كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : تنفس نباتي

المحاضرة : ٥+٦ /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

جامعة طرطوس
كلية العلوم- قسم علم الحياة

التنفس النباتي
المحاضرة الخامسة

د.سومر رجب شعبان

سميت هذه الدورة بهذا الاسم نسبة الى العالم Krebs الذي افترض ميكانيكية فعل هذه الدورة عام 1937م وتسمى ايضا بدورة الحامض الثلاثي الكاربوكسيل Tricarboxylic cycle او دورة حامض الستريك Citric acid cycle نسبة الى نواتج الدورة.

تعريف الدورة

يعد المسار الاخير في أكسدة الكاربوهيدرات والاحماض الدهنية والاحماض الامينية وتتم هذه الدورة بوجود الاوكسجين لخلايا النباتات والحيوانات الراقية ومعظم الاحياء المجهرية. والذي يتم من خلالها اكسدة ذرتي كاربون من **اسيتايل مرافق الانزيم A (Acetyl-CoA)** الداخلة الى الدورة الى Co_2 و H_2O وATP.

المعادلة الكلية للمسار

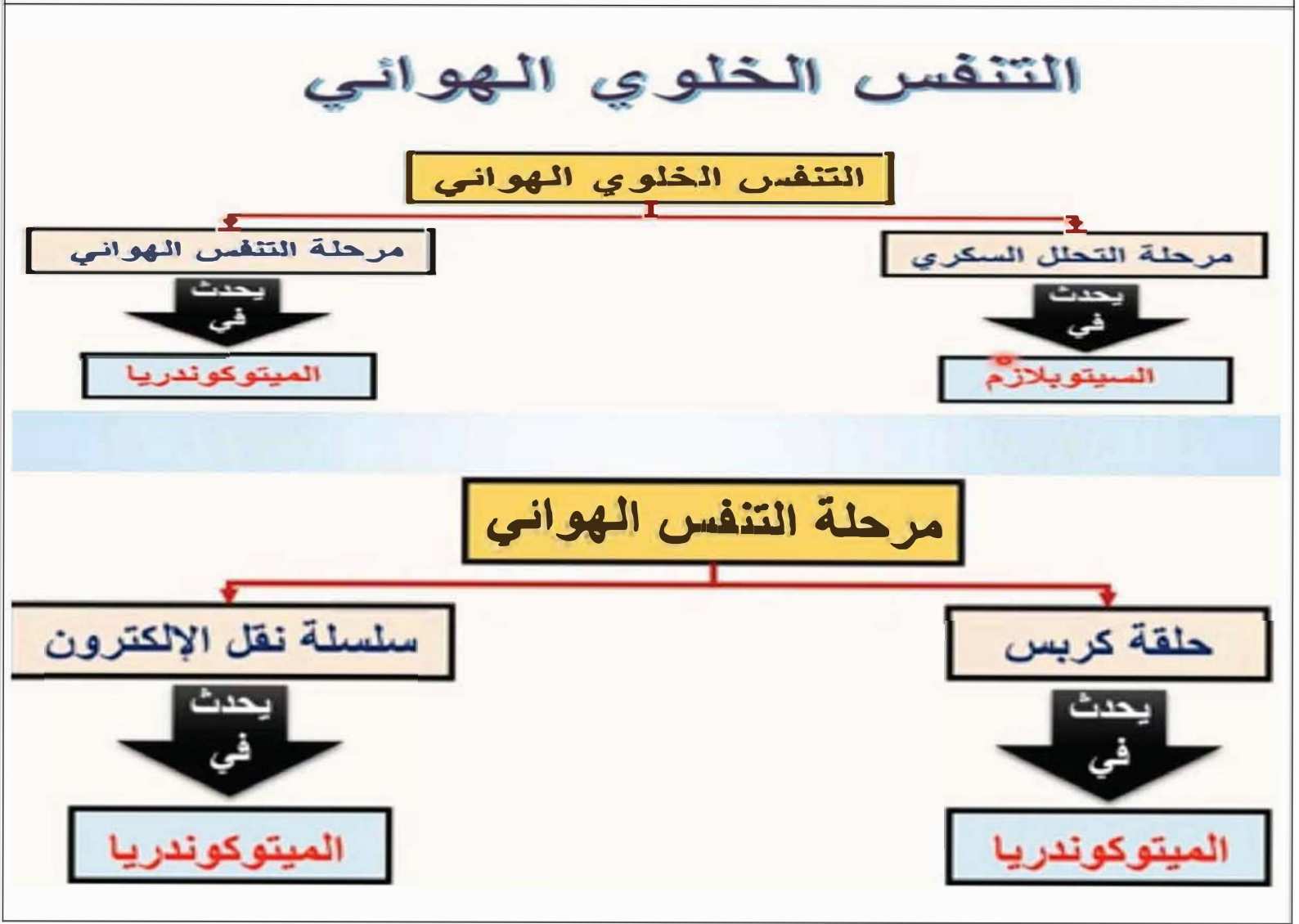
$$Acetyl\ CoA + 3NAD^+ + FAD + GDP + Pi + 2H_2O \rightarrow CoA\text{-}SH + 3NADH + 3H^+ + FADH_2 + GTP + 2CO_2$$

الغاية من الدورة

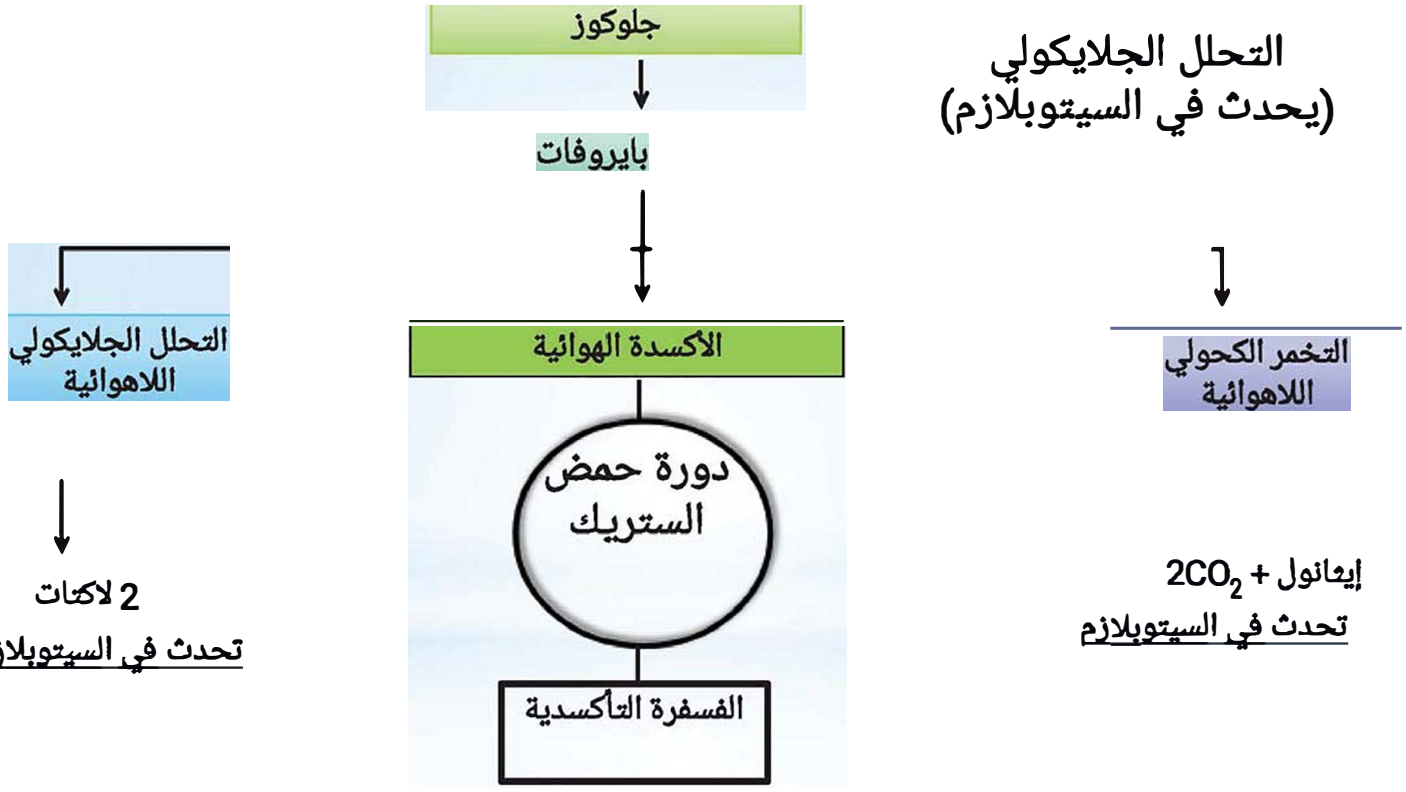
1. مصدر مهم لتوليد القوى المختزلة NADH و$FADH_2$.
2. مصدر لتوليد الطاقة على شكل GTP التي تتحول الى ATP.
3. تستخدم بعض النواتج العرضية لأغراض البناء، كبناء الاحماض الامينية والدهنية.
4. تعد بعض النواتج العرضية مواد تنظيمية لبعض الانزيمات.

خطوات الدورة

بعد تحويل البايروفيت الى Acetyl-CoA حيث ان هذا التحويل يتم من خلال ثلاث خطوات وهي ازالة واكسدة واضافة حيث يتم إزالة Co_2 وعملية اكسدة حيث من خلالها يتم ازاحة الكترونين، والخطوة الاخيرة هي اضافة CoA، هذه الخطوات تتم بوجود ثلاثة من الانزيمات بشكل معقد كما يشترك في هذا التفاعل مجموعه من المساعدات لهذا الانزيم وهي الثايمين ومرافق الانزيم-A (CoASH) وFADو NAD^+وايون المغنسيوم Mg^{++}.



مصير البايروفات

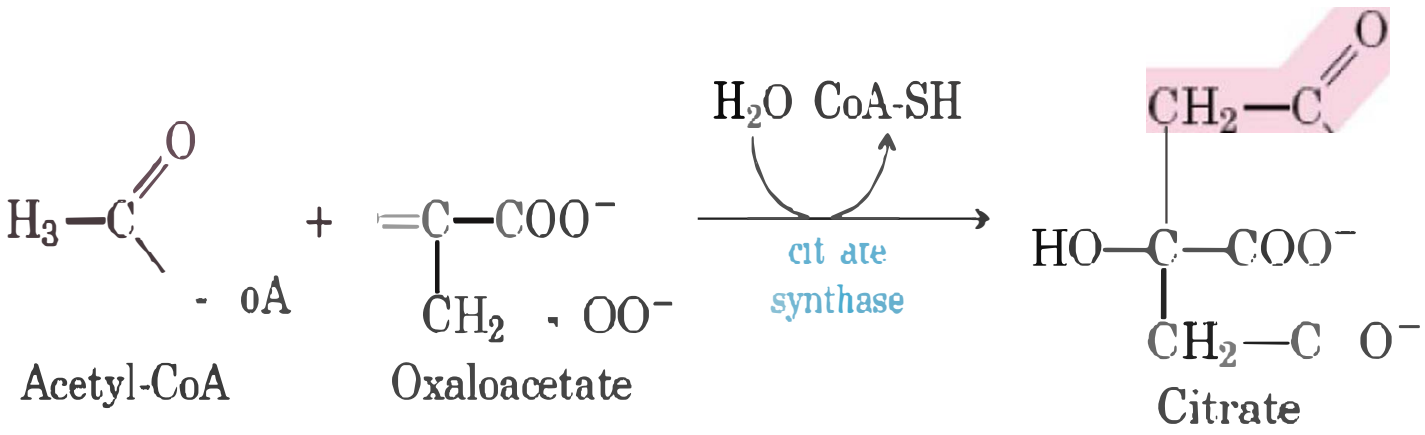


تحدث في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا

تتضمن الدورة الخطوات التالية

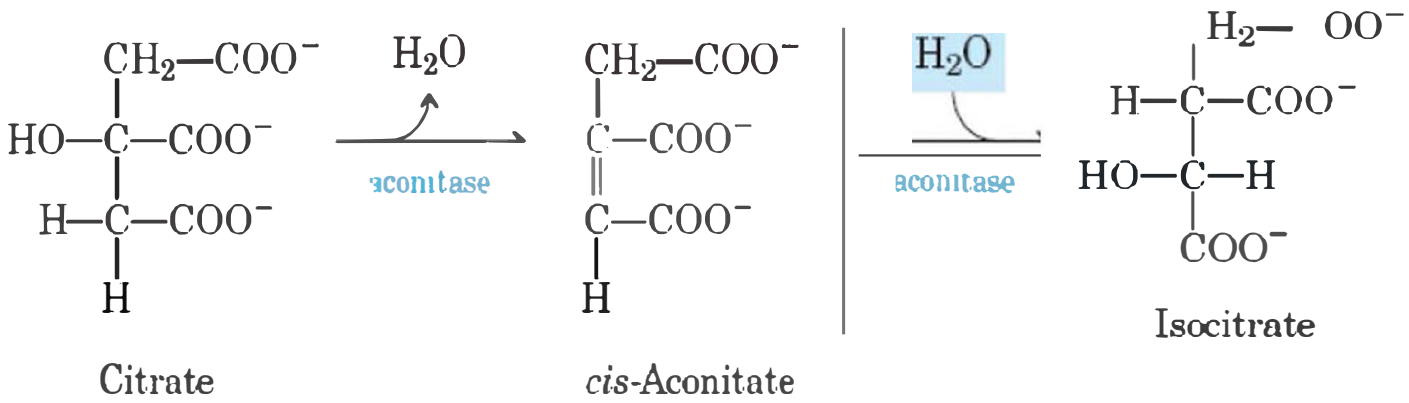
بعد عملية نقل البايروفيت الى المايتوكندريا وتحويله الى Acetyl-CoA تبدا سلسلة التفاعل لدورة كربس وتتضمن الخطوات التالية: -

الخطوة الاولى



تفاعل يبدا Acetyl-CoA لتكوين السترات حيث يبد التفاعل بين Acetyl-CoA و Oxaloacetate وناتج هذا التفاعل تكوين المركب Citrate ويحفز هذا التفاعل بواسطة انزيم ستريت سنثيز Citrate synthaseهذه الخطوة تحتاج الى طاقة لتحريك التفاعل نحو اليمين وتستمد هذه الطاقة من المركب Acetyl-CoA الغني بالطاقة.

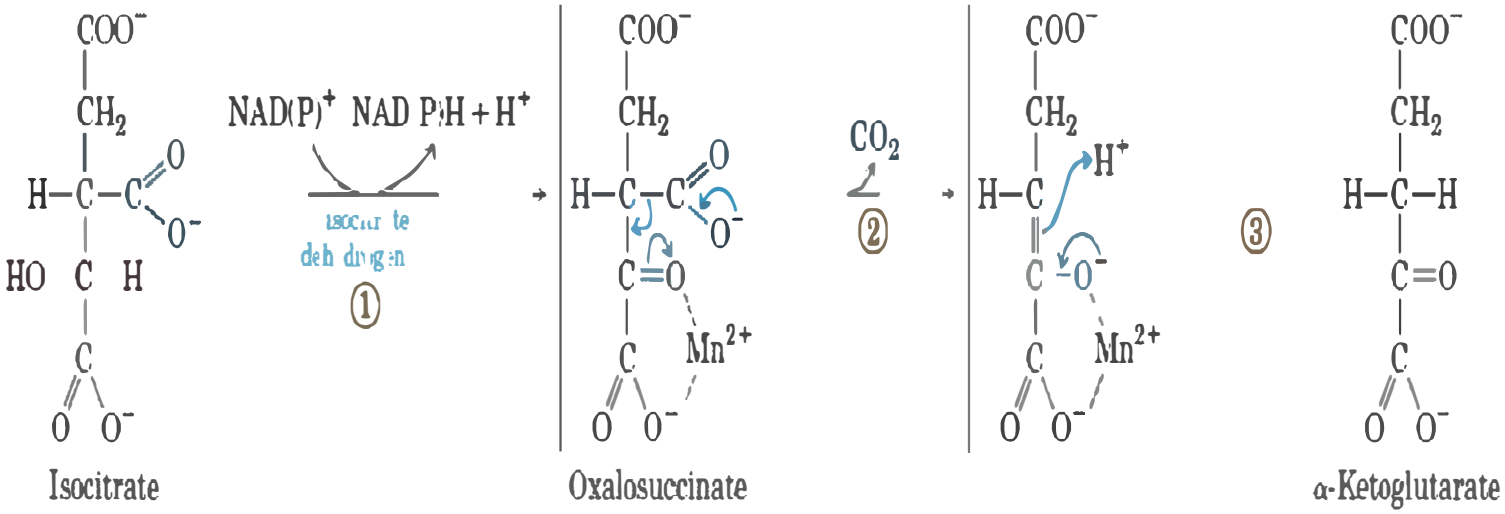
الخطوة



زيتنوكا ميزنا زيفحتب لعافتلا اذه متيو Isocitrate بلا Citrate لوحت ةئيزج ةحازإ يه بلوالا نيتوطخ لالخ لعافتلا اذه متيو Aconitase ةيناثلا ةوطخلاو cis-Aconitate تيتنوكا سيس بكرملا نوكتل ءام Isocitrate بكرملا نوكتي ثيح ءام ةئيزج ةفاضا.

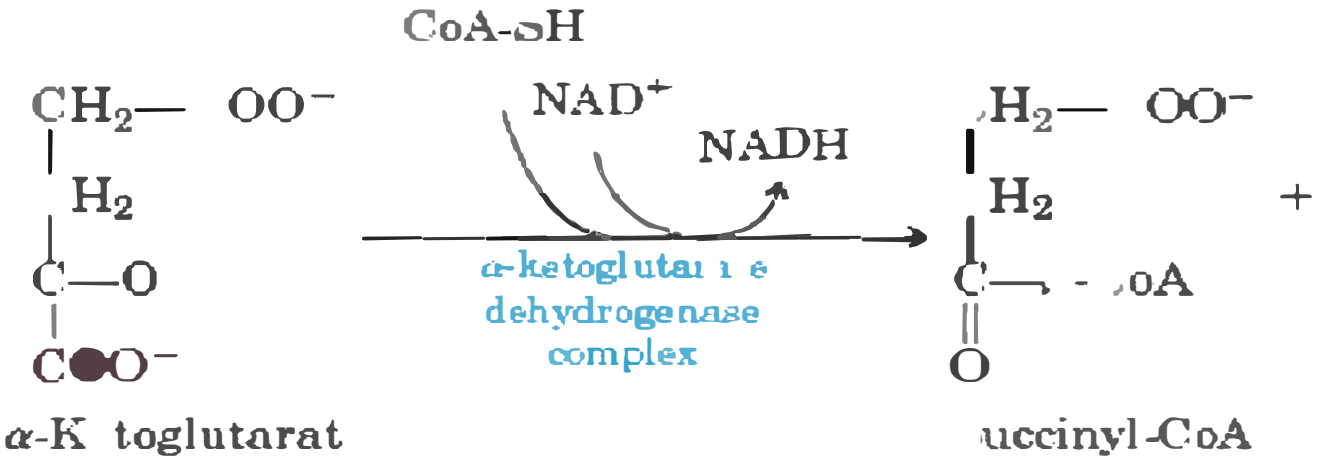
في هذه الخطوة ممكن تثبيط التفاعل من خلال استخدام فلورواستيت Fluor acetate اذ من خلاله يتم تثبيط انزيم Aconitase وبالتالي يتم تثبيط التفاعل.

الخطوة



نزع مجموعه كاربوكسيل من Isocitrate يتم هذا التفاعل بواسطة انزيم ايزوستريت ديهيدروجينيز Isocitrate dehydrogenase ويتكون المركب الفا-كيتوكلوتاريت Ketoglutarate-α وNADH ويعتبر هذا التفاعل غير عكسي.

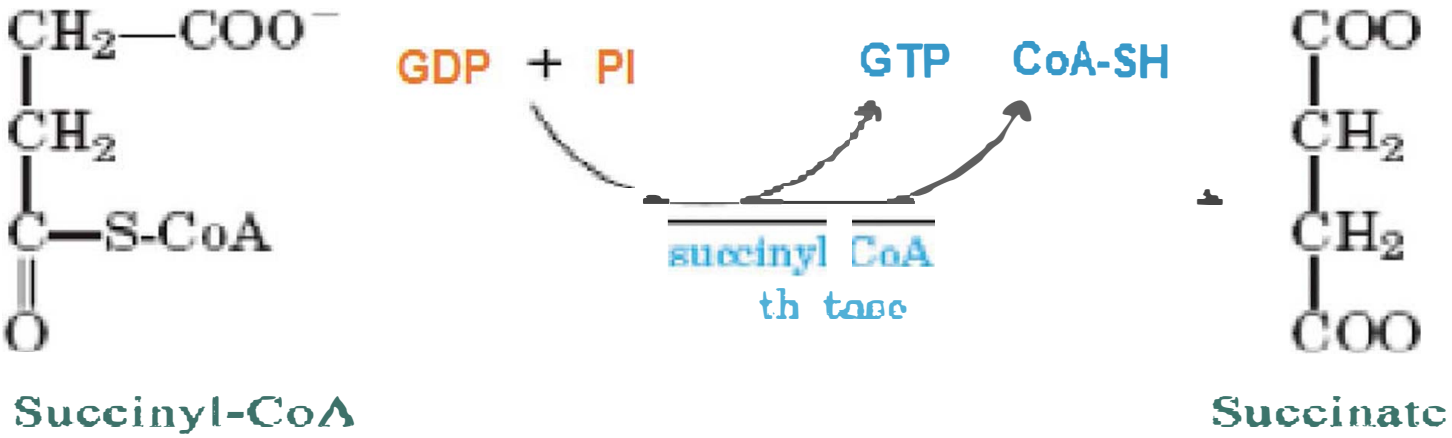
الخطوة



نزع مجموعه كاربوكسيل من Ketoglutarate-α يتم هذا التفاعل بواسطة انزيم Ketoglutarate dehydrogenase –α حيث يتكون المركب Succinyl-CoA، التفاعل في الخطوة ايضا عملية اكسدة وازالة CO2 كما في الخطوة السابقة، ويعتبر هذا التفاعل غير عكسي.

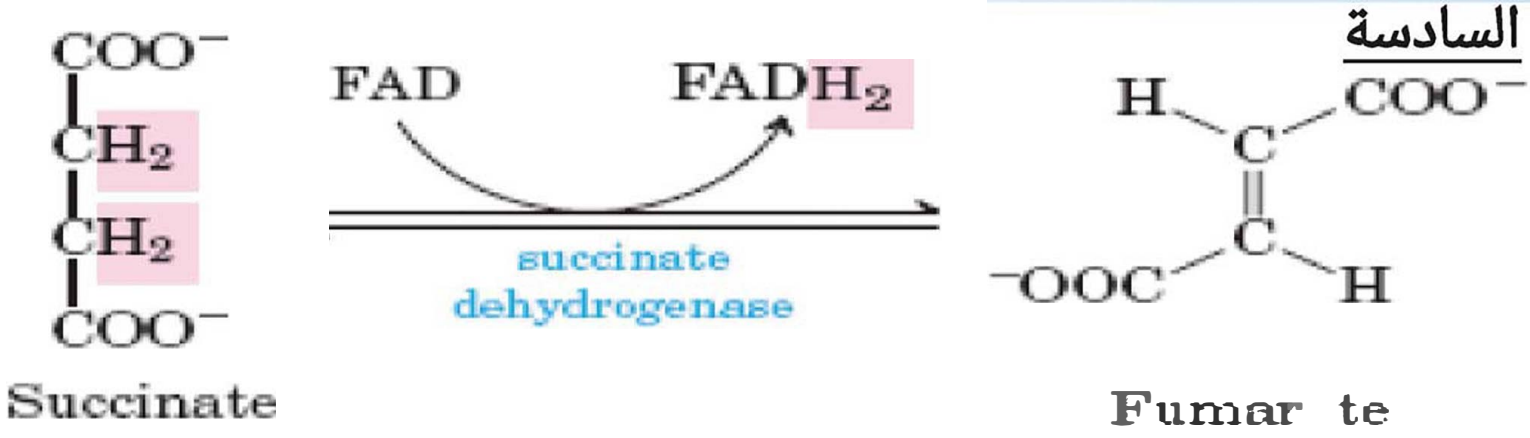
يمكن تثبيط هذا التفاعل وذلك بتثبيط الانزيم باستخدام الارسنيت Arsenite وبالتالي تثبيط التفاعل وتجمع المركب Ketoglutarate-α.

الخطوة



تكوين مركب Succinate وتوليد طاقة GTP اذ يتحول المركب Succinyl-CoA الى Succinate ويتم هذا التفاعل بفعل انزيم سكسينيل سنثيتيز Succinyl synthetaseالذي يعمل أيضا على تحرير طاقة على شكل GTP والناتجة من كسرالروابط عالية الطاقة من المركب Succinyl-CoA

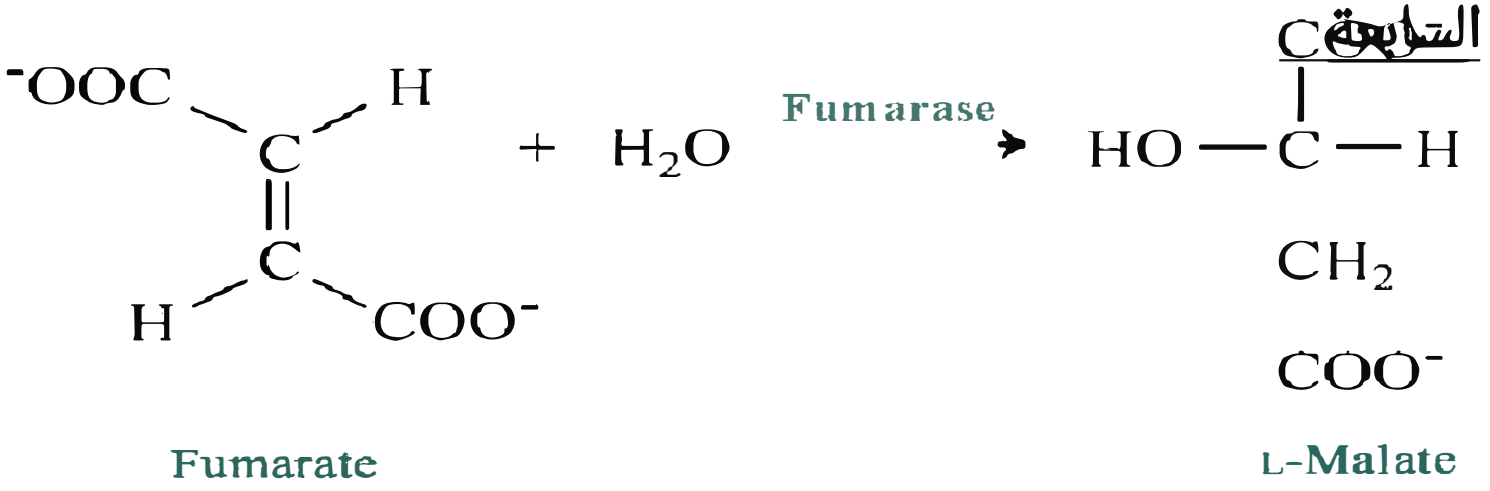
الخطوة السادسة



اكسدة Succinate الى Fumarate هنا سوف يتم تفاعل اكسدة واختزال بواسطة انزيم Succinate dehydrogenase الذي يحتوي على المرافق الانزيمي FAD ومن ثم يتحول الى الشكل المختزل FADH2.

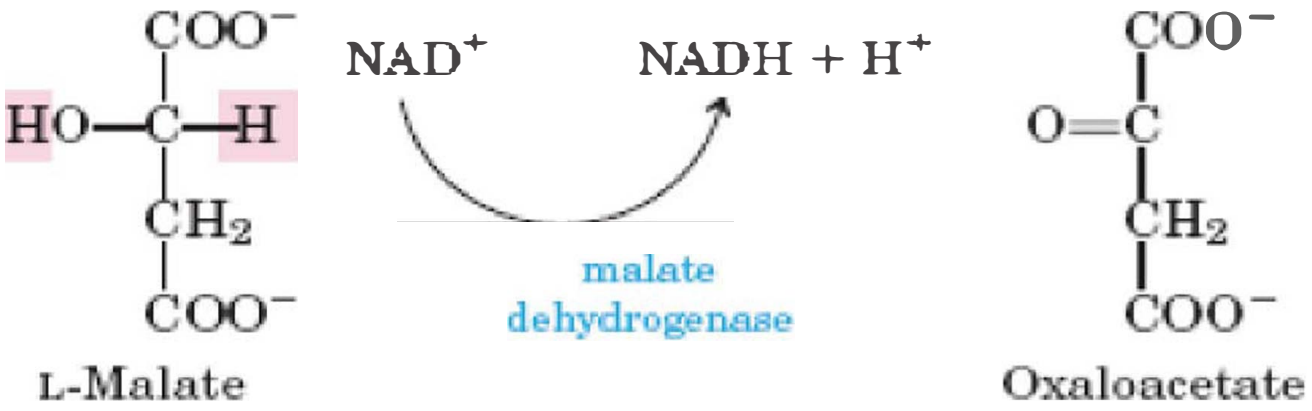
في هذه الخطوة ممكن تثبيط التفاعل من خلال تثبيط انزيم Succinate dehydrogenase تنافسيا بواسطة حامض المالونيك نسبة الى التشابه الموجود في المركبين وبالتالي يتم تثبيط التفاعل ويمكن ايضا التثبيط تنافسيا من خلال تراكيز بسيطة من الاوكزالوسيتيت Oxaloacetat

الخطوة السابعة



تكوين مركب Malate (الماليت) ويتم هذا التفاعل بواسطة تفاعل اضافة جزيئة الماء مع المركب Fumarate (الفيوماريت) ويتم هذا التفاعل بواسطة انزيم الفيوماريز Fumarase

الخطوة الثامنة والاخيرة



اكسدة الماليت Malate الى أوكزالواسيتيت Oxaloacetate يتم بتفاعل الاكسدة (إزالة جزيئة الهيدروجين Dehydrogenation) لجزيئة الماليت بواسطة انزيم الماليت ديهيدروجينيز Malate Dehydrogenase اذ يتحول الى المركب Oxaloacetate .

في هذا التفاعل يحتاج الانزيم الى عامل مساعد NAD+ والذي يعد مستقبل

جامعة طرطوس
كلية العلوم- قسم علم الحياة

التنفس النباتي عملي

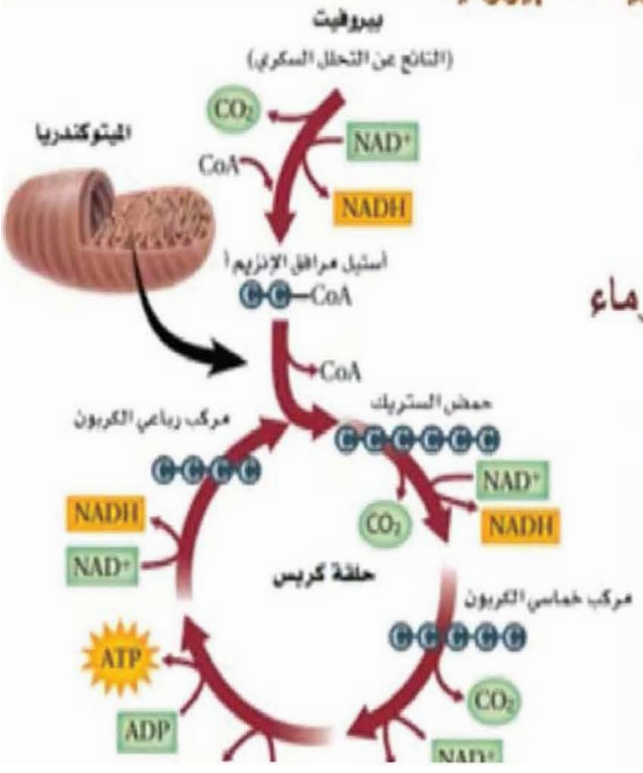
المحاضرة السادسة مطلوبة نظري سادسة وعملي خامسة)

د.سومر رجب شعبان

اقرأ موضوع حلقة كربس ثم شارك زميلك الإجابة عن الأسئلة التالية .

١. ما الضرورة لحدوث حلقة كربس بعد حصول الخلية على طاقة من خلال عملية التحلل السكري مقدارها 8ATP؟

لأن معظم طاقة جزيء الجلوكوز لا تزال مختزنة في جزيئات البيروفيت



٢. ما المقصود بحلقة كربس (دورة حمض الستريك TCA)

سلسلة من التفاعلات يتحلل فيها البيروفيت إلى CO2 وماء

٣. أين تحدث حلقة كربس ؟

في الميتوكوندريا

ماذا يطلق على سلسلة التفاعلات التي يتحلل فيها البيروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون؟

أ- التفاعلات الضوئية

ب- التحلل السكري

ج- حلقة كربس ✓

د- حلقة كالفن

أي مما يلي يتحد معه أسيتل مرافق الإنزيم أثناء حلقة كربس؟

أ- مركب ثنائي الكربون

ب- مركب ثلاثي الكربون

ج- مركب رباعي الكربون ✓

د- مركب خماسي الكربون

ينتج عن 12 $FADH_2$ ..... جزيئاً من ATP

أ- 12

ب- 18

ج- 24 ✓

د- 30

أي مما يلي يمثل الناتج النهائي لحلقة كربس من جزيئات ATP ؟

أ- ٣٨ جزئ

ب- ٣٠ جزئ ✓

ج- ١٨ جزئ

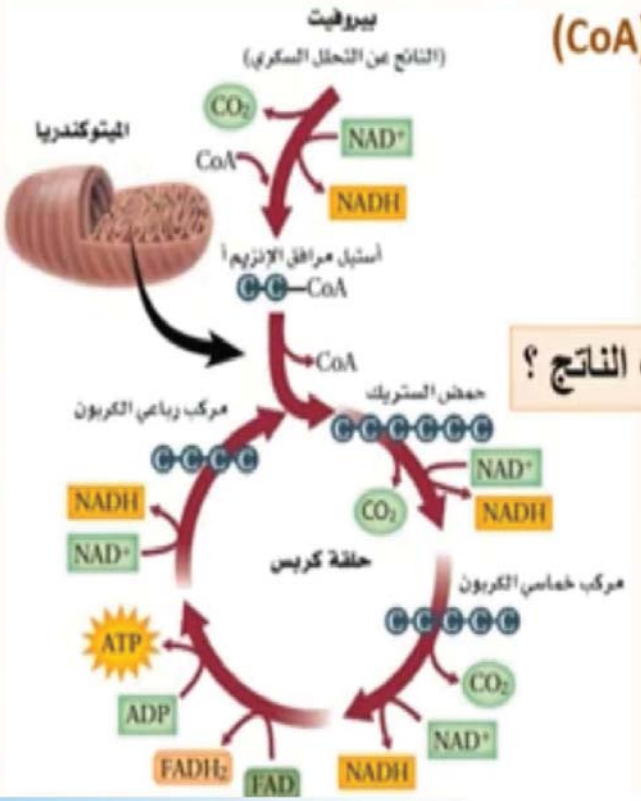
د- ١٥ جزئ

دقق النظر في الشكل المقابل ثم شارك زميلك الإجابة عن الأسئلة التالية :-

١. ما المركب الذي يتحد معه البيروفيت ؟ وما المركب الناتج؟

المركب الذي يتحد مع البيروفيت ← مرافق الإنزيم A (CoA)

المركب الناتج ← أسيتل مرافق الإنزيم A



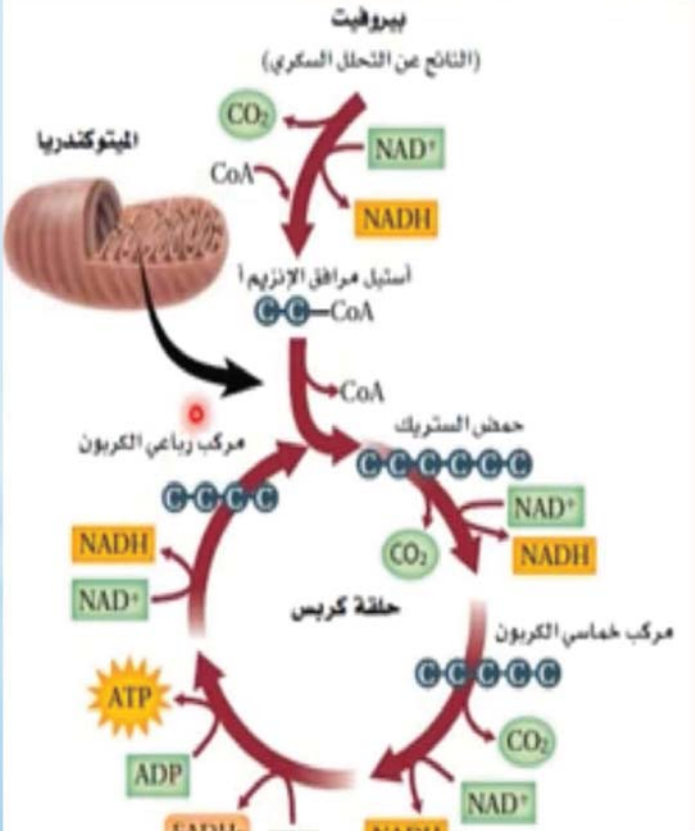
٢. ما المركب الذي يتحد معه مركب أستيل COA ؟ وما المركب الناتج ؟

المركب الذي يتحد مع مرافق الإنزيم A

المركب الناتج

دقق النظر في الشكل المقابل ثم شارك زميلك الإجابة عن الأسئلة التالية :-

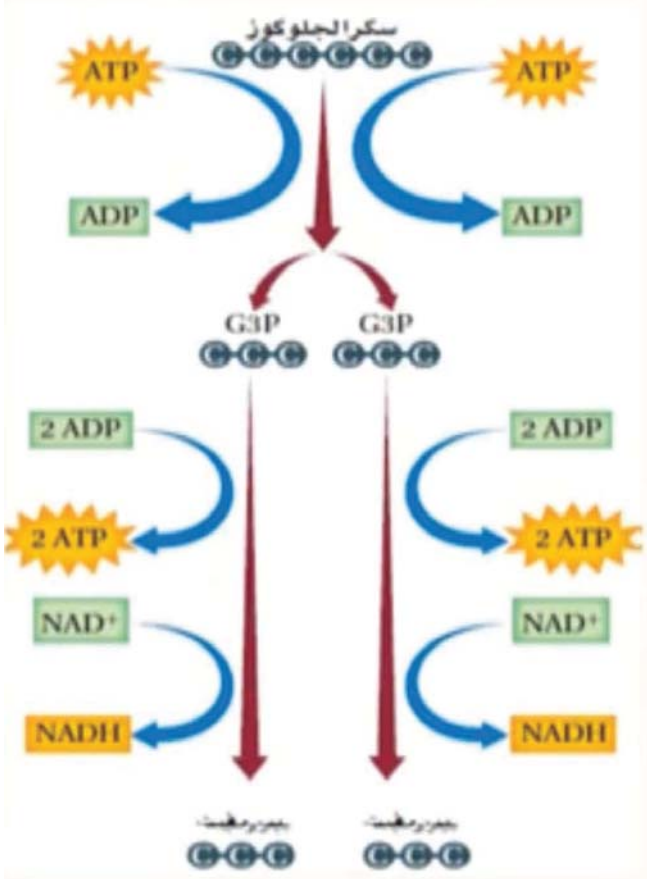
٣. ما النواتج النهائي من تحلل جزيء واحد من البيروفيت خلال حلقة كربس؟



المركب	عدد الجزيئات
CO_2	3
ATP	1
NADH	4
$FADH_2$	1

٤. كم عدد جزيئات البيروفيت الناتجة من تحلل جزيء الجلوكوز خلال عملية التحلل السكري؟

جزيئان



٦. إذا علمت أن جزيء (NADH) = (3ATP) وأن جزيء ($FADH_2$) = (2ATP) ، فكم عدد جزيئات (ATP) الناتجة عن كل من :-

أ) دورة واحدة من حلقة كربس

ب) حلقة كربس كاملة .

المركب	عدد الجزيئات (في الدورة)	عدد الجزيئات (في الحلقة)
CO_2	3	6
ATP	1	2
NADH	4	8
$FADH_2$	1	2

	في الدورة	في الحلقة (دورتين)
عدد جزيئات ATP النهائي	15 ATP	30 ATP

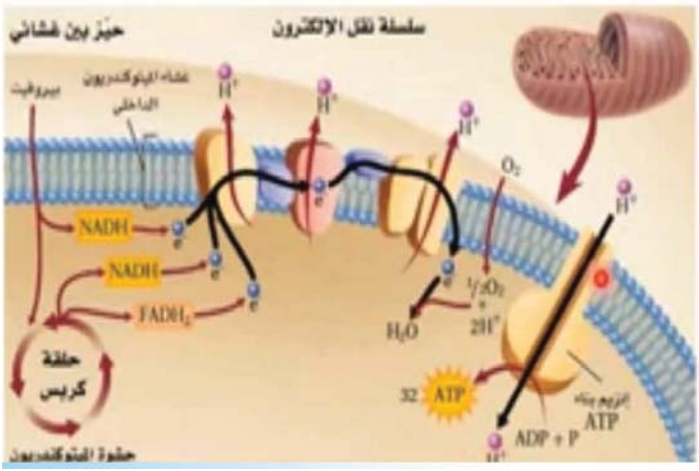
اقرأ موضوع سلسلة نقل الالكترون ودقق النظر في الشكل المقابل ثم أحب عن الأسئلة التالية

١. ما المقصود بسلسلة نقل الإلكترون ؟

هي الخطوة النهائية في تحلل الجلوكوز خلال التنفس الهوائي ويتم فيها انتاج معظم جزيئات ATP

٢. كيف تتكون جزيئات (ATP) خلال نقل الإلكترون ؟

باستخدام الإلكترونات عالية الطاقة والبروتونات H^+ الناتجة من NADH و$FADH_2$ في تحويل ADP إلى ATP



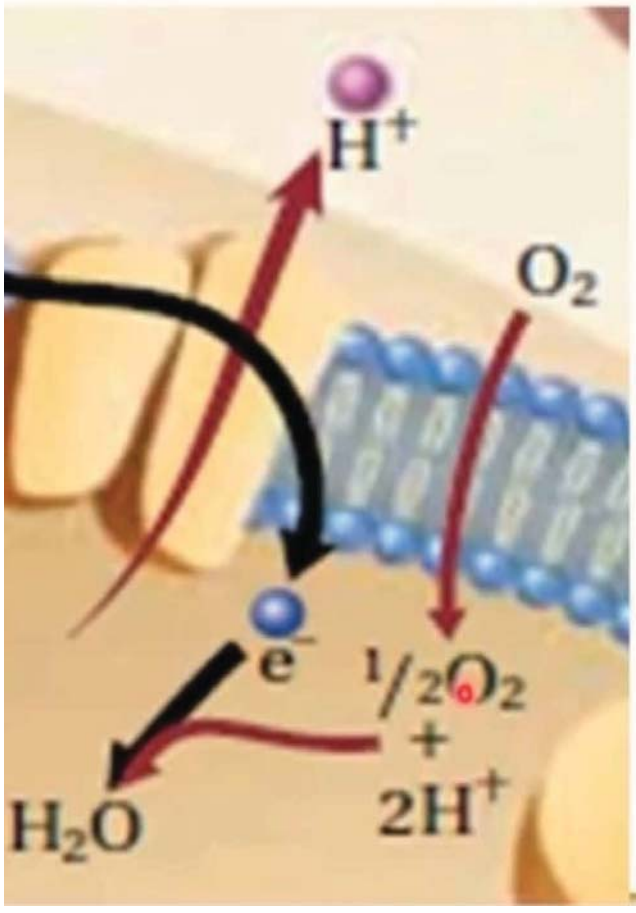
٣. ما العملية التي تنقل البروتونات (H) من الحيز بين غشائي الميتوكوندريا إلى الحشوة ؟

الأسموزية الكيميائية

٤. ما المستقبل النهائي للإلكترونات والبروتونات (H^+) خلال نقل الإلكترونات ؟ وما الناتج ؟

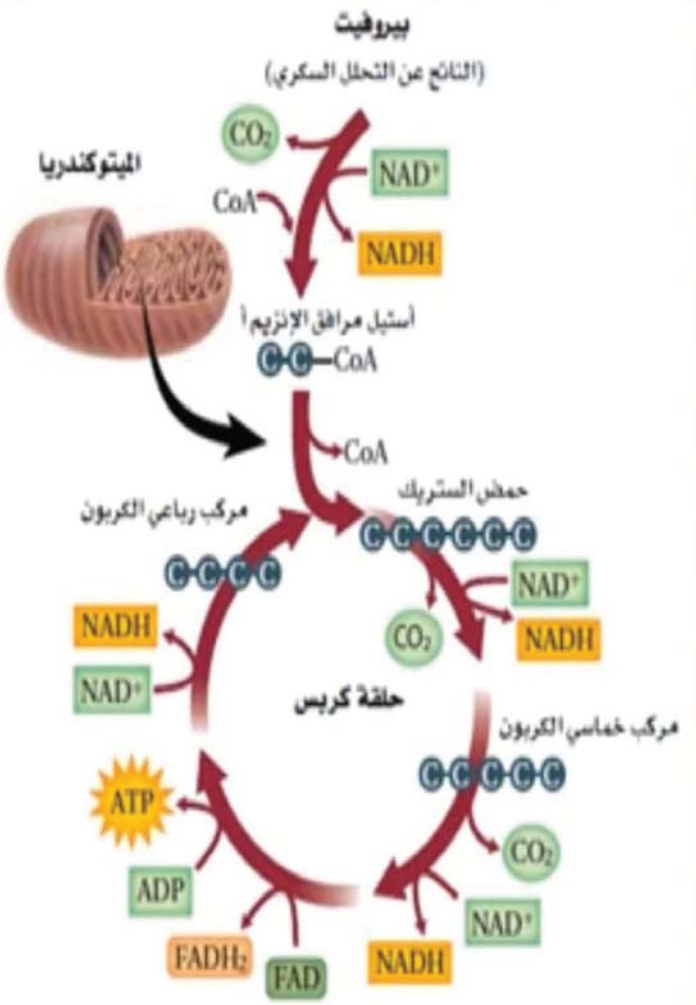
المستقبل النهائي ← الأكسجين

الناتج ← الماء (H_2O)



٥. ما النواتج النهائية لحلقة كربس (دورتين)؟

المركب	عدد الجزيئات (في الدورة)	عدد الجزيئات (في الحلقة)
CO_2	3	6
ATP	1	2
NADH	4	8
$FADH_2$	1	2



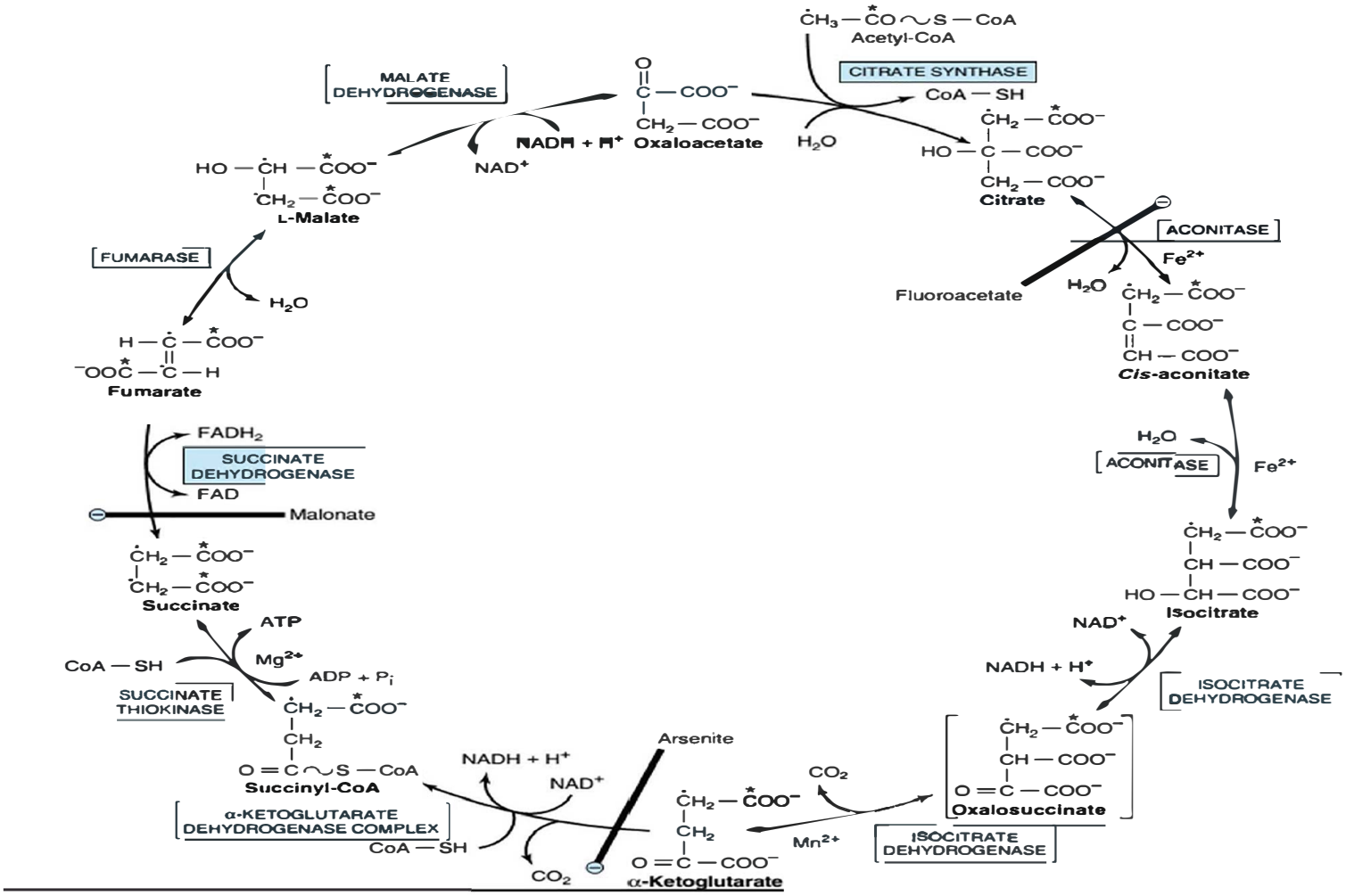
٥. كم جزيء (ATP) ينتج عن تحلل جزيء جلوكوز خلال التنفس الخلوي الهوائي؟

أ) في الخلايا حقيقية النوى

	عدد جزيئات ATP
مرحلة التحلل السكري	8 ATP
حلقة كربس	30 ATP
المجموع	38 ATP
المستهلك	2 ATP
المحصلة	36 ATP

أ) في الخلايا بدائية النوى

38 ATP



تنظيم دورة كربس_Krebs cycle

1- تثبيط انزيم ستريت سنثيز Citrate synthase والذي يثبط نشاطه عند زيادة انتاج ATP وNADH، وممكن ايضا تثبيط التفاعل من خلال استخدام فلورواسيتيت Fluor acetate.

2-تثبيط انزيم الفاكيتوكلوتاريت ديهيدروجينيز Ketoglutarate-α والذي يتم يثبط نشاطه بالتراكيز العالية من السكسنايل CoA وATP وNADH، ويمكن تثبيط هذا التفاعل من خلال تثبيط الانزيم باستخدام الارسنيت Arsenite.

3-تثبيط انزيم سكسنيت ديهيدروجينيز Succinate dehydrogenase والذي يثبط نشاطه التراكيز العالية من ATP وNADH، او بواسطة حامض المالونيك.