



الكيمياء الحياتية / م4

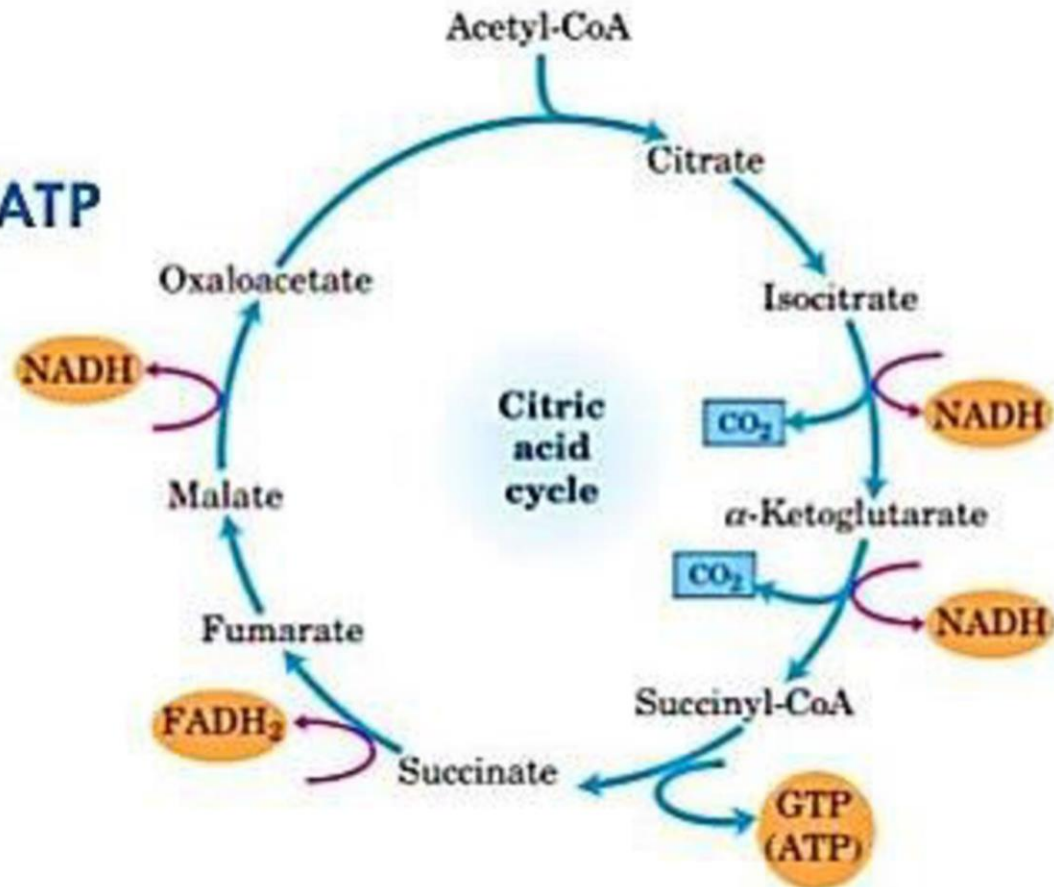
المحاضرة -5-

تنظيم دورة كربس Krebs Cycle Regulation

- يتم تنظيم دورة كربس من خلال الانزيمات التي تحفز التفاعلات غير العكسية في الدورة ، لذا فهناك ثلاث نقاط سيطرة تُنظم تفاعلات تلك الدورة:
 - انزيم Citrate synthase (التفاعل الاول).
 - انزيم Isocitrate dehydrogenase (التفاعل الثالث).
 - انزيم α -ketoglutarate dehydrogenase complex (التفاعل الرابع).
- كما ان تفاعل اكسدة Pyruvate الى Acetyl Co A الذي يحفزه إنزيم Pyruvate dehydrogenase complex يُعد تفاعل تحكم قبل الدخول الى دورة كربس

Product of one turn of TCA cycle

3 NADH
1 FADH₂
1 GTP or ATP
2 CO₂





Total ATP production from one Glucose molecule

Process	Energy Molecules Produced	ATP yield
Glycolysis	2 ATP	2 ATP
	2 NADH	5 ATP
Oxidative decarboxylation	2 NADH	5 ATP
Krebs Cycle	6 NADH	15 ATP
	2 FADH ₂	3 ATP
	2 ATP	2 ATP
Total		32

دورة الكلايوكسليت Glyoxylate cycle

يمكن اعتبارها دورة "محورة" من دورة كربس. تحدث في النباتات وبعض انواع البكتريا ولا تحدث في الانسان. حيث يتم فيها تحويل Acetyl CoA الى Succinate ومنها يتد تكوين الكربوهيدرات والاحماض الامينية ومركبات اخرى مهمة.

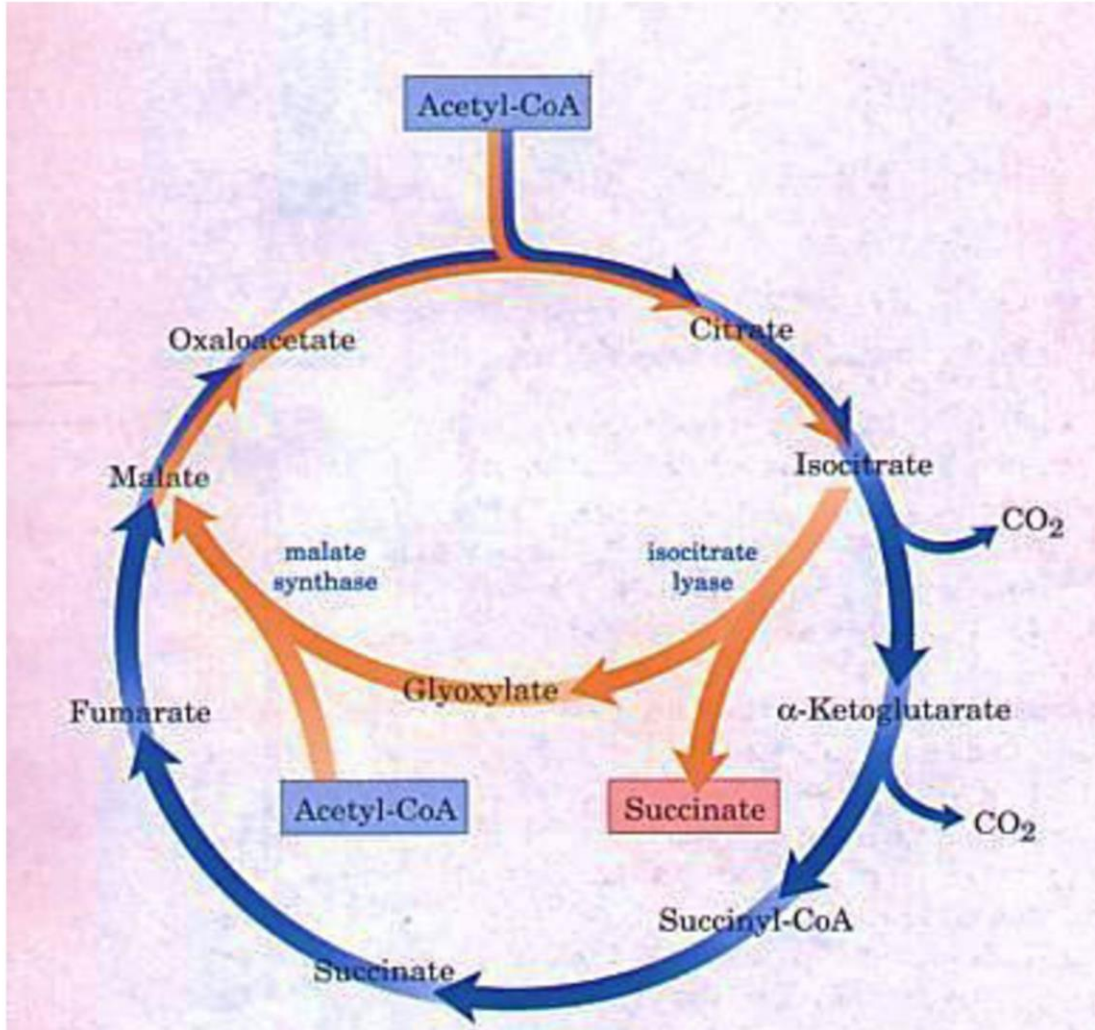


- في النبات تحدث الدورة عند إنبات البذور (الغنية بالدهون) حيث تقوم باستعمال acetate أو Acetyl-CoA كمصدر وحيد للكربون لغرض بناء المركبات الأخرى التي تحتاج إليها في الأيام الأولى من الإنبات.
- تتم الدورة في جسيمات خاصة تعرف بالأجسام الجلايوكسيلية Glyoxysomes وتظهر فقط عند حدوث هذه الدورة وتختفي عند تمكن النبات من القيام بعملية التركيب الضوئي.

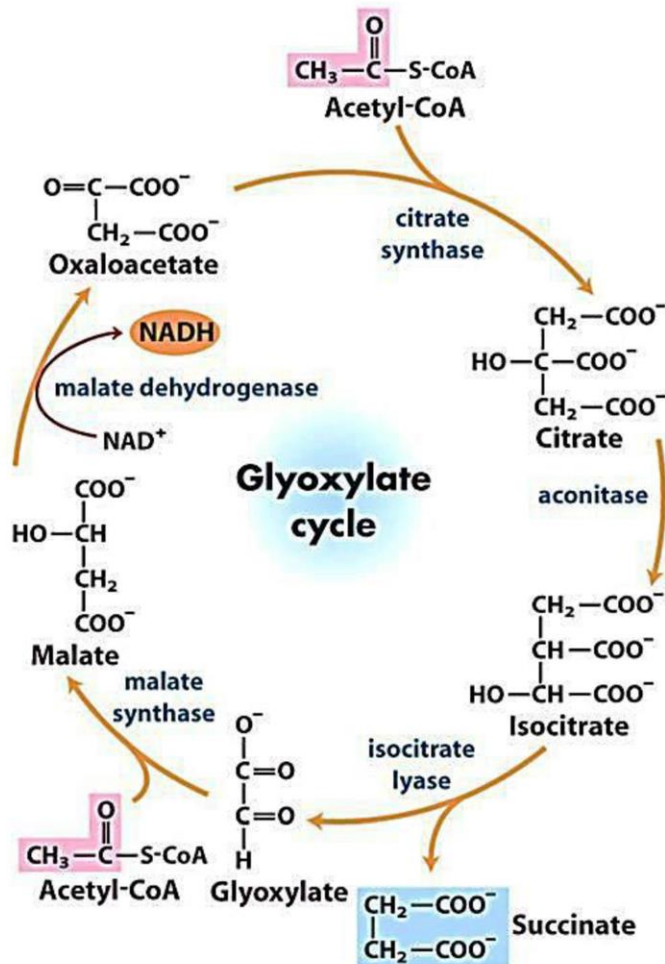
Acetyl CoA synthetase



دورة كربس ودورة كلايوكسلت



- تحدث فيها ٥ تفاعلات منها ٣ تشترك مع دورة كربس.
- يتم فيها استهلاك جزيئتين من Acetyl-CoA وتكوين جزيئة واحدة من Succinate في كل دورة.



٥١



تنظيم دورة الكلايوكسيليت

يتم تنظيم الدورة من خلال الانزيمات المحفزة للتفاعلات الانزيمية غير العكسية وهي:

▪ Citrate synthase

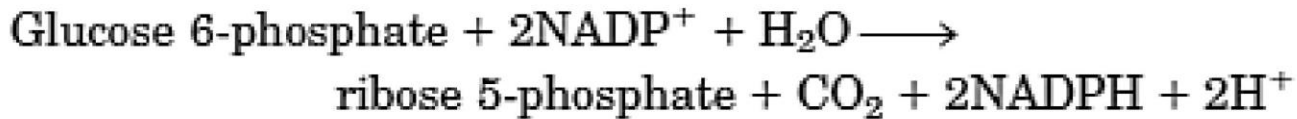
▪ Isocitrate lyase

▪ Malate synthase

ان الـ Succinate الناتجة من هذه الدورة تتحول الى الكلوكوز عبر عملية الـ Gluconeogenesis.

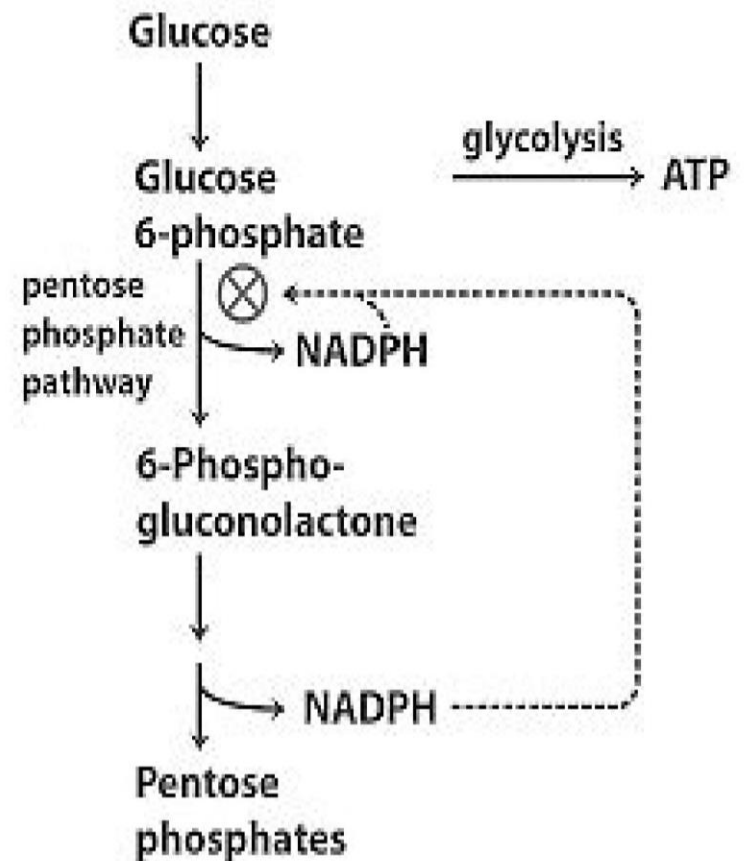
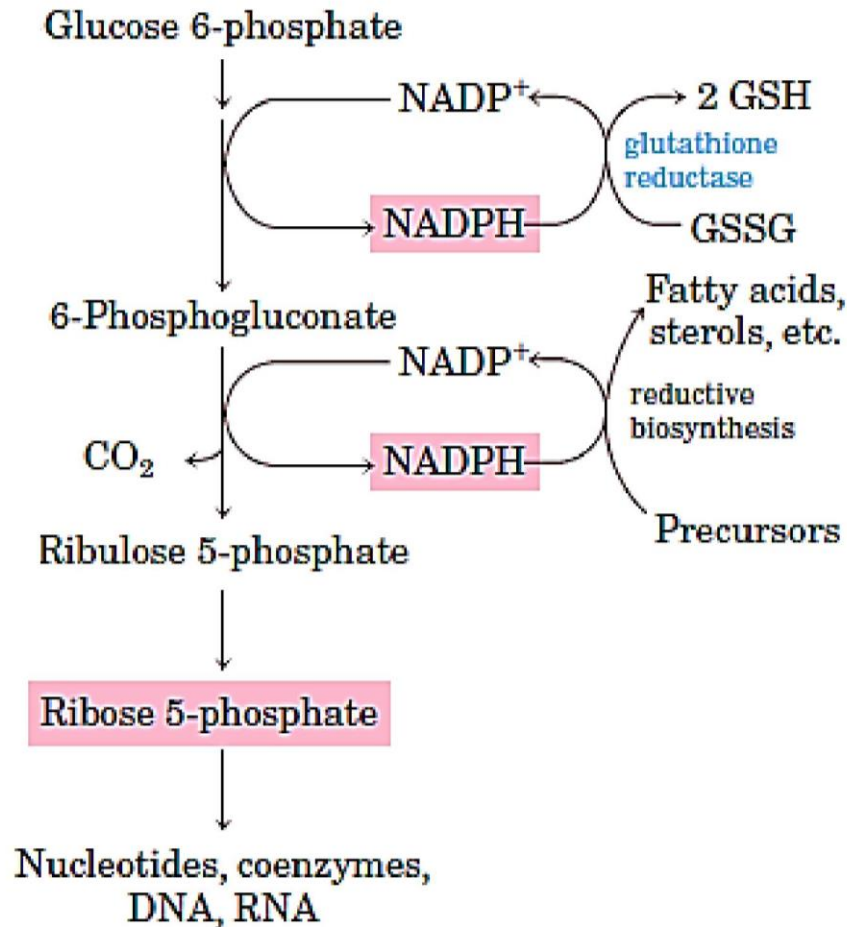
مسار الفوسفوكلوكونيت Phosphogluconate pathway

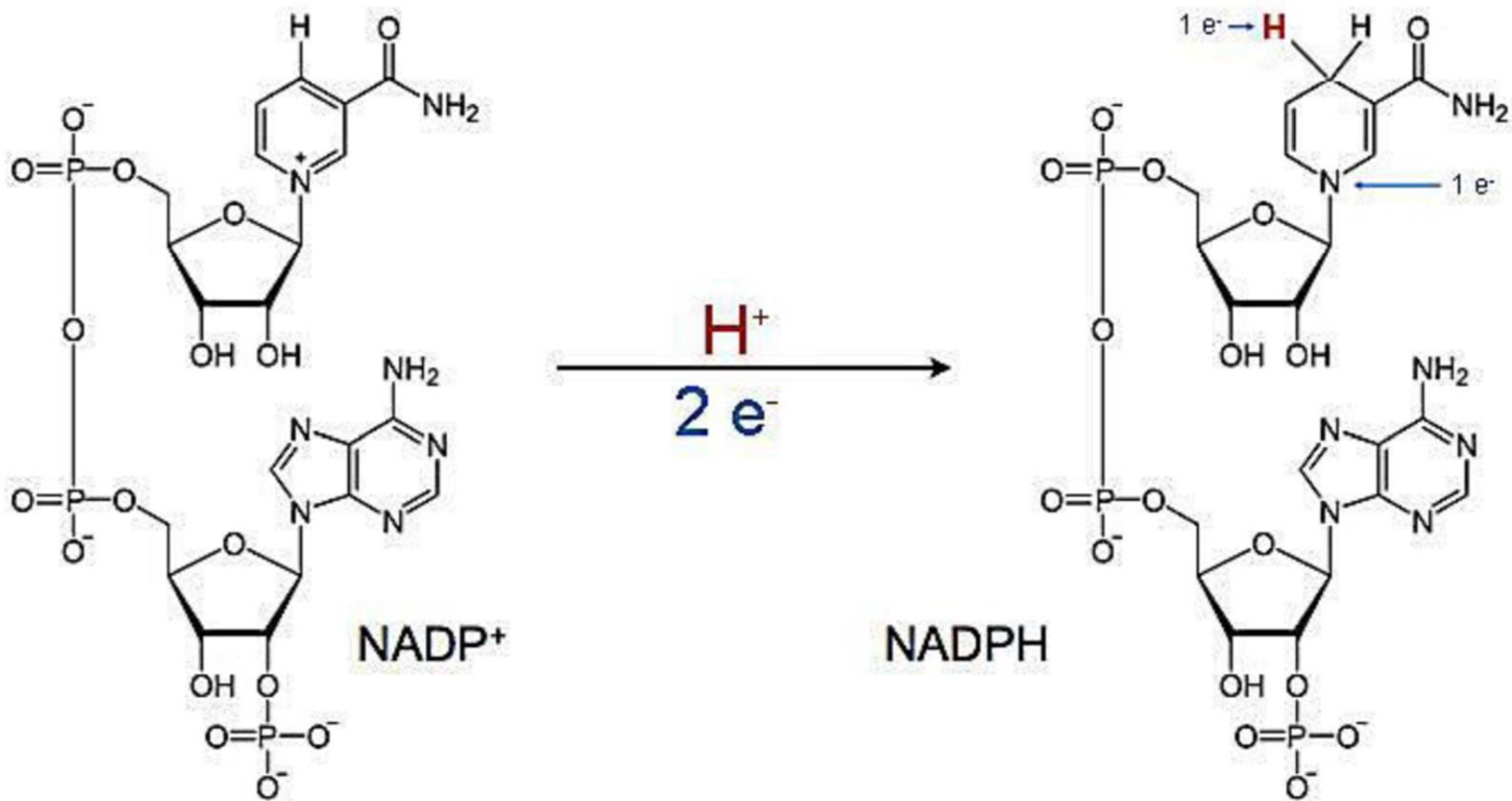
يدعى ايضاً بمسار البننوز فوسفات Pentose phosphate pathway : وهو احد مسارات هدم الكربوهيدرات (الكلوكوز) اضافة الى مسار التحلل السكري الـ Glycolysis. هذا المسار يمثل مصير هدم اخر للـ Glucose-6- phosphate المتكونة في سلسلة تفاعلات التحلل السكري حيث يتم اكسبتها الى السكريات الخماسية المفسفرة Pentose phosphate. تحدث تفاعلات هذا المسار في سايتوبلازم خلايا الكبد والانسجة الدهنية والغدة اللبنية والغدة الادرينالية وكريات الدم البيضاء (لا يحدث في الانسجة العضلية الهيكلية).



من خلال هذا المسار يتم الحصول على:

- الـ NADPH (في السايتوبلازم) وهو ضروري لبناء العديد من المركبات المهمة للخلية كالأحماض الدهنية والستيرويدات والكلوتاثاينون ومركبات عديدة.
- الرايبوز الضروري لبناء النيوكليوتيدات والأحماض النووية والمرافقات الانزيمية (...NADH, ATP, FADH₂).





ملخص المحاضرة الخامسة

س 1: علل: لا تحدث دورة الجلايوكسيلات (Glyoxylate cycle) في الإنسان؟

- ج 1: لأن دورة الجلايوكسيلات هي دورة "مُحورة" من دورة كريس تحدث في النباتات وبعض أنواع البكتيريا. في هذه الدورة يتم تحويل Acetyl-CoA إلى Succinate، وهي عملية مهمة في النباتات عند إنبات البذور (الغنية بالدهون) لاستخدام Acetyl-CoA كمصدر وحيد للكربون لبناء المركبات الأخرى اللازمة، وتظهر وتتوقف فقط عند حدوث هذه الدورة لتمكين النبات من القيام بعملية البناء الضوئي. بينما في الإنسان لا تحدث.

س 2: علل: تُعتبر تفاعلات الإنزيمات (Citrate synthase) و (Isocitrate dehydrogenase) و (α -ketoglutarate dehydrogenase complex) نقاط سيطرة مهمة في تنظيم دورة كريس (Krebs Cycle)?

- ج 2: لأن تنظيم دورة كريس يتم من خلال الإنزيمات التي تحفز التفاعلات غير العكسية في الدورة، وهذه الإنزيمات الثلاثة (Citrate synthase - التفاعل الأول، Isocitrate dehydrogenase - التفاعل الثالث، α -ketoglutarate dehydrogenase complex - التفاعل الرابع) هي التي تنظم تلك التفاعلات غير العكسية في الدورة.

س 3: علل: يُعد ناتج Succinate من دورة الجلايوكسيلات مهمًا لإنتاج الجلوكوز؟

- ج 3: لأن الـ Succinate الناتج من هذه الدورة يتحول إلى الجلوكوز عبر عملية (Gluconeogenesis) أو تخليق الجلوكوز الجديد. هذا يُمكن الكائنات التي تقوم بهذه الدورة (كالبكتيريا والنباتات) من استخدام مركبات الكربون الثنائية (Acetyl-CoA) لبناء سكريات سداسية.



س 1: ما هو مسار الفوسفوغلوكونيت، وبأي اسم آخر يُعرف؟

ج: هو مسار أَيْضِي يُعرف أَيْضًا بِـ مسار فوسفات البنْتوز (Pentose phosphate pathway). يُعد أحد مسارات هدم الكربوهيدرات (الجلوكوز) ويمثل مصيرًا آخر لـ **Glucose-6-phosphate** إلى جانب مسار التحلل السكري (Glycolysis). تحدث تفاعلاته في سيتوبلازم خلايا الكبد والأنسجة الدهنية والغدة اللبنية وكريات الدم الحمراء، ولا يحدث في الأنسجة العضلية الهيكلية.

س 2: ما هي دورة الجلايوكسيلات، وأين تحدث، وما هي أهميتها الأساسية؟

ج: هي دورة يمكن اعتبارها "دورة مُحَوَّرة" من دورة كريس. تحدث في النباتات وبعض أنواع البكتيريا ولا تحدث في الإنسان. يتم فيها تحويل **Acetyl-CoA** إلى **Succinate**. أهميتها هي تكوين الكربوهيدرات والأحماض الأمينية ومركبات أخرى مهمة.

س 3: ما هي النواتج الصافية لدورة واحدة من دورة TCA (دورة حمض الستريك/كربس)؟

ج: النواتج الصافية لدورة واحدة من دورة TCA