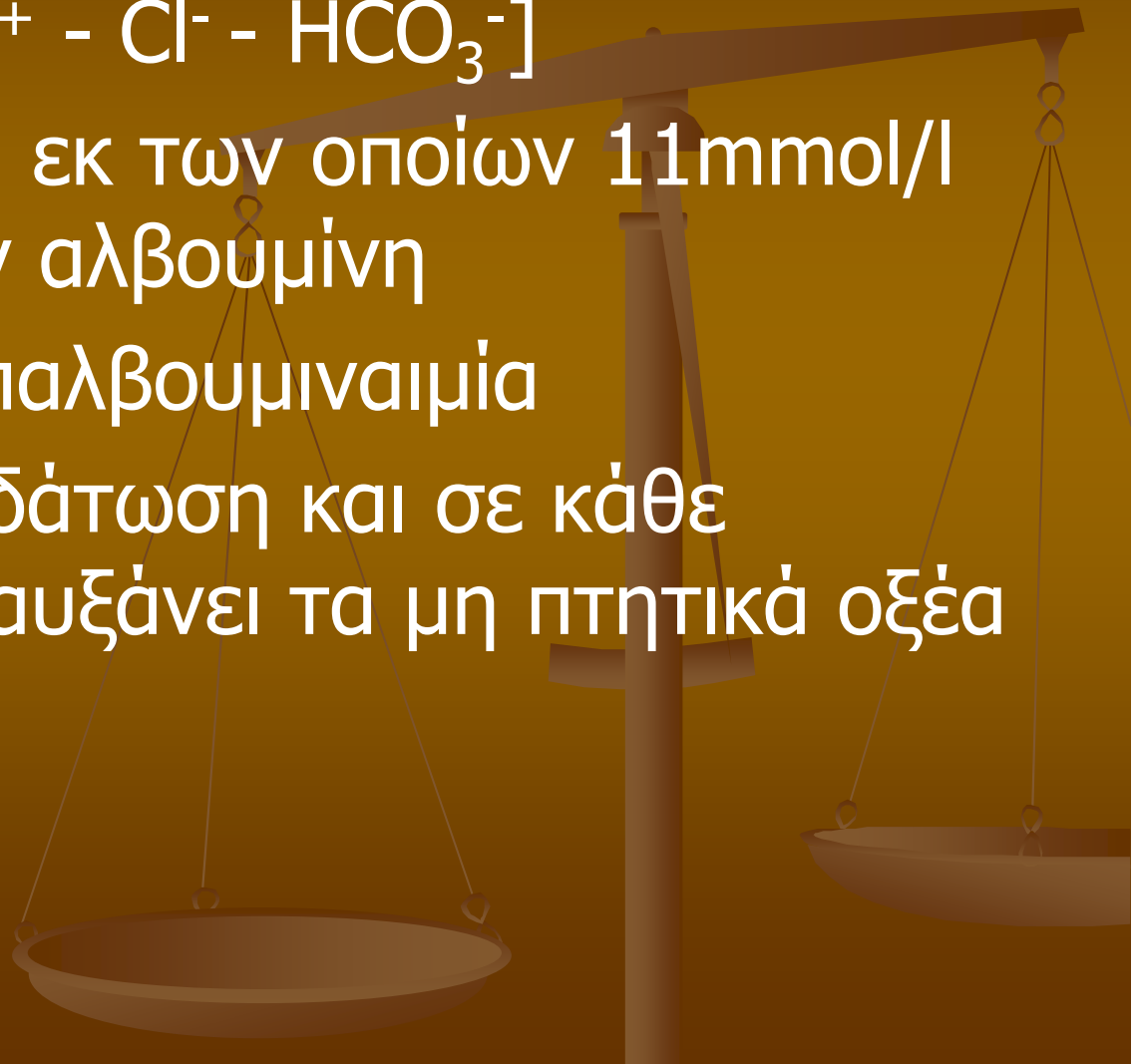
- ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΗ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ:
μείωση των HCO_3^-
- ΟΞΕΩΣΗ ΛΟΓΩ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ
ΔΥΣΧΕΡΕΙΑΣ: αύξηση της pCO_2
- ΥΠΕΡΑΕΡΙΣΜΟΣ: ελάττωση της pCO_2



ΤΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΙΟΝΤΩΝ

(Kraut & Nagami. *Clin J Ac Nephrol* 2013, 8: 2018)

- Ορίζεται ως $[Na^+ - Cl^- - HCO_3^-]$
- ΦΤ: 8-16mmol/l εκ των οποίων 11mmol/l οφείλονται στην αλβουμίνη
- Ελάττωση σε υπαλβουμιναιμία
- Αύξηση σε αφυδάτωση και σε κάθε διαδικασία που αυξάνει τα μη πτητικά οξέα

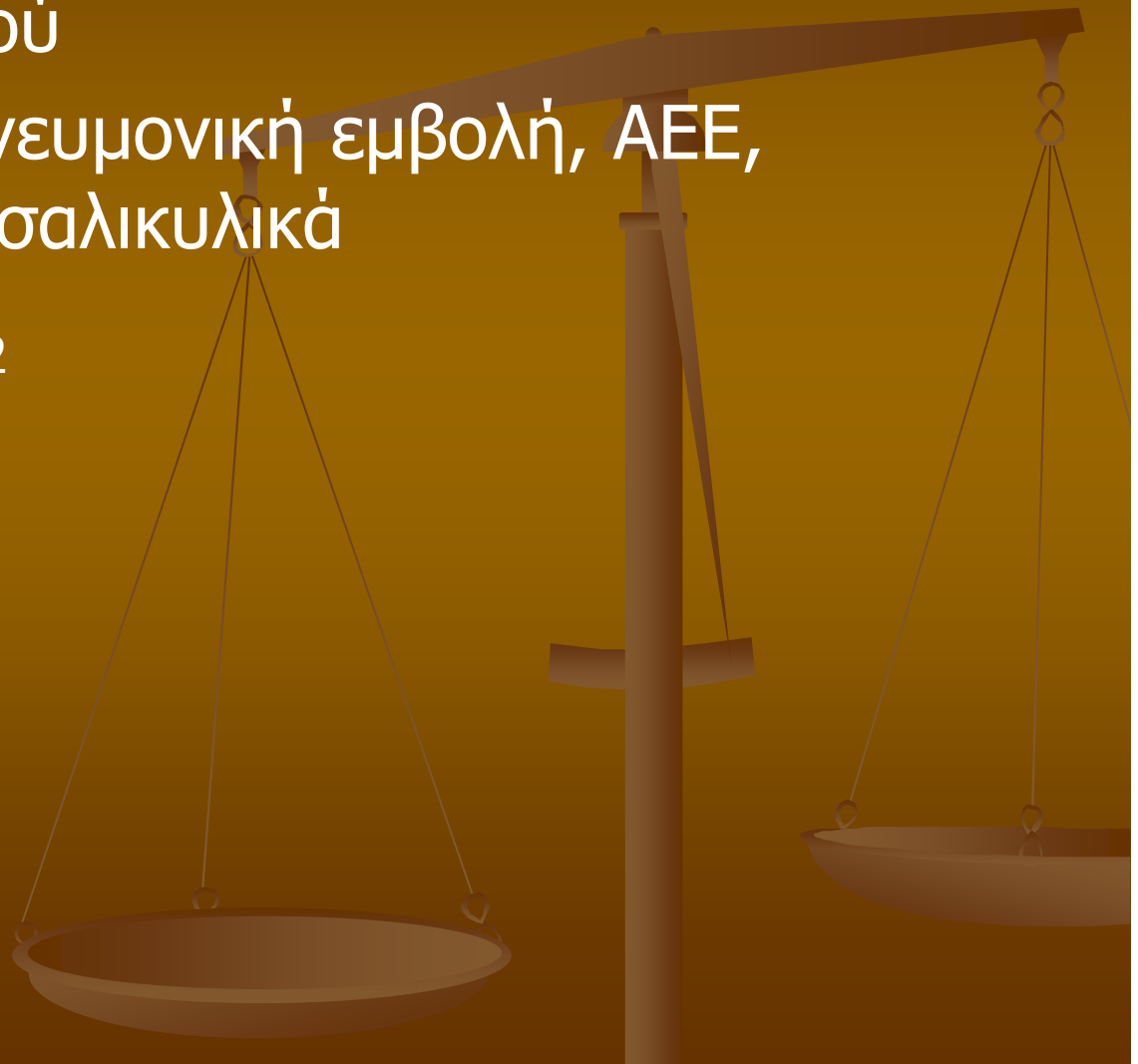


ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

- Οξέωση λόγω αδυναμίας αποβολής του CO_2 οπότε δημιουργείται διαφυγή αίματος από την κυψελίδα πλούσιου σε CO_2 (shunt)
- Πνευμονία, πνευμονικό οίδημα, ARDS, ΧΑΠ, κρίση άσθματος, περιοριστική πνευμονοπάθεια, ΑΕΕ
- $\downarrow \text{pH}$, $\uparrow \text{pCO}_2$, $\uparrow \text{HCO}_3$
- Συνήθως $\downarrow \text{pO}_2$
- Οξεία ($\downarrow \text{pH}$)
- Χρόνια (pH με σημαντική αντιρρόπηση)

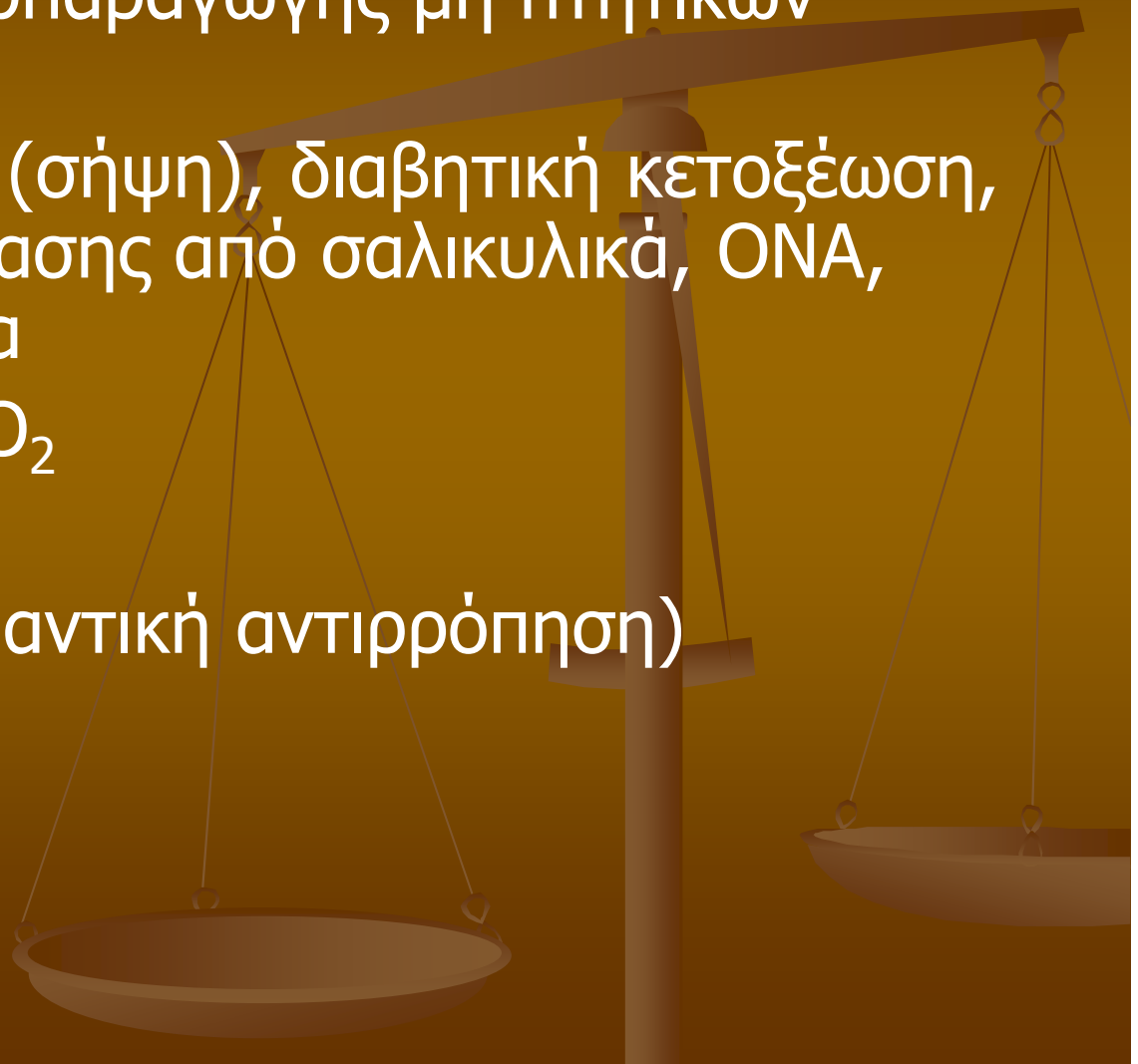
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

- Λόγω υπεραερισμού
- Υστερία, άγχος, πνευμονική εμβολή, ΑΕΕ, δηλητηρίαση από σαλικυλικά
- $\uparrow pH$, $\uparrow pO_2$, $\downarrow pCO_2$



ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

- Οξέωση λόγω υπερπαραγωγής μη πτητικών οξέων
- Γαλακτική οξέωση (σήψη), διαβητική κετοξέωση, 2η φάση δηλητηρίασης από σαλικυλικά, ΟΝΑ, ΧΝΑ, υπερκαλιαιμία
- \downarrow pH, \downarrow HCO₃, \downarrow pCO₂
- Οξεία (\downarrow pH)
- Χρόνια (pH με σημαντική αντιρρόπηση)



ΓΑΛΑΚΤΙΚΗ ΟΞΕΩΣΗ

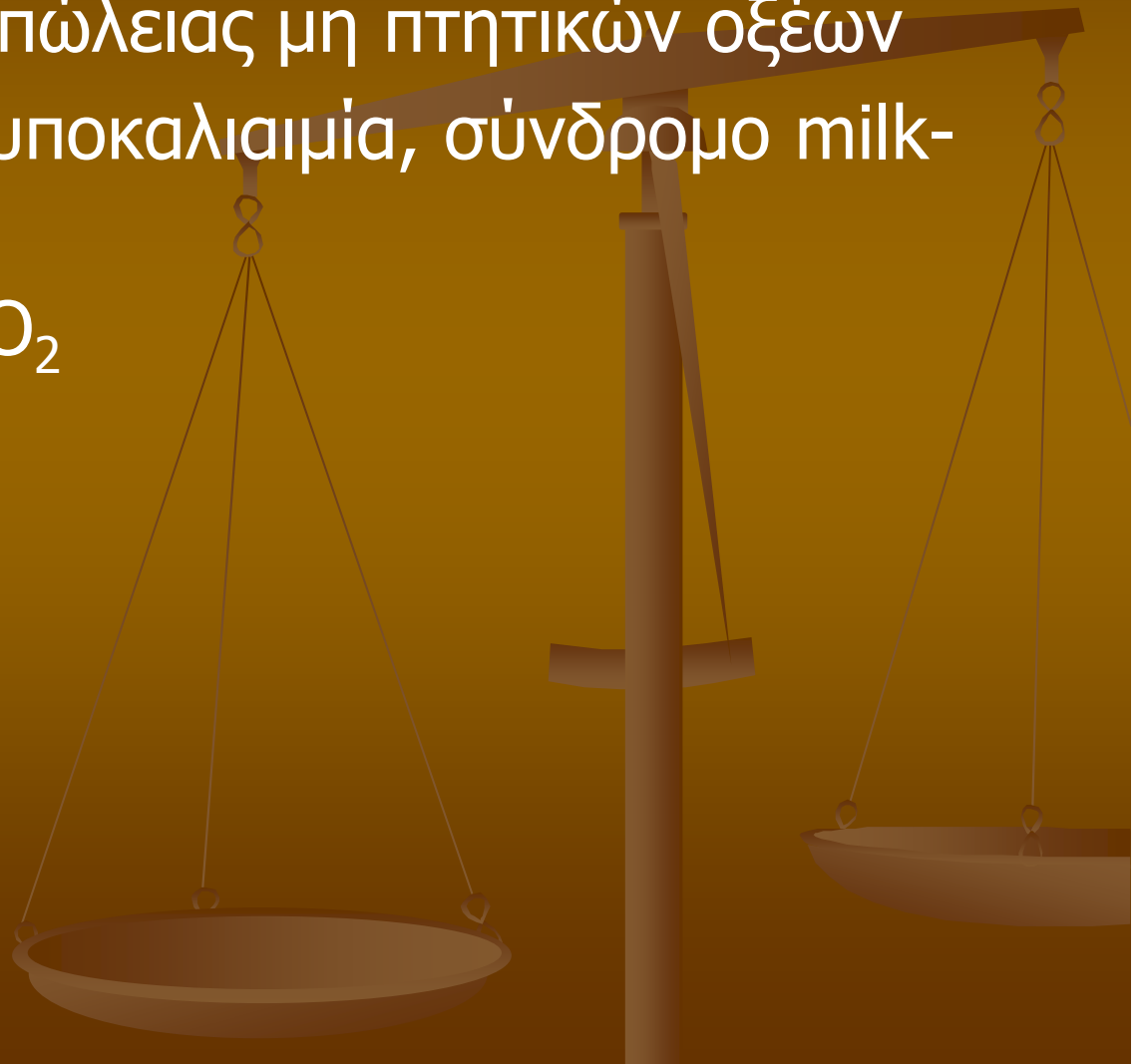
(Ingelfinger JR. *N Engl J Med* 2014, 371: 2309)

- Γαλακτικό >2.2 mmol/l
- Αυξημένο χάσμα ανιόντων

Αίτιο	Μηχανισμός
Καρδιογενής καταπληξία	↓ αιμάτωση ιστών
Σοβαρή σήψη	↓ παροχή O ₂ σε ιστούς
Δηλητηρίαση από CO	∅ οξειδωτική φωσφορυλίωση
Διάχυτη καρκινωμάτωση	↓ κάθαρση γαλακτικού σε μεταστάσεις
Μετφορμίνη, προποφόλη	↓ ηπατικής γλυκονεογένεσης

ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΛΚΑΛΩΣΗ

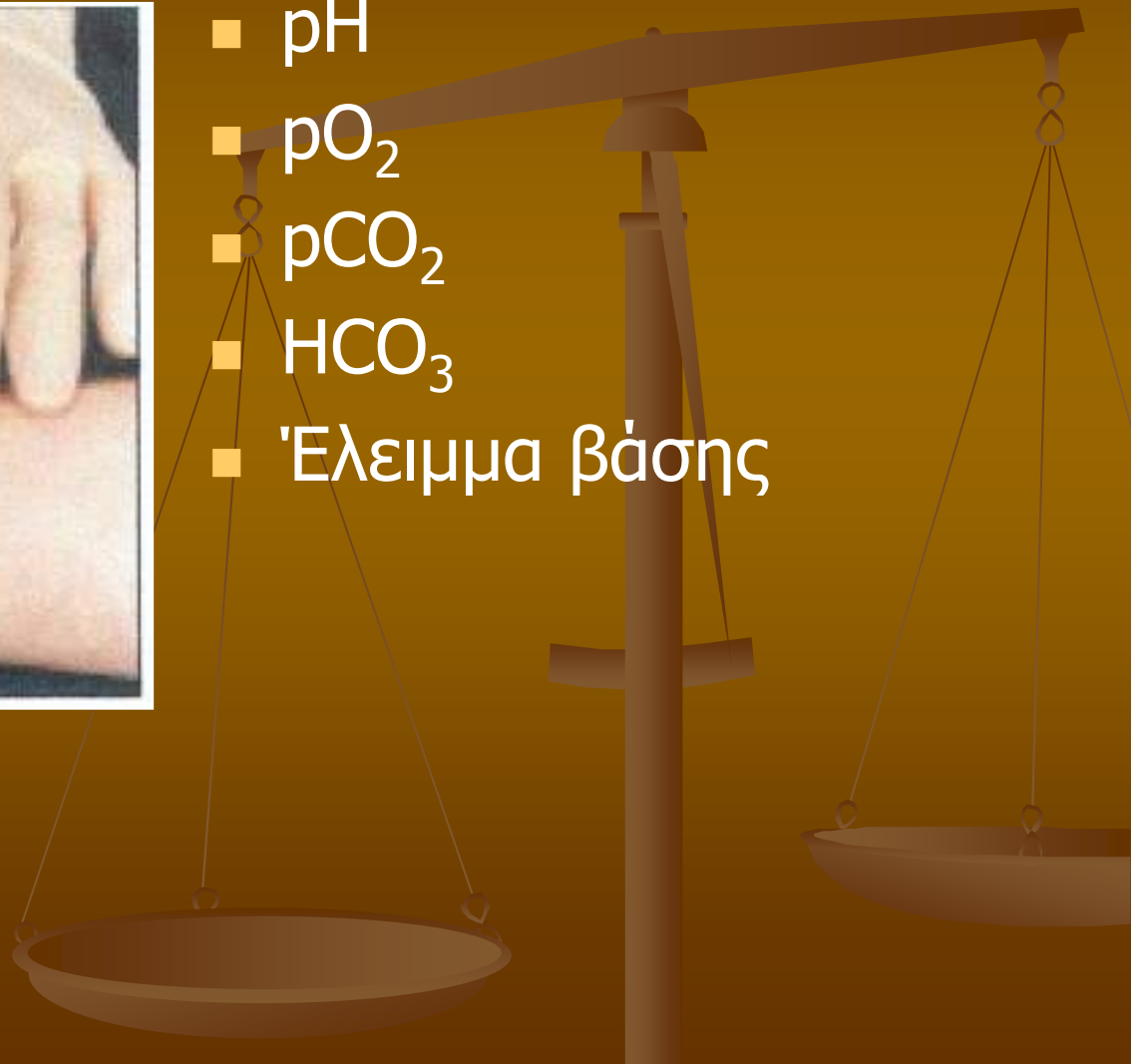
- Αλκάλωση λόγω απώλειας μη πτητικών οξέων
- Διάρροια, έμετοι, υποκαλιαιμία, σύνδρομο milk-alkali
- $\uparrow \text{pH}$, $\uparrow \text{HCO}_3^-$, $\uparrow \text{pCO}_2$



ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ

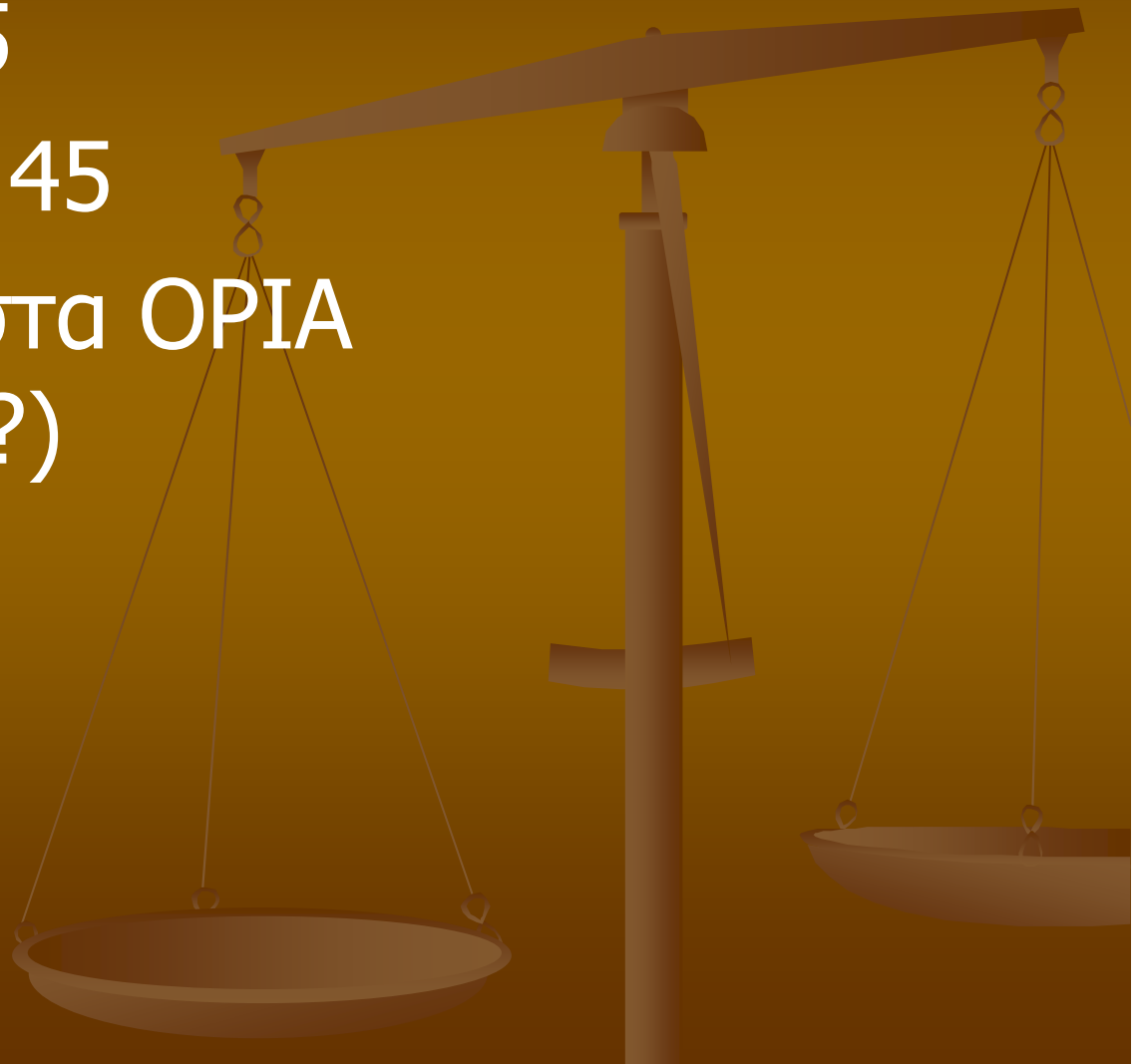


- pH
- pO_2
- pCO_2
- HCO_3
- Έλειμμα βάσης



ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ pH

- Οξέωση <7.35
- Αλκάλωση >7.45
- Φυσιολογικό στα ΟΡΙΑ
(αντιρρόπηση?)



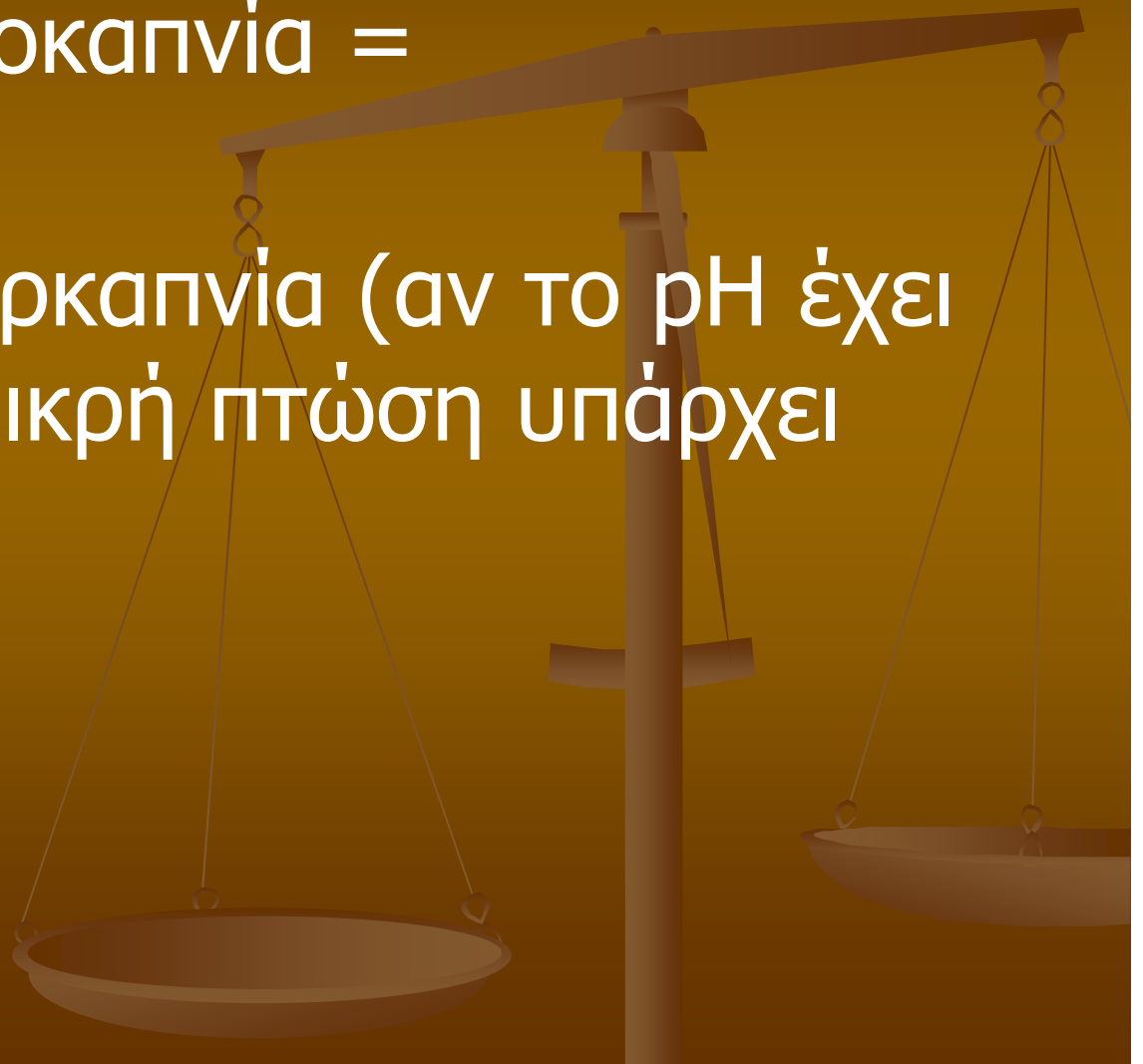
ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ pO_2

- Αν χαμηλή Υπαιρισμός
- Αν υψηλή Υπεραρισμός



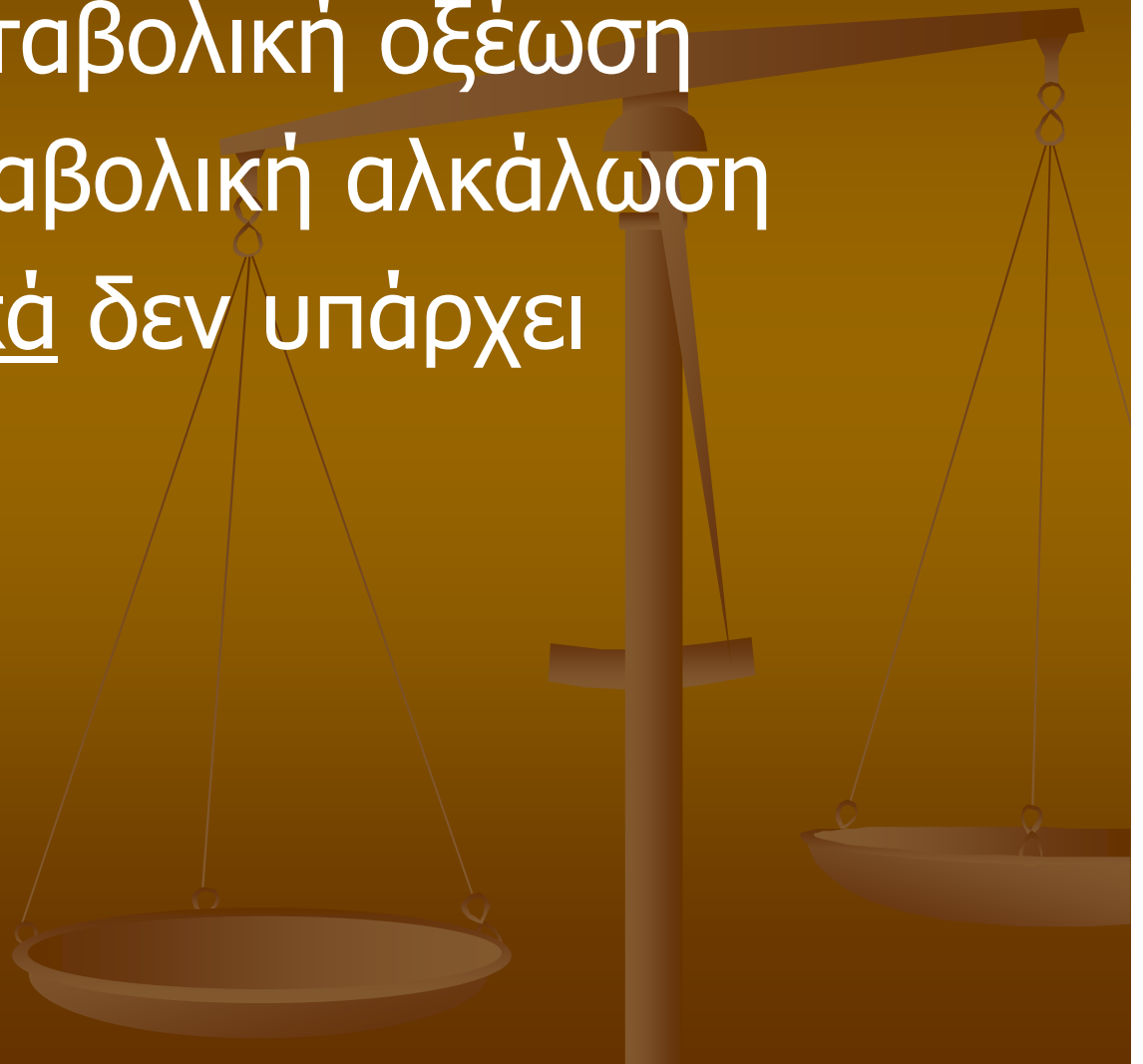
ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ pCO_2

- Αν χαμηλή Υποκαπνία = υπεραερισμός
- Αν υψηλή Υπερκαπνία (αν το pH έχει δυσανάλογη μικρή πτώση υπάρχει αντιρρόπηση)



ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΙΜΩΝ HCO_3

- Αν χαμηλά μεταβολική οξέωση
- Αν υψηλά μεταβολική αλκάλωση
- Αν φυσιολογικά δεν υπάρχει αντιρρόπηση



AN pH <7.35 ΚΑΙ:

- $\uparrow p\text{CO}_2$ αναπνευστική οξέωση
- $\downarrow \text{HCO}_3$ μεταβολική οξέωση



AN $\text{pH} > 7.45$ ΚΑΙ:

- $\downarrow \text{pCO}_2$ αναπνευστική αλκάλωση
- $\uparrow \text{HCO}_3$ μεταβολική αλκάλωση

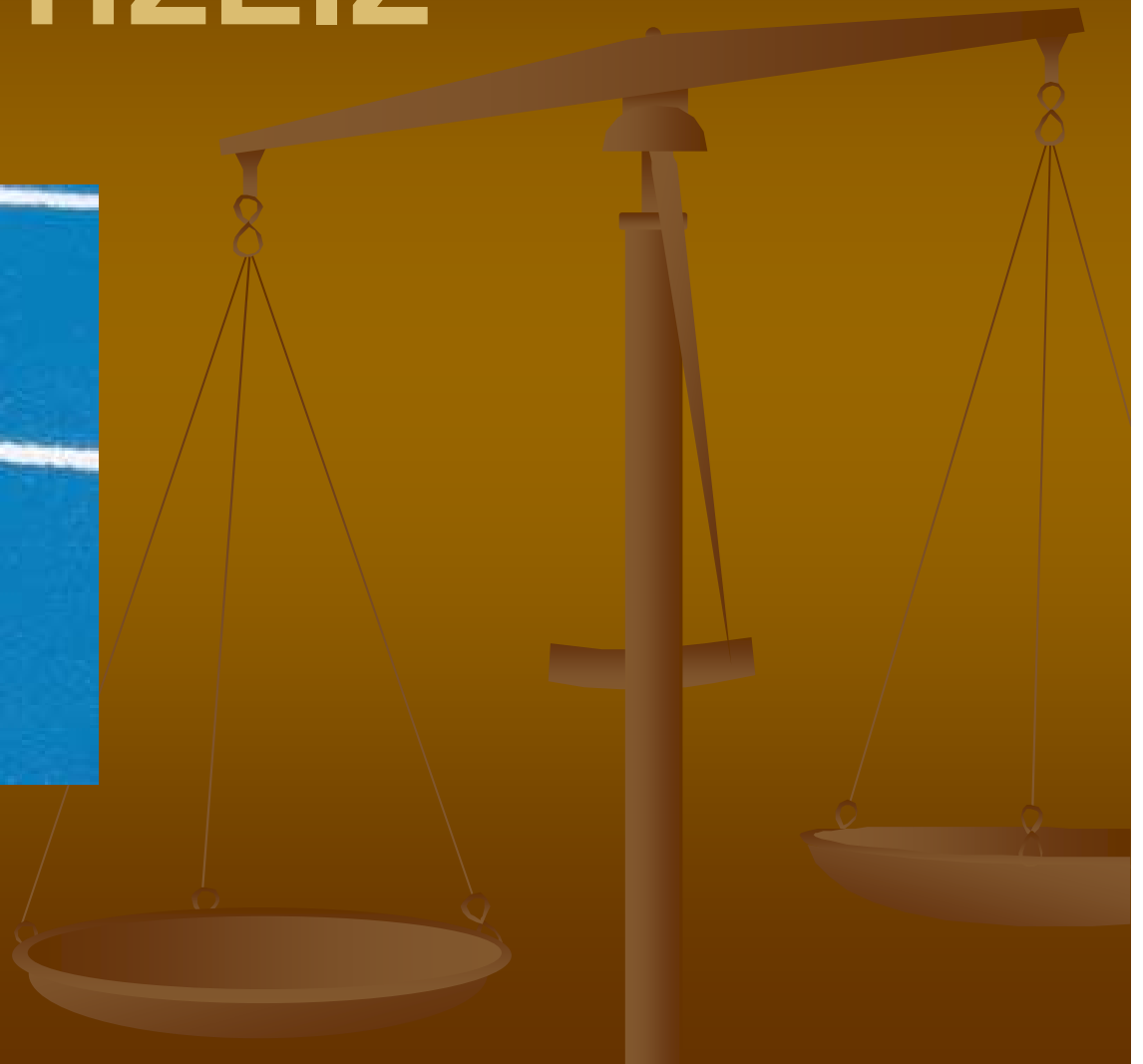


AN pH: 7.35-7.45 ΚΑΙ:

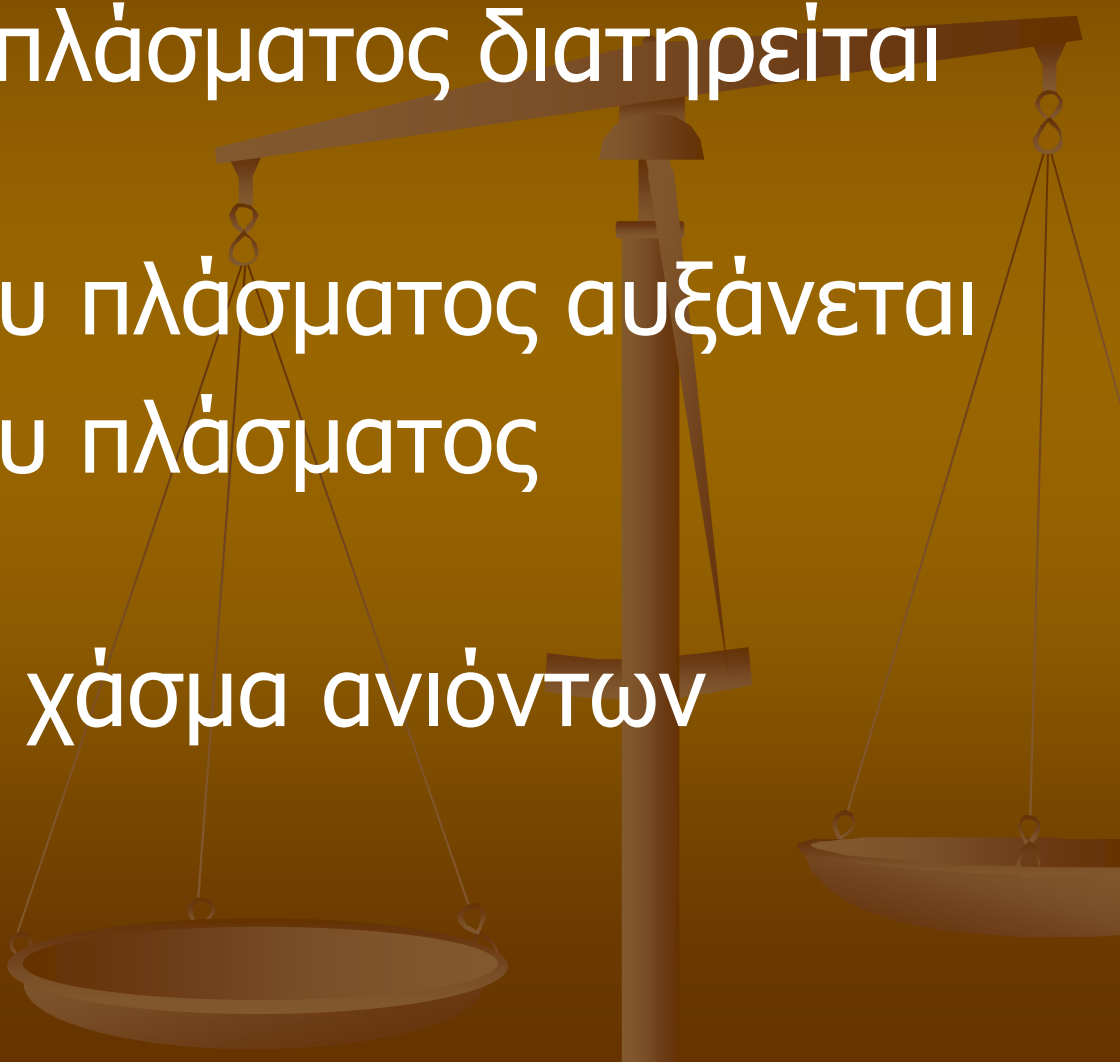
- Συνυπάρχουν παθολογικές τιμές:
μεικτή διαταραχή



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ



Καθώς αυξάνεται η $p\text{CO}_2$:

1. Η $[\text{CO}_2]$ του πλάσματος διατηρείται σταθερή
 2. Η $[\text{HCO}_3^-]$ του πλάσματος αυξάνεται
 3. Η $[\text{HCO}_3^-]$ του πλάσματος ελαττώνεται
 4. Αυξάνεται το χάσμα ανιόντων
- 

Ασθενής με pH: 7.28,
pCO₂: 60mmHg. Πρόκειται για:

1. Οξεία βλάβη
2. Χρόνια βλάβη
3. Οξεία αντιρροπούμενη κατάσταση
4. Χρόνια αντιρροπούμενη κατάσταση



Ασθενής με pH: 7.28,
pCO₂: 60mmHg. Πρόκειται για:

1. Αναπνευστική οξέωση
2. Μεταβολική οξέωση
3. Αναπνευστική αλκάλωση
4. Μεταβολική αλκάλωση



Ασθενής με pH: 7.28,
pCO₂: 60mmHg. Τι τιμή HCO₃⁻ αναμένετε;

1. 15mmol/l
2. 22mmol/l
3. 27mmol/l
4. 35mmol/l

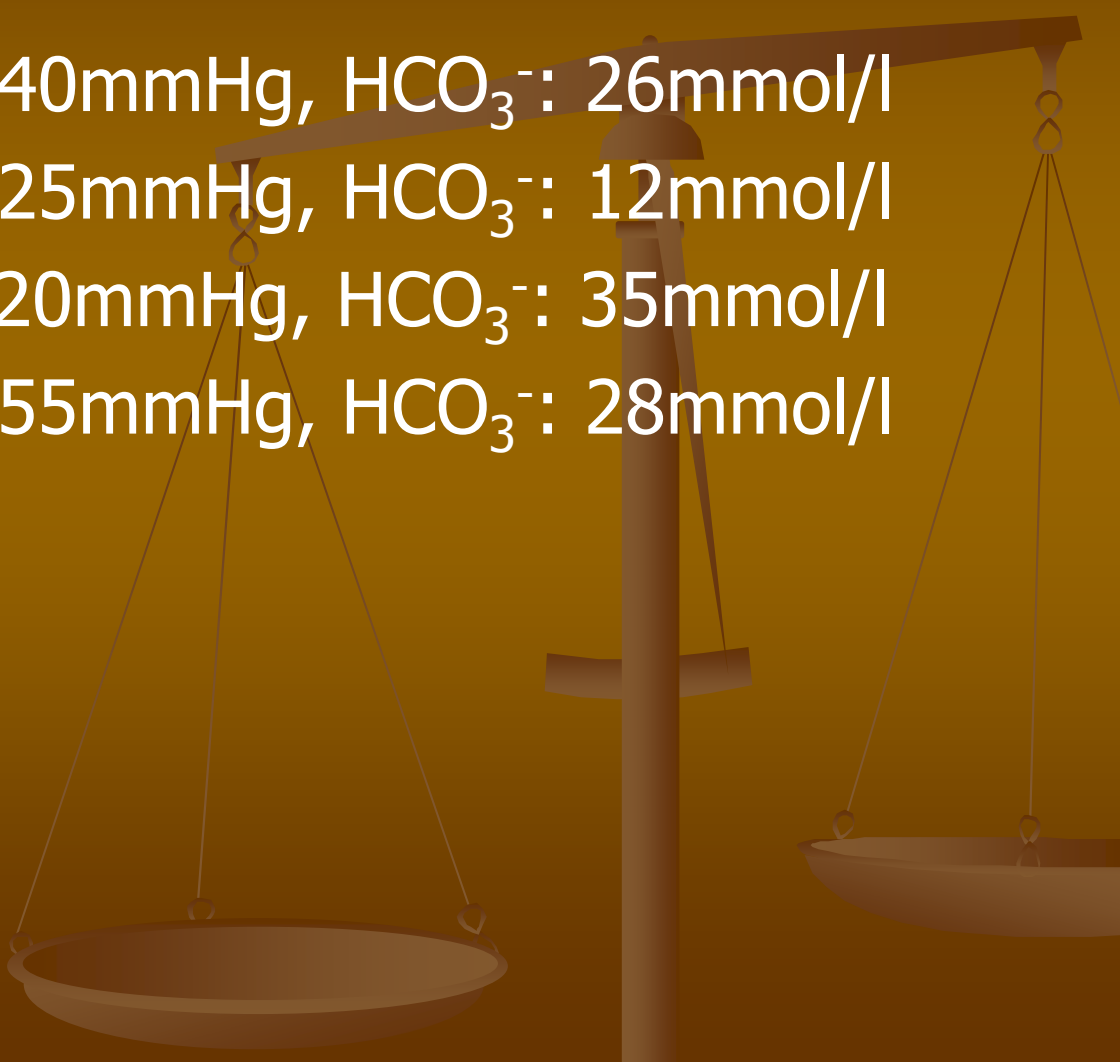


Ασθενής με pH: 7.28,
pCO₂: 60mmHg. Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

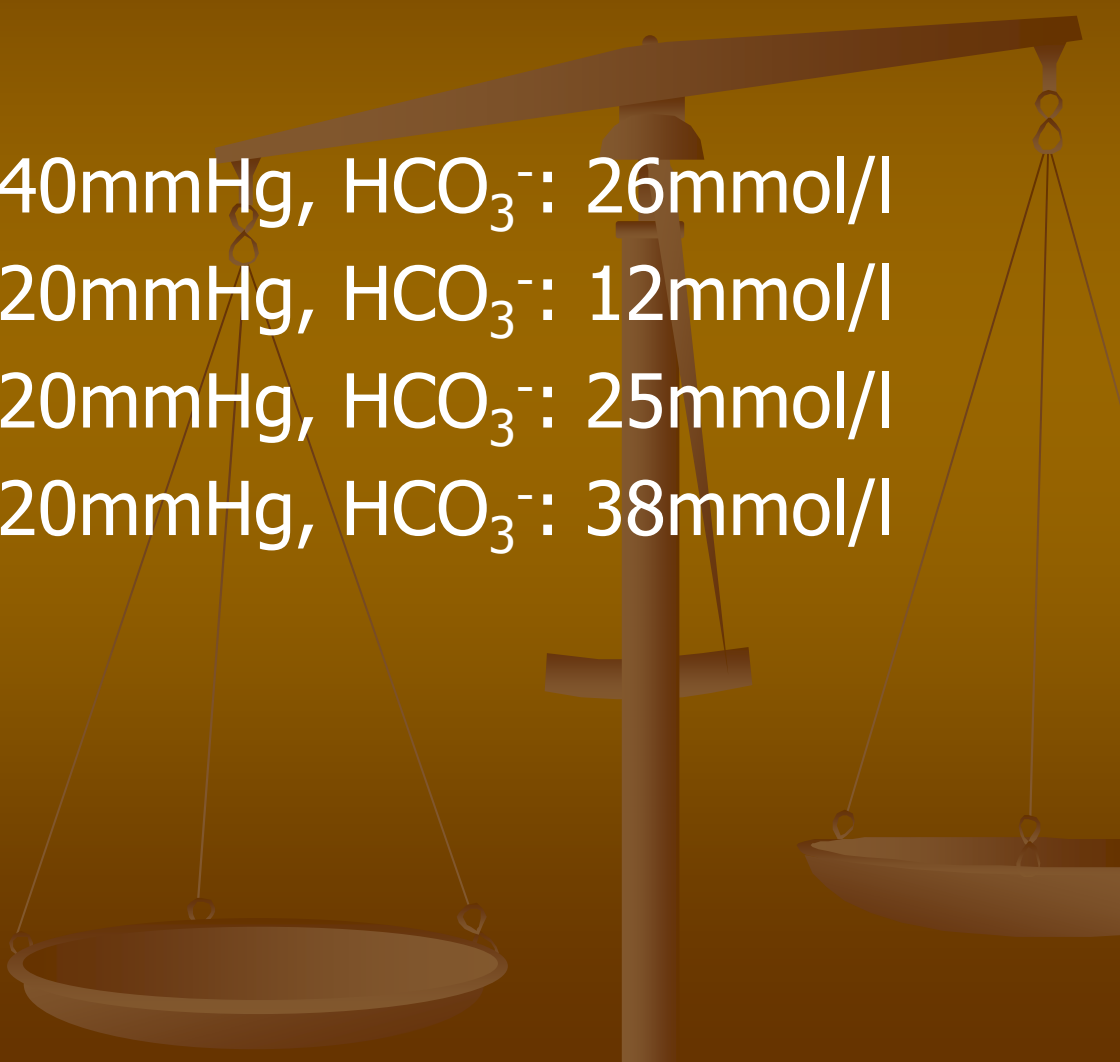
1. Σήψη
2. Πνευμονική εμβολή
3. Πνευμονία ΔΕ κάτω λοβού
4. Άγχος



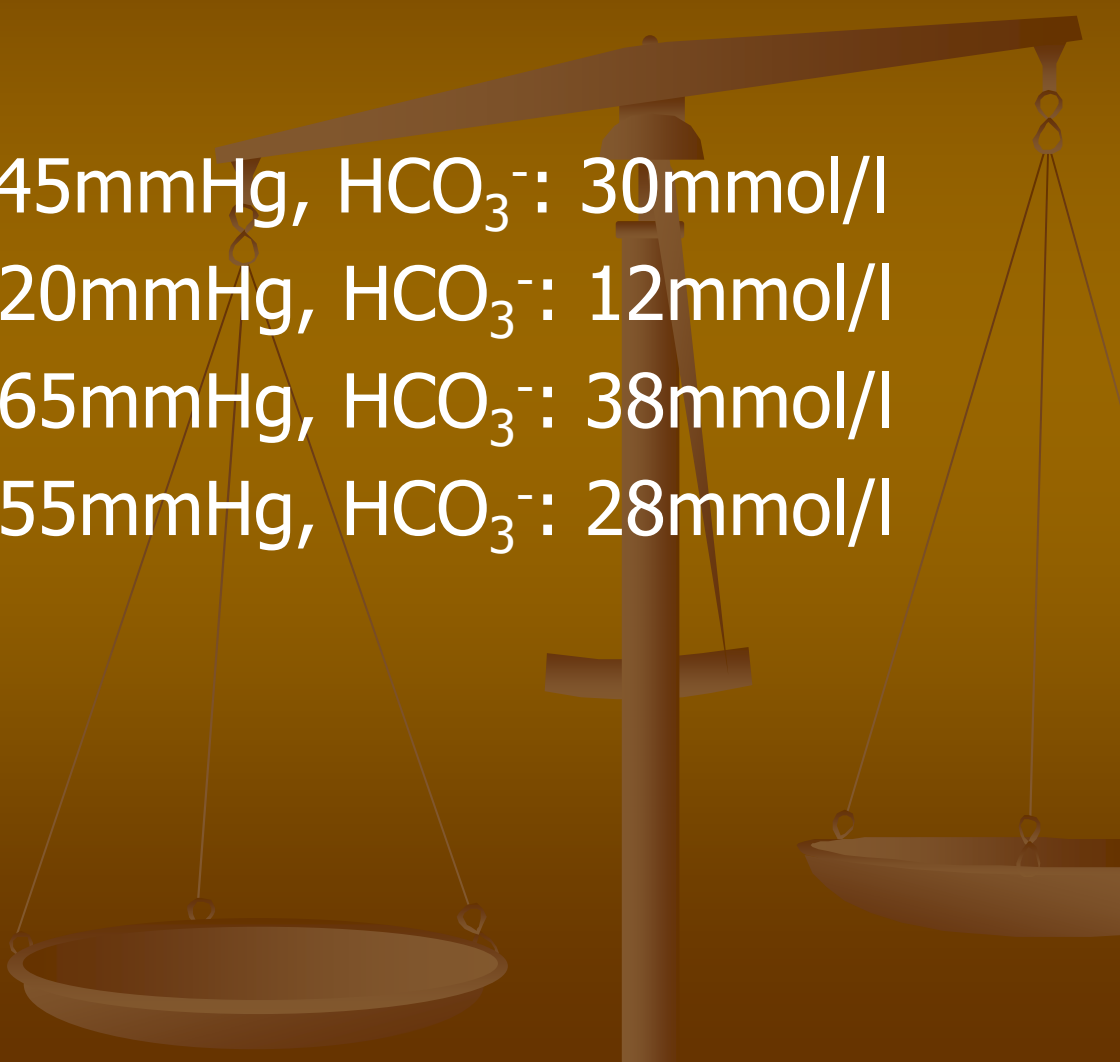
Ασθενής ανουρικός από 24ωρου. Τι τιμές αερίων αναμένετε;

1. pH: 7.45, pCO₂: 40mmHg, HCO₃⁻: 26mmol/l
 2. pH: 7.31, pCO₂: 25mmHg, HCO₃⁻: 12mmol/l
 3. pH: 7.47, pCO₂: 20mmHg, HCO₃⁻: 35mmol/l
 4. pH: 7.25, pCO₂: 55mmHg, HCO₃⁻: 28mmol/l
- 

Ασθενής μετά αεροπορικό ταξίδι εκδηλώνει αιφνίδια δύσπνοια. Τι τιμές αερίων αναμένετε;

1. pH: 7.45, pCO₂: 40mmHg, HCO₃⁻: 26mmol/l
 2. pH: 7.31, pCO₂: 20mmHg, HCO₃⁻: 12mmol/l
 3. pH: 7.43, pCO₂: 20mmHg, HCO₃⁻: 25mmol/l
 4. pH: 7.55, pCO₂: 20mmHg, HCO₃⁻: 38mmol/l
- 

Ασθενής με ΧΑΠ από 10ετίας. Τι τιμές αερίων αναμένετε;

1. pH: 7.47, pCO₂: 45mmHg, HCO₃⁻: 30mmol/l
 2. pH: 7.31, pCO₂: 20mmHg, HCO₃⁻: 12mmol/l
 3. pH: 7.39, pCO₂: 65mmHg, HCO₃⁻: 38mmol/l
 4. pH: 7.25, pCO₂: 55mmHg, HCO₃⁻: 28mmol/l
- 

pH: 7.25, pCO₂: 45mmHg, HCO₃⁻: 12mmol/l.
Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

1. Σοβαρή Σήψη
2. Διαβητική κετοξέωση
3. Διάρροιες
4. Τα δύο πρώτα



pH: 7.38, pCO₂: 33mmHg, HCO₃: 15mmol/l.
Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

1. Σοβαρή Σήψη
2. ΧΝΑ
3. Διάρροιες
4. Τα δύο πρώτα



pH: 7.42, pO₂: 52mmHg, pCO₂: 22mmHg.
Ποιο είναι το πιθανότερο νόσημα;

1. Σοβαρή Σήψη
2. Πνευμονία
3. Διάρροιες
4. Πνευμονική εμβολή

