

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا



RESPIRATORY SYSTEM

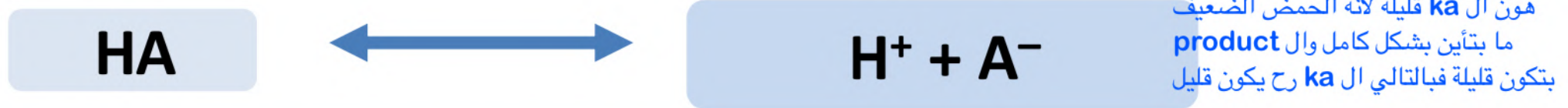
HAYAT BATCH

SUBJECT : Biochemistry
LEC NO. : 3
DONE BY : Bahaa obeidet - vein
Baraa safi Hayat

مش مهم كثير بس رح يفهمنا ال **ph** تبع ال **buffer** كيف بنحسب والدكتور حكت انه
 دكاترة الفسيو همه الي حكولها تضيف المعادلات هاي بس الدكتور حكت رح تحكي لنا
 شو بدنا منهم بالزبط

pH of Buffers

- The dissociation of weak acids is a reversible reaction that obeys the law of mass action:



where [H⁺] is the concentration of hydrogen ions, [A⁻] = the concentration of anions or conjugate base, and [HA] is the concentration of undissociated molecules.

Thus, at equilibrium:

ال **HA** عبارة عن الحمض الي مش متفكك
 مثال عليها **H2CO3**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}, \quad [H^+] = \frac{K_a [HA]}{[A^-]}$$

ال **H⁺** هي ناتجة من تفكك الحمض الضعيف

ال **A⁻** هي ايضا عبارة عن **conjugated base**
 ناتجة من تفكك الحمض فهي هون

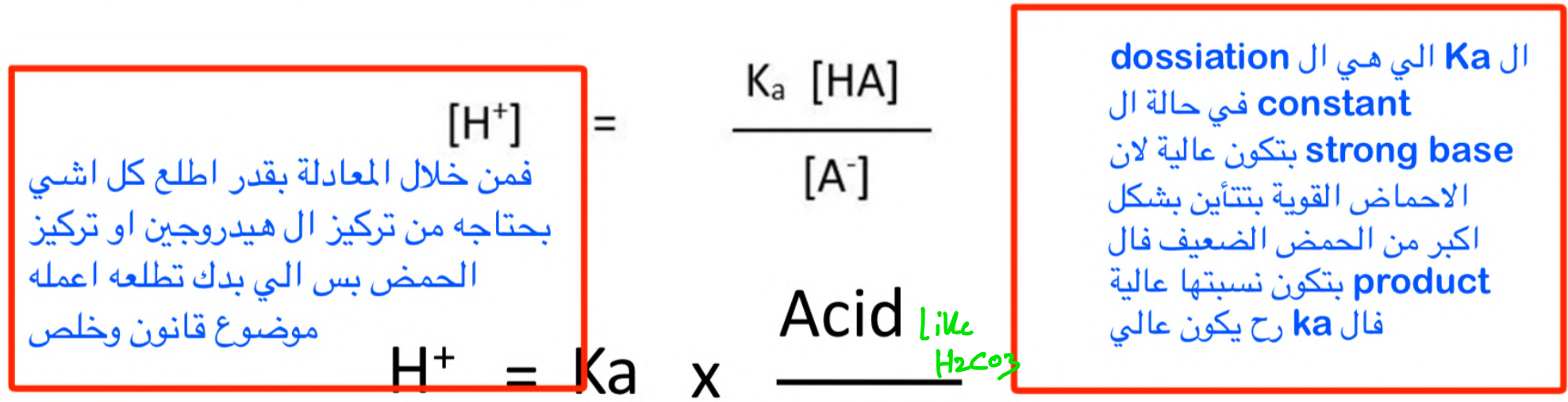
بتمثل ال **Hco3** (أي قاعدة العالم بتتحد مع ال **H⁺** عشانه تخلييني حمض. سميتها (conjugated base))

كيف نحدد ال pH لل bicarbonat buffer system فاليكن ال bicarbonat buffer system

لما يكون عندي weak acid زي مثلاً ال H_2CO_3 والتفكك
تبع اي حمض ضعيف بكون تفكك جزئي يعني التفاعل
reversible

طب ايش معنى the law of mass action معناها هي انه
at equilibrium ال ratio بين ال concentration
تبع المتفاعلات الي هو (HA) وال concentration تبع
النواتج is constant نسبة المتفاعلات للنواتج ثابتة وتم
تسميته ال ka وهو ال dissociation constant

- Where K_a is the dissociation constant of the acid. Stronger acids have a higher K_a .



Taking – log this equation we get:

$$-\log [H^+] = -\log K_a + -\log \frac{\text{Acid}}{\text{salt}}$$

PH is the power of Hydrogen

المعادلة هي بتتنطبق على ال weak acid وعلى اي محلول يحتوي على هذا ال weak acid ايش بقصد انا بأي محلول يحتوي على هذا ال weak acid بقصد ال buffer واهمها bicarbonate buffer system

$$-\log [H^+] = -\log K_a + -\log \frac{\text{Acid}}{\text{salt}}$$

اضفنا ال \log - لانه تعريف
 تعريف ال ph هو $-\log H^+$

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{\text{Salt}}{\text{Acid}}$$

هون السالب راحت لانه قلبنا بين
 ال ملح وال حمض

The relationship between pH, pKa, concentration of acid and conjugate base (or salt) is expressed by the

Henderson-Hasselbalch equation.

هاي المعادلة بتوضح العلاقة بين ال ph و ال pka والتركيز تبع الحمض والتركيز تبع ال base تبع ال buffer system تباعي

Application of the Equation

بقدر اطلع اي طرف مجهول من هاي المعادلة ما دام معي باقي اطراف المعادلة

i. The pH of a buffer on addition of a known quantity of acid and alkali can, therefore, be predicted by the equation.

انه ممكن اعرف ال **PH** من هاي المعادلة
اذا كان الحمض وال alkali معلومة

ii. Moreover, the concentration of salt or acid can be found out by measuring the pH.

iii. The Henderson-Hasselbalch's equation, therefore, has great practical application in clinical practice in assessing the acid-base status.

$$pK_a \text{ of } H_2CO_3 = \frac{6.1}{10} = 0.61$$

- كما نرى منه ان (Application of Equation) انما عندي جهاز اسمه (Blood Gas Analyzer)

هذا الجهاز بقيس لنا حاجات بار (Blood) طيب شو همه؟! (Gases, PH, HCO₃ and H₂CO₃)
PO₂ PCO₂ etc

بطلع كم نسبهم بالدم، ومنه صيغاته أنه بقيس ان (PH) بصنعتهم الشهرة عند حريرة ان (Electrode) خاصه

وبقدر يقيس ان (HCO₃) من علاقه مع ان (PCO₂)، طيب كيف بقدر يقيس ان (HCO₃)؟! عذره حريرة

عند حريرة معادله ان (Henderson-Hasselbalch's equation) طيب كيف؟!!

مهو ان (PH) الجهاز بقية و ان (pKa) معروف و ان (Acid) = (H₂CO₃) طلعنا من قياس

الجهاز لا (PCO₂)، بقى ان (HCO₃) الجهاز ما يصبه، الجهاز بقى من هذه المعادله (H-H E)

اللهم نصرنا قريبا



عِيدُنَا عِيدُ نَصْرٍ
وَقَوْلُنَا قَوْلُ فَصْلِ
وَوَعْدُ اللَّهِ آتٍ



كل عام وأنتم
بألف خير

RESPIRATORY REGULATION OF pH

- **The Second Line of Defense**

- i. This is achieved by changing the $p\text{CO}_2$ (or carbonic acid, the denominator in the equation). The CO_2 diffuses from the cells into the extracellular fluid and reaches the lungs through the blood.
- ii. The rate of respiration (rate of elimination of CO_2) is controlled by the chemoreceptors in the respiratory center which are sensitive to changes in the pH of blood.
- iii. When there is a fall in pH of plasma (acidosis), the respiratory rate is stimulated resulting in hyperventilation. This would eliminate more CO_2 , thus lowering the H_2CO_3 level.
- iv. However, this cannot continue for long. The respiratory system responds to any change in pH immediately, but it cannot proceed to completion.

هيك بنكون خلاصنا ال **buffer system** رح نبليش
هسا بال **second line of defense**

لهبجاهو ما بقدر لحاله يعمل صهاي الوظيفه لازم
تاعده ال (Kidney). تذكر سبق وقلنا أنه ال (HCO_3)
is a metabolic component regulated by the kidneys
عشان لو زادت نسبة ال (H_2CO_3) تبدأ تعلق نسبة ال (HCO_3) عشانه تحافظ على نسبة

نتخيل انه احنا دخلنا في **acidosis** كيف ال **respiratory system** رح يساعدي عن
طريق اول اشني بده يتدخل ال **buffer system** وخفف شوي من حدة ال **acid** الي دخل
لجسمنا بس ما زال عندي **acidosis** فال **respiratory system** يشتغل عن طريق تغيير
ال **respiratory rate**

انا عندي **chemoreceptor** موجودة في ال **respiratory center** بكونو هذول ال
receptor كثير **sensitive** لاي تغير في ال **ph** هسا بما انو ال **buffer system** بس
خفف من حدة ال **acidosis** لكن لكن مازال عندي **acidosis** فشوبصير
الي بصير انه ال **chemoreceptor** بتتحفز فلما تتحفز رح تتخلص من شوية **CO2** لانه انا
لما اتخلص من ال **CO2** بكون بقلل ال **H2CO3** فلما يقل ال **H2CO3** يعني انا برجع ال
ratio قريب من 20 الى 1

طب كيف بتعمل هيك ال **receptor** عن طريق انها بتعملي **hyperventilation** يعني بصير
يتنفس بسرعة وهيك بطلع ال **CO2** وبقلل ال **H2CO3** واذا صار انه بدي ارفع ال **ph** رح يقل ال
rate of respiration

Acidosis

معنى ال **acidosis** انه ال **ph** في الدم يكون اقل من **7.35**

- Acidosis is a condition in which the blood pH becomes < 7.35 .
- It usually results from the formation or absorption of acids at a rate exceeding that of their neutralization and elimination.
- It may also result from the loss of excessive amounts of bases from the body. او انه بسبب انه الجسم بخسر كميات كبيرة من ال base
- Acidosis may be **respiratory** or **metabolic**.

طب كيف ممكن يصير عندي **acidosis** اما انه بصير اكون **acid** بكميات كبير صعب انه الجسم يعادلها او انه يطلعها لبرا او انه الجسم بمتص كميات كبيرة من ال **acid** بحيث الجسم ما بقدر يعادلها او يطلعها

يعنى المشكلة بتكون بالجاز التنفسى عشان هيك بصير ال **acidosis**

Respiratory acidosis

- It is caused by increased plasma H_2CO_3 due to failure of the lungs to excrete CO_2 at the proper rate.

لما يكون عندي مشكلة بالجهاز التنفسي رح يزيد
عندي ال **H_2CO_3** بسبب انه ال رتتين مش قادرة
تطلع ال **CO_2**

- This occurs in pneumonia, emphysema, asphyxia, bronchial asthma, and inhibition of the respiratory center as in morphine poisoning.

وهاي بعض الامراض الي ممكن
تسوي لي مشكلة بالرتتين وتخليها
غير قادرة على التخلص من ال
 CO_2

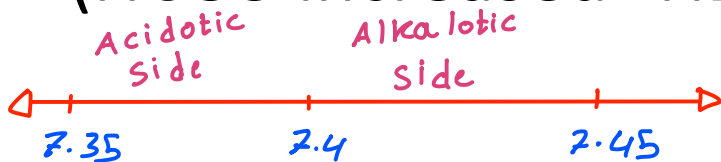
- In respiratory acidosis we first get decreased plasma ratio of $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$.
- The blood pH decreases and the condition is called uncompensated respiratory acidosis.

(HCO_3^- normal--- H_2CO_3 increased---pH < 7.35)

This stimulates the kidneys to reabsorb more HCO_3^- , increasing the plasma HCO_3^- till the ratio $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ approaches 20:1.

The blood pH is now near normal but the alkali reserve HCO_3^- is increased and the condition is called compensated respiratory acidosis.

(HCO_3^- increased-- H_2CO_3 increased---pH near 7.35)



(PH)

لو رجعنا ال range بين ال (7.35 - 7.45) هذا الـ
complete compensate respiratory Acidosis

ولو ما قدرنا نرجعه لـ range مثلاً كانه (7.34) الـ
partial compensate respiratory system

✓
Absolute
Normal

كُونْفُزْ اِلْ اِيْشِي
بالـ Alkalosis

اول اشني رح يصير انه رح يقل ال ratio

اذا لقيت ال **ph** اقل من **7.35** لانه اول اشني لازم. اشوفه بالتقرير هو ال **ph** طيب انا بعد ما شفت ال **ph** هيك فرح اقرر انه هذا الشخص عنده **acidosis** طب بدي اعرف ال **data** الباقية بشوف **H2CO3** اذا لقيتها زايدة عنده معناته عنه احتباس لل **co2** فالمشكلة عنده **respiratory** لو شفت ال **HCO3** ولقيتها **normal** فهذا الشخص عنده **respiratory acidosis** بس الجسم ما تعامل معها مشان يصلحها فبسموها **uncompensated respiratory acidosis**



طب ايش يعني ما تعامل معها مشان يصلحها جملة غريبة صح

يعني الجسم بواجه مشكلة في التخلص من حال ال **acidosis** بسبب انه ال **respiratory system** مش شغال فبيجي دور ال **kidney** تشتغل

معناها انه انا لما ال **ph** تقل نتيجة زيادة ال **H2CO3** الجسم رح يرفع تركيز ال **HCO3** مشان يرجع ال **ratio** ل **20** الى **1** لانه زاد عندي المقام فلازم ازيد البسط عن طريق ال **kidney** بتعمل **reabsorb** لل **HCO3** لكن هون ال **ratio** صح رجع قريب من **20** الى **1** لكن بتراكيز مختلفة انا زودت ال **HCO3** وزودت ال **H2CO3** فانا زبطت ال **ph** وخليته **near** لل **7.35** لكن تميل الى ال **acidic side** احنا بنصلح لكن ما بنقدر نصلح **full compensation** لو قدرت ارجع ال **ph** لل **normal** يعني **7.4** بسميه **complete compensation**

طب ال **compensated respiratory acidosis** يقسم لقسمين واحد اسمه **partial** والثاني اسمه **complete** الفرق بينهم هي قيمة ال **ph** يعني لو كان ال **ph** قريب من **7.35** وقريب من ناحية ال **acidosis** هذا يكون **partial** اما اذا كان ال **ph** يكون **7.4** بس مشان ما نتلخبط خلص الثنتين تحت مسمى **compensated**

Alkalosis

- It is a condition in which the blood pH becomes > 7.45 .
- It usually results from the loss of excessive quantities of acids from the body.
- It may also result from the absorption or formation of bases inside the body at a rate exceeding that of their neutralization and elimination.
- Alkalosis may be **respiratory** or **metabolic**.

ال **alkalosis** صار نتيجة اما بنفقد ال **acid** الي بجسمنا او بنعمل كميات كبيرة من ال **basis** الي الجسم بكون غير قادر انه يعادلها او يطلعها برا الجسم

Respiratory alkalosis

- It is caused by decreased plasma H_2CO_3 due to increased loss of CO_2 through the lungs.
- This occurs in any condition leading to hyperventilation such as fevers, encephalitis, going to high altitudes, hysterical hyperventilation, and early stages of salicylates poisoning. → Hyperventilation → Respiratory Alkalosis

هون عكس ال **acidosis** ال H_2CO_3 قليل فال **ratio** رح تزيد لانه قللنا ال مقام فرح ادخل ب **alkalosis** طب ايش الي بخلي ال H_2CO_3 يقل انه يفقد ال **co2** كثير من ال **lung** طب ايش الحالة الي بتخلي ال **lung** تفقد **co2** كثير ، كل حالات ال **hyperventilation**

- In respiratory alkalosis we first get increased plasma ratio of $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$. the blood pH increases and the condition is called **uncompensated respiratory alkalosis.**

(HCO_3^- normal--- H_2CO_3 decreased---pH>7.45)

This inhibits the renal tubular reabsorption of HCO_3^- decreasing the plasma HCO_3^- till the ratio $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ approaches 20:1

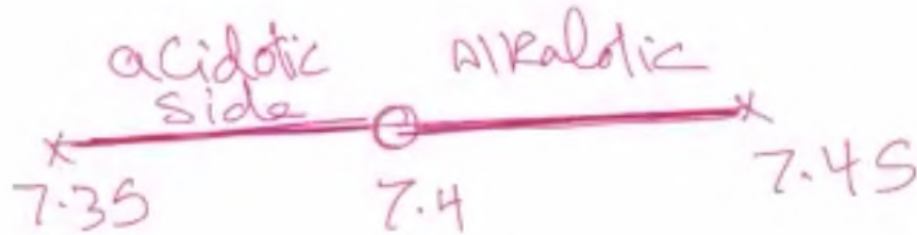
The blood pH is now near normal, but the alkali reserve is decreased, and the condition is called **compensated respiratory alkalosis.**

(HCO_3^- decreased--- H_2CO_3 decreased---pH near 7.45)

اول اشفي رح الاقي ال **ratio** زاد لانني قللت المقام الي هو H_2CO_3

لما اتطلع عى ال **ph** رح القيه اكثر من **7.45** فبروح بتطلع على ال H_2CO_3 رح الاقيه قليل
فبتطلع على ال HCO_3 اذا لقيته **normal** فبسميه **uncompensat respiratory alkalosis**
alkalosis فطبعا ال **kidney** رح تتدخل فرح تعمل تثبيط لاعادة امتصاص ال HCO_3
فبالتالي رح اقلل البسط مشان ارجع ال **ratio** ل **20** الى **1** فاذا بشوف ال **ph** صار قريب
من **7.45** بسميه **compensate respiratory alkalosis**

الدكتورة قالت لو أجبنا أسئلة Case بهذه المعطيات



\sim pH = 7.22 \leftarrow Decreased Acidosis
 \sim P_{CO_2} = 49 \uparrow increased
 \sim HCO_3 = 24 \leftarrow Normal range (22 - 26)
 N.R. (35 - 45)

∴ الحالة عندنا

Respiratory Acidosis

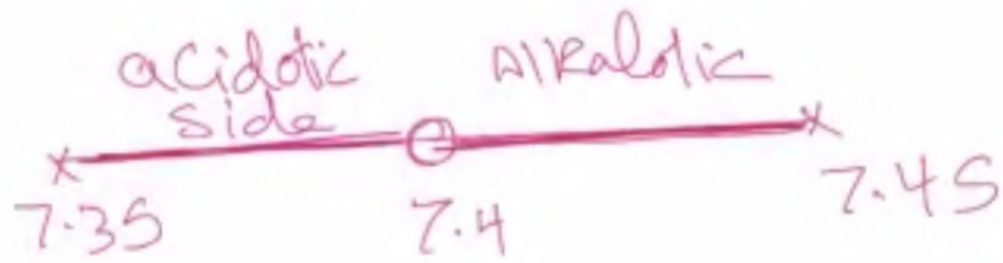
كيف هو (compensated) وال (uncompensated)؟!

الجواب: un compensated ، بما أنه (HCO_3) Normal =

هذا يعني أنه لا (Kidney) لتسا ما تدخلت

فلوزادت نسبة ال (HCO_3) يعني ال (Kidney)

تدخلت والحالة (compensated)



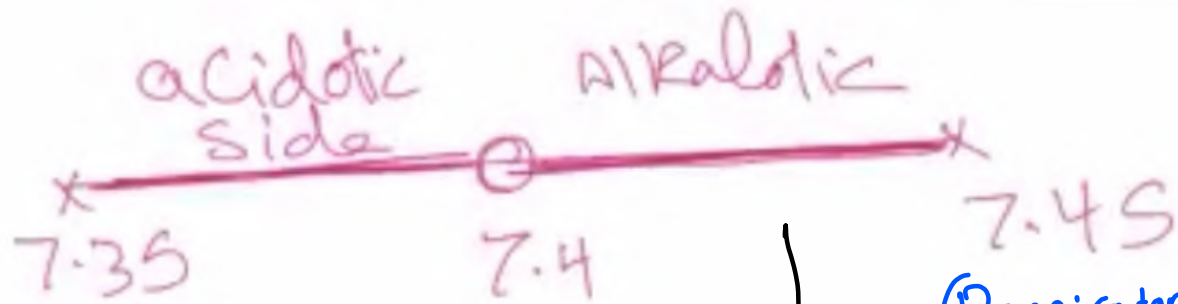
حبيب حالة ثانية :

PH 7.22
 PCO₂ 49
 HCO₃ 28
 ↑ ↑ ↑

نفس اللي فوقه بس اللي فرقه عنه ال (HCO₃) عالي حبيب
 احنا عارفين عشان PH نازل انة Acidosis وعشان (PCO₂)
 عالي هذا يعني انة ما بطلع من الرئة (Respiratory Acidosis)
 وبما انة ال (HCO₃) عالي هذا يعني انة ال (Kidney) تدخلت
 واسمه (Compensated Respiratory Acidosis)

حبيب فذل حيلة هاد انة كل هاد ال (compensation)
 (partial or full) ؟؟! صا بما انة ال (PH) = (7.22)
 وما رجع لا (Range) تابعه (7.35-7.45) هذا يعني انة (partial)

حالة الحادة قالت ركزوا فيها!



$\text{pH} = 7.42$ (N.R.)
↳ Alkalotic side

$\text{PCO}_2 = \underline{\underline{32}}$ قليل

$\text{HCO}_3 = \underline{\underline{18}}$ قليل

مادام ان (PCO_2) قليل (Respiratory Alkalosis):

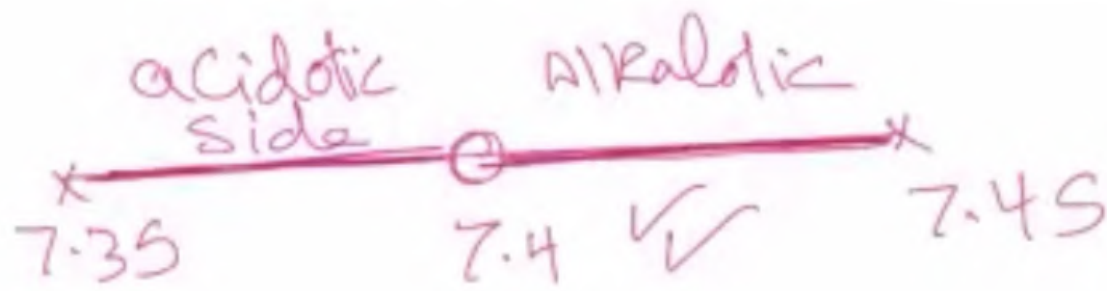
بس صاير له (Compensation) لان (H_2CO_3)

قل مع نقصان (PCO_2) وهذا ان (Compensation)

ناجه لانه رجوع ان (pH) الى ان (Normal range)

هذا (Respiratory Alkalosis with full compensation)

نتنتج انه عند الحد مع ان (Respiratory) فانه اول اشي بنتطلع عليه هو ان (pH) ثم ان (PCO_2) ثم ان (H_2CO_3)



آخر حالة :

احنا اللي بدنا نخلها والمحاضرة

الجاي هي بتعملها

PH = 7.37 (N.R) Acidotic site
 PCO2 = 33 → قليل
 HCO3 = 17 → قليل

حدّ بلاء مش الدكتور : قد أصيب وقد أخضر

بما أنه ار (PH in Acidotic site Normal range)

هذا يعني أنه (Acidosis) بما أنه ار (PCO2)

قليل والحالة مش (Alkalosis) لأنه نقصانه بسبب

(Alkalosis) لو في خلك بالرئة؛ از الجواب مش رح يكونه (Respiratory)

الجواب رح يكونه (Metabolic) !! ليس؟! لأنه رح يكونه في خلك في ال (Kidney) و الخلك في عملة

إعادة إمتصاص ال (HCO3)؛ از رح ينقص ميا نقصانه النسبة (20:1) الجسم يدخل في حالة (Acidosis)

الرئة عطول بتتدظد وبتعمل (Hyperventilation) عانه تخر (CO2) وتقلل الحموضة / و بما أنه ال (PH in the normal range)

هذا يعني أنها (Full) .∴ الجواب (Metabolic Acidosis with full Compensation)

لسا ما أخذنا هذا النوع فيمكن المحاضرة الجاي بنوخده