Department of Botany

Name:Pritam Bera(guest teacher)

4th semester general

Paper: DSC1DT(c4t)

শ্বসনের সংজ্ঞা

যে শারীর বৃত্তীয় পদ্ধতিতে কোষস্থ জৈব যৌগ জারিত হয়ে শক্তি যুক্ত যৌগ এটিপি উৎপন্ন হয় এবং জল কার্বন-ডাই-অক্সাইড উপযুক্ত বস্তু হিসেবে নির্গত হয় তাকে সসল বা রেস্পিরেশন বলে।

শ্বসনের সময় সাধারনত অক্সিজেনের উপস্থিতি প্রয়োজন এবং উপযুক্ত বস্তু কার্বন-ডাই-অক্সাইড সাধারণত কোচের পক্ষে ক্ষতিকারক বলে জীব দেহের বাইরে নির্গত হয। সবুজ উদ্ভিদ কোষে দিনের বেলায় কার্বন-ডাই-অক্সাইড সালোকসংশ্লেষ এর কাজে লাগে এবং উৎপন্ন জল এবং উৎপন্ন জলের মধ্যে আংশিক পরিমাণের থেকে যায়। এটিপি উৎসেচক দ্বারা বিশ্লিষ্ট হয়ে শক্তি মুক্ত হয় এবং জৈবনিক ক্রিয়া সম্পাদনের জন্য ব্যয় হয়। শ্বসন প্রতিটি সজীব কোষে অবিরাম সম্পন্ন হয়।

শ্বসন একটি অন্তঃকোষীয় প্রক্রিয়া এবং অপচিতিমূলক বিপাক।এটি এক প্রকার জৈব রাসায়নিক জারণ প্রক্রিয়া যার ফলে শক্তি উৎপন্ন হয় এবং এটি একটি উৎসেচক নির্ভর প্রক্রিয়া।

শ্বসন স্থল

শ্বসনের প্রথম পর্যায়ে অর্থাৎ গ্লাইকোলাইসিস কোষের সাইটোপ্লাজম এর ঘটে এবং দ্বিতীয় পর্যায়ে অর্থাৎ ক্রেবস চক্র মাইট্রোকন্ডিয়া ভেতরে ঘটে। শক্তি উৎপাদনের অধিকাংশ বিক্রিয়া গুলি মাইটোকনড্রিয়ার ম্যাট্রিক্স ঘটে বলে এ কে কোষের শক্তিঘর বলা হয়।

গ্লাইকোলাইসিস(glycolysis)

শ্বসনের প্রাথমিক ধাপে যে পর্যায়ক্রমিক রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে এক অণু গ্লুকোজ সাইটোপ্লাজমে আংশিকভাবে জারিত হয়ে দুই অনুপ্রবেশের উৎপন্ন করে তাকে গ্লাইকোলাইসিস বলে।

বিক্রিয়ার পর্যায়গুলি আবিষ্কারকদের নাম অনুযায়ী EMP(Embden-

Meyerhof-Parnes) পথ বলা হয়।বিক্রিয়া গুলি কোষের সাইটোপ্লাজম এ অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বা অনুপস্থিতিতে ঘটে। গ্লাইকোলাইসিস পদ্ধতিটির পর্যায়ক্রম নিচে উল্লেখ করা হলো-

ক। প্রথমে গ্লুকোজ অনু প্রথমে ATP এর সাহায্যে গ্লুকোজ সিক্স ফসফেট যৌগ এবং ADP প্রস্তুত করে। বিক্রিয়াটি hexokinase উৎসেচক এর প্রভাবে সংঘটিত হয়।

খ। Glucose-6-phosphate, phosphoglucoisomerase এর প্রভাবে fructose-6-phosphate এ পরিণত হয়।

গ। fructose-6-phosphate , phosphofructokinase উৎসেচক ও ATP উপস্থিতিতে , fructose-1,6- bisphosphate যৌগ ও ADP তৈরি করে। উৎপন্ন যৌগটি 6 কার্বনযুক্ত।

ঘ। Fructose-1,6-bisphosphate, aldolase উৎসেচক এর প্রভাবে 3-phosphoglyceraldehyde এবং dihydroxyacetone phosphate (DHAP) এ রূপান্তরিত হয়।

ঙ। 3-phosphoglyceraldehyde থেকে গ্লাইকোলাইসিস এর পরবর্তী বিক্রিয়া চলতে থাকে। এরপর 3-phosphoglyceraldehyde, phosphoric acid দিয়ে ফসফরাস যুক্ত হয় এবং NAD+ দিয়ে জারিত হয়ে 1,3-bisphosphoglyceric acid এ পরিণত হয়। বিক্রিয়াটি

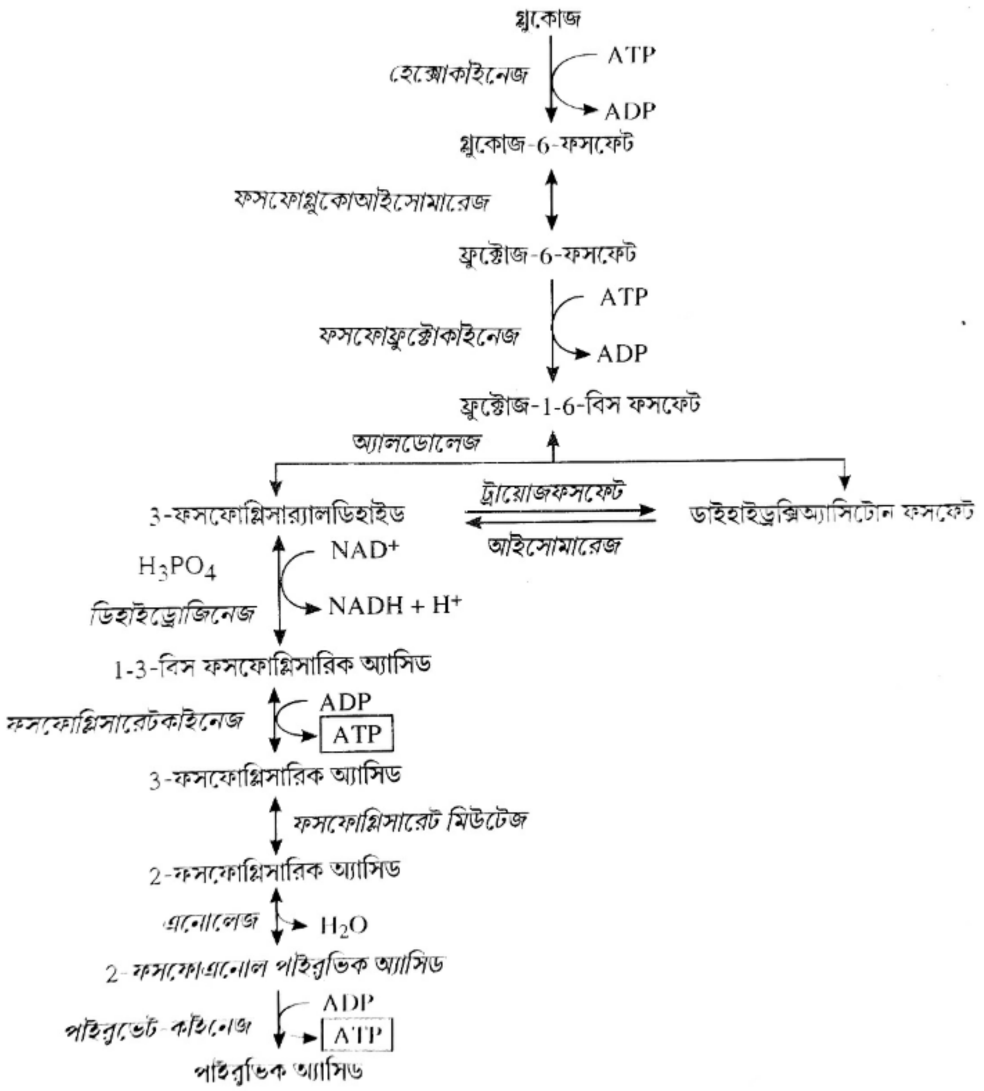
Glyceraldehyde dehydrogenase উৎসেচক দ্বারা সম্পন্ন হয়।

চ। 1,3- bisphophoglyceric acid,kinase উৎসেচকের উপস্থিতিতে 3-phosphoglyceric acid এ পরিণত হয়। এই বিক্রিয়ার ফলে ATP অনু উৎপন্ন হয়।

ছ। এর পরবর্তী পর্যায়ে mutase উৎসেচক দ্বারা 2-phosphoglyceric acid এবং তারপর enolase উৎসেচক দ্বারা 2-phosphoenol pyruvic acid উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে এক অনু জল নির্গত হয়।

জ। গ্লাইকোলাইসিস এর শেষ পর্যায়ে pyruvate kinase উৎসেচক এর প্রভাবে 2-phosphoenol pyruvic acid থেকে ফসফেট মুক্ত হয়ে ATP ও pyruvic acid প্রস্তুত হয়।

গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়া প্রতি অনু **glucose** জারিত হয়ে দুই অনু **pyruvic acid** উৎপন্ন করে এবং **4** অনু **ATP** উৎপন্ন হয় এবং দুই অনু **ATP** ব্যয় হয় বলে প্রকৃতপক্ষে **4 -2 = 2** অনু **ATP** লাভ হয়।



গ্লাইকোলাইসিস এর তাৎপর্য

1। গ্লাইকোলাইসিস এর ফলে উৎপন্ন **2** অনু **pyruvic acid** ক্রেবস চক্রের **substrate** হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

2। গ্লাইকোলাইসিস এর ফলে দুই অনু **ATP** নিট লাভ হয়।

3। অবাত শ্বসন কারী জীব দের ক্ষেত্রে গ্লাইকোলাইসিস এ উৎপন্ন দুই অনু **$NADH_2$** অন্যান্য বিপাকীয় কাজে ব্যবহৃত হয়।

4। অন্তর্বর্তী যৌগ হিসেবে উৎপন্ন **DHAP** ফ্যাট বিপাকে গ্লিসারোল সৃষ্টিতে

সাহায্য করে।

5। গ্লাইকোলাইসিস এর সাবস্ট্রেট লেভেল ফসফরিলেশন এর ফলে সরাসরি দুই অনু ATP তৈরি হয়।

6। গ্লাইকোলাইসিস যে কোন কোষে glucose জারণ এর সরলতম পর্যায়।

সবাত শ্বসন

যে জৈব-রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় বায়ুজীবী কোষের ভেতর শ্বসন বস্তু অক্সিজেনের উপস্থিতিতে সম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও জল এবং 686 কিলোক্যালরি শক্তি নির্গত করে তাকে সবাত শ্বসন বলে।

$$C_6H_{12}O_6+6O_2=6CO_2+6H_2O+686Kcal$$

অবাত শ্বসন

যে জৈব-রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জীবকোষের শ্বসন বস্তু মুক্ত অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে অজৈব যৌগের অক্সিজেন দিয়ে অসম্পূর্ণভাবে জারিত হয়ে শক্তি আংশিক মুক্তি ঘটায় তাকে অবাত শ্বসন বলে।

$$C_6H_{12}O_6+12NO_2=6CO_2+12NO_2+6H_2O+50Kcal$$

স্থান

অবাত শ্বসন ও অবাত শ্বসন অবায়ুজীবী পরজীবী প্রাণী, ছত্রাক, বিভিন্ন ব্যাকটেরিয়ায় সম্পন্ন হয়। উন্নত প্রাণীর পেশিতে অক্সিজেনের ঘাটতি হলে যে ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন হয় তা সাময়িকভাবে অবাত শ্বসনের ফলে সৃষ্টি হয়।

ক্রেবস চক্র/ TCA cycle

যে প্রক্রিয়ায় জীবদেহে উৎপন্ন **acetyl Co-A** মাইট্রোকন্ডিয়া এর মধ্যে বিভিন্ন উৎসেচক এর সাহায্যে বিভিন্ন জৈব এসিড উৎপাদনের মাধ্যমে চক্রাকার পথে জারিত হয়ে জল কার্বন ডাই অক্সাইড এবং বিজারিত হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে তাকে ক্রেবস চক্র বা ট্রাই কার্বক্সিলিক অ্যাসিড চক্র বলে।

Acetyl Co-A ক্রেবস চক্রে সূচনা করে।এটি **4** কার্বন যুক্ত **oxalo acitic acid** সঙ্গে বিক্রিয়া করে **6** কার্বনযুক্ত **citric acid** উৎপন্ন করে। বিজ্ঞানী **Hans Krebs** সর্বপ্রথম এই চক্রটি আবিষ্কার করেন তাই এই চক্রকে ক্রেবস চক্র বলা হয়।

1। Acetyl Co-A , citrate synthatase উৎসেচক এর উপস্থিতিতে **oxalo acitic acid** ও জলের সঙ্গে যুক্ত হয়ে **citric acid** উৎপন্ন করে। **Co-A** মুক্ত হয়।

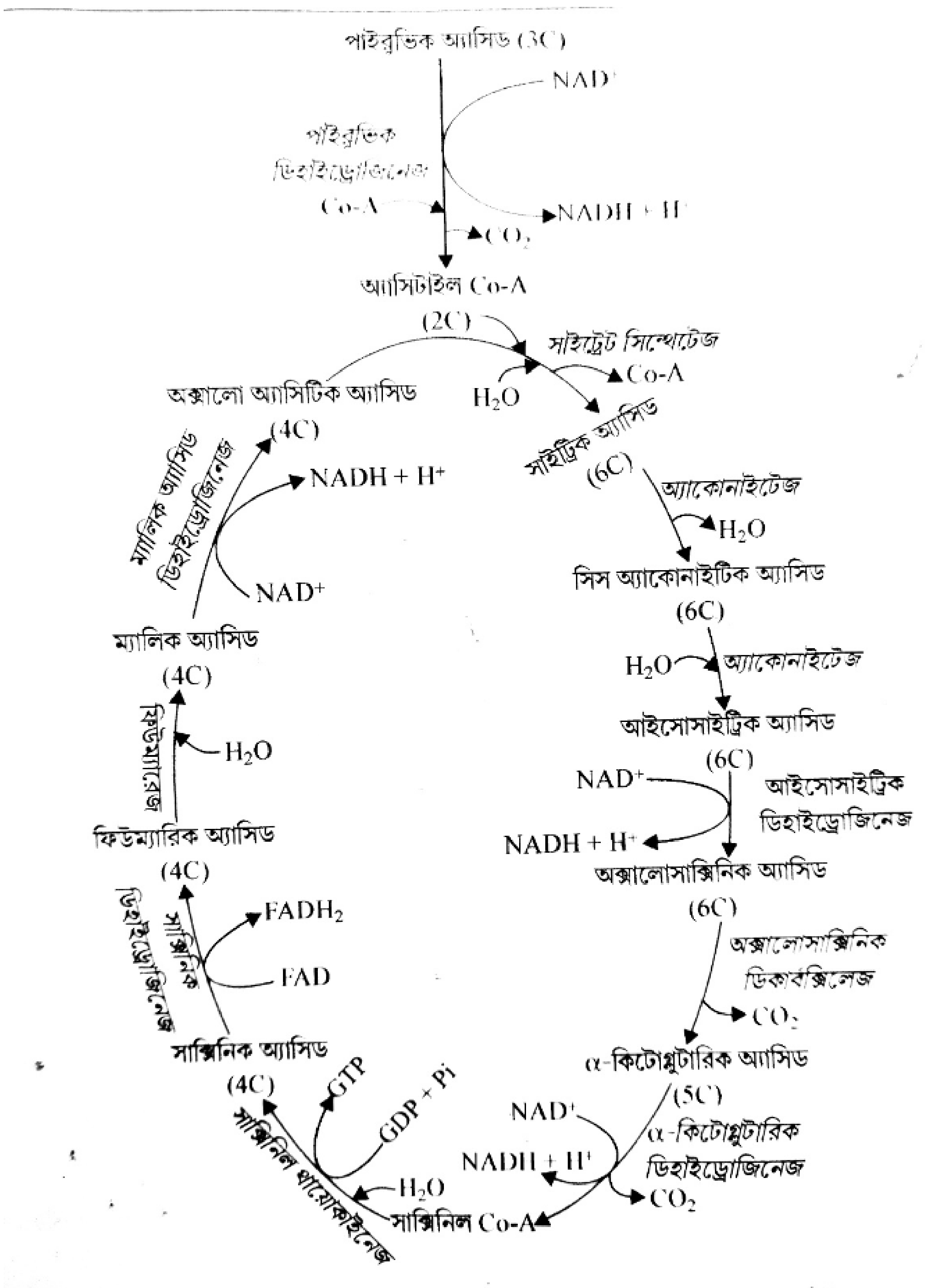
2। citric acid, aconitase উৎসেচক এর প্রভাবে প্রথমে জলবিয়োজন ওপরে জল সংযোজক দ্বারা **cis-aconitic acid** এর মাধ্যমে **iso citric acid** এ পরিণত হয়।

3। iso citric acid, iso citric dehydrogenase উৎসেচক ও **NAD+** এর উপস্থিতিতে জারিত হয়ে **oxalo succinic acid** উৎপন্ন করে।

4। oxalo succinic acid, oxalo succinic decarboxylase উৎসেচকের উপস্থিতিতে এক অণু কার্বন-ডাই-অক্সাইড নির্গত করে **α-ketoglutaric acid** পরিণত হয়।

5। α-ketoglutaric acid, α-ketoglutaric dehydrogenase উৎসেচকের উপস্থিতিতে **Succinyl Co-A** তে পরিণত হয় ও কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত করে।

6। **Succinyl Co-A** উৎসেচক এর প্রভাবে জলের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটিয়ে পরিণত হয় মুক্ত হয় এবং এই বিক্রিয়ায় এক অনু **GDP** থেকে এক অনু **GTP** উৎপন্ন হয়।



7। **Fumaric acid, fumarase** উৎসেচকের উপস্থিতিতে এখনো জলের সঙ্গে যুক্ত হয়ে ম্যালিক অ্যাসিড গঠন করে।

8। **Malic acid, malic dehydrigenase** উৎসেচকের সহায়তায় জারিত হয়ে **oxalo acitic acid** গঠন করে এই বিক্রিয়ায় **NAD^+** বিজারিত হয়ে

$NADH^+ + H^+$ গঠন করে।

ক্রেবস চক্রের গুরুত্ব:

- ক্রেবস চক্র হল শর্করা ফ্যাটি এসিড এবং অ্যামাইনো এসিডের জারণ এর সাধারণ পথ।
- প্রতি অনুগ গ্লুকোজের সম্পূর্ণ জারনে ক্রেবস চক্র থেকে কুড়ি অনু ATP উৎপন্ন হয়।
- ক্রেবস চক্র অপচিতিমূলক বিপাক পথের একটি পর্যায় হলেও এই পথে সংশ্লেষিত বহু জৈব যৌগ উপচিতি মূলক কাজে ব্যবহৃত হয়, তাই একে আম্ফিবলিক pathway বলা হয়।
- Succinyl Co-A, chlorophyll, cytochrome প্রভৃতি যৌগ সালোকসংশ্লেষে অংশগ্রহণ করে।
- ক্রেবস চক্রে উৎপন্ন জৈব এসিড গুলি অংশগ্রহণ করে।

ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্র /electron transport system(ETS)

সবাত শ্বসনের শেষ পর্যায়ে মাইটোকনড্রিয়া অন্তপর্দায় উপস্থিত বিভিন্ন ইলেকট্রন বাহক গুলি যে প্রক্রিয়ায় বিজারিত NAD, FAD কে জারিত করে এবং আণবিক অক্সিজেনের উপস্থিতিতে জলের অনু ও উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন ATP সংশ্লেষ করে তাকে ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্র বলে।

বিক্রিয়ার ধাপ: মাইটোকন্ড্রিয়ার অন্তর্দায় উপস্থিত ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্র পরিচালনা করার জন্য চারটি কমপ্লেক্স পৃথক পৃথকভাবে অবস্থান করে।

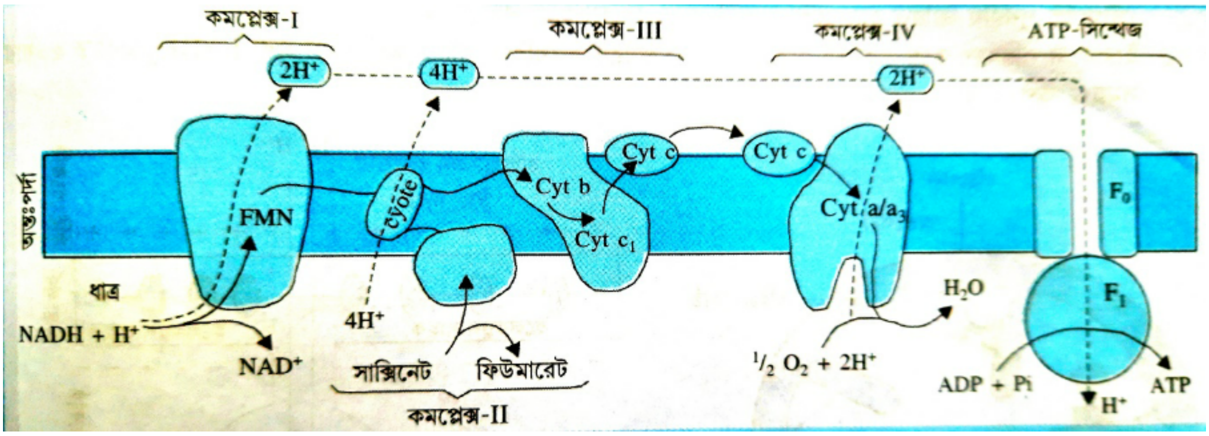
কমপ্লেক্স I- এই কমপ্লেক্সে $NADH^{+}+H^{+}$উপস্থিত হলে তা NADH dehydogenase দ্বারা জারিত হয়। এই বিক্রিয়ার ফলে $2H^{+}$ নির্গত হয়। এই কমপ্লেক্সে dehydrogenase উৎসেচক ফ্লাভিন মনো নিউক্লিওটাইড(FMN) ও কয়েকটি Fe-S কেন্দ্র থাকে। কমপ্লেক্স I এর পাশেই ubiquinone নামে একটি ইলেকট্রন বাহক থাকে যা ইলেকট্রন কে কমপ্লেক্স I থেকে কমপ্লেক্স II এ পরিচালিত করে।

কমপ্লেক্স II - দেখা গেছে যে ক্রেবস চক্রের সাকসিনিক এসিড এইখানে জারিত হয়ে ফিউমারিক এসিডে রূপান্তরিত হয় এবং এই বিক্রিয়ার ফলে নির্গত ইলেকট্রন আবার ubiquinone ফিরে আসে। এই বিক্রিয়ার ফলে ubiquinone জারিত হয়।

কমপ্লেক্স III- বিজারিত ubiquinone থেকে পরবর্তী পর্যায়ে ইলেকট্রন এই কমপ্লেক্সে আশায় ubiquinone জারিত হয়। এই কমপ্লেক্সে আসার পর electron, cytochrome-b অনুতে আসে এবং সেখান থেকে পরপর cytochrome-c1 এবং cytochrome-c অণুতে পরিবাহিত। এখানে বিজারিত cytochrome-c, cytochrome oxidase উৎসেচক দ্বারা জারিত হয়।শ্বসনের প্রান্তভাগে আণবিক অক্সিজেনের উপস্থিতিতে এই জারণ প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয় বলে একে প্রান্তীয় শ্বসন। শাসনের সময় গৃহীত অক্সিজেন এই প্রান্তীয় শ্বসন এই ব্যবহৃত হয়। সাইটোক্রোম অনুগুলি লৌহ সমন্বিত প্রোটিন এবং এই প্রোটিনের জারিত লৌহ(Fe^{3+}) ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে বিজারিত লৌহ(Fe^{2+}) পরমাণুতে রূপান্তরিত হয়। ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্র ইলেকট্রন cytochrome b → cytochrome-c1 → cytochrome-c, এই পথে প্রবাহিত হয়। সবশেষে বিজারিত cytochrome -c, প্রান্তীয় শ্বসন অক্সিজেন কে ব্যবহার করে cytochrome oxidase উৎসেচক এর সাহায্যে জারিত হয়ে জল উৎপন্ন করে।

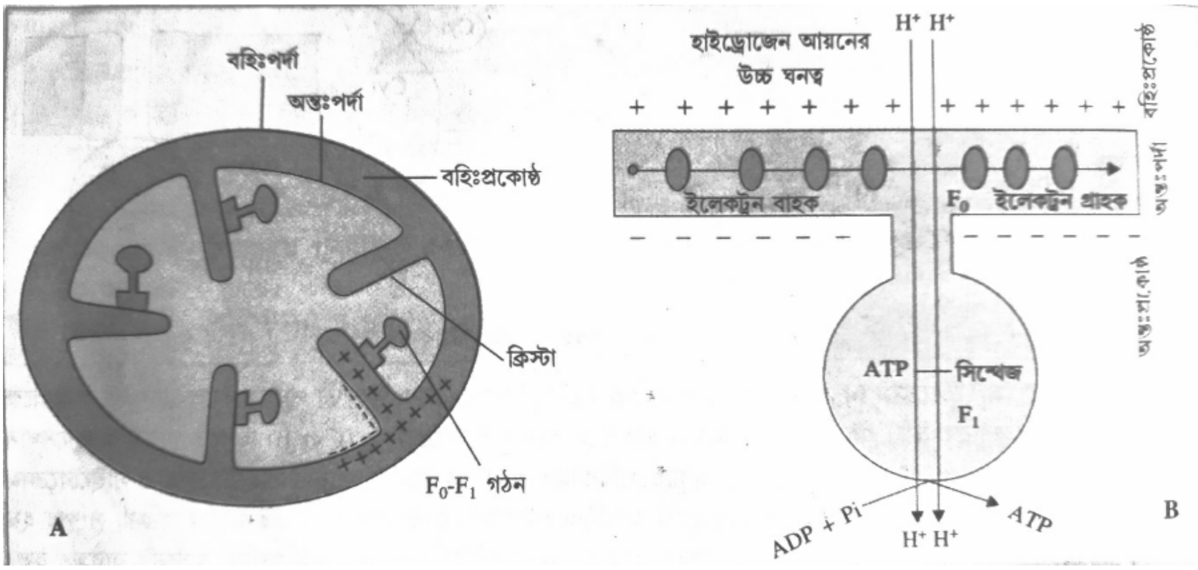
এক্ষেত্রে দুই অনু বিজারিত cytochrome-c দুটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে

পুনরায় জারিত পরিণত হয়। নির্গত ইলেকট্রন দুটি অক্সিজেন পরমাণু ও দুটি আয়নের সঙ্গে যুক্ত হয়ে জল গঠন করে।



কমপ্লেক্স IV-একটি বিষয় লক্ষণীয় যে ইলেকট্রন পরিবহন তন্ত্রের মাধ্যমে ইলেকট্রন প্রবাহিত হওয়ার সময় বিভিন্ন পর্যায় মাইটোকনড্রিয়ার অন্তঃস্থ প্রকোষ্ঠ থেকে বাইরের দিকে H+আয়ন চালিত হয়.ইলেকট্রন পরিবহনতন্ত্র পাম্পের মতো কাজ করে H+ আয়ন কে বাইরের দিকে পরিচালিত করলে মাইট্রোকন্ডিয়া ভেতরের পর্দার দুপাশে প্রোটন ঘনত্বের একটি প্রভেদ সৃষ্টি হয়. এই প্রোফাইল একটি মাত্রায় পৌছলে প্রোটন চালক বলের সৃষ্টি হয়. মাইটোকনড্রিয়া F0-F1 কোনায় এই প্রথম চালক বল কে কাজে লাগিয়ে ADP ও অজৈব ফসফেট(Pi) যুক্ত হয়ে ATP উৎপন্ন করে.

অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশন: বিজ্ঞানী পিটার মিচেল উল্লেখ করেন যে মাইটোকনড্রিয়ার অন্তরের ভিতর ও বাইরের দিকে আয়নের ঘনত্বের প্রভাবের ফলে যে প্রোটন চালক বলের সৃষ্টি হয় তার শক্তিকে কাজে লাগিয়ে ADP ও অজৈব ফসফেট(Pi) যুক্ত হয়ে উৎপন্ন হয়। শ্বসন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উৎপাদনের এই আধুনিক মতবাদ কে রাসায়নিক অভিস্রবণ মতবাদ বলা হয় মাইটোকনড্রিয়া আণবিক অক্সিজেনের উপস্থিতিতে এই উৎপন্ন হওয়ার ঘটনাকে অক্সিডেটিভ ফসফোরাইলেশন বলা হয়।



শ্বসন পদ্ধতিতে উৎপন্ন ব্যবহৃত জলের হিসাব:

বিক্রিয়ার ধাপ	উৎপন্ন জল	ব্যবহৃত জল
A. গ্লাইকোলাইসিস		
1. 3 ফসফোগ্লিসারাল্ডিহাইড → 1, 3 বিস্ ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড (*ETS মাধ্যমে)	+2 অণু	
2. 2 ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড → 2 ফসফোএনোল পাইরুভিক অ্যাসিড।	+ 2 অণু	
B. পাইরুভিক অ্যাসিড → অ্যাসিটাইল Co-A (ETS, মাধ্যমে)	+ 2 অণু	
C. ক্রেবস চক্র		
1. অক্সালোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড → সাইট্রিক অ্যাসিড		– 2 অণু
2. সাইট্রিক অ্যাসিড → সিস্ অ্যাকোনাইটিক অ্যাসিড	+ 2 অণু	
3. সিস্ অ্যাকোনাইটিক অ্যাসিড → আইসোসাইট্রিক অ্যাসিড		– 2 অণু
4. আইসোসাইট্রিক অ্যাসিড → অক্সালোসাকসিনিক অ্যাসিড (ETS মাধ্যমে)	+ 2 অণু	
5. α কিটোগ্লুটারিক অ্যাসিড → সাক্সিনাইল Co-A (ETS মাধ্যমে)	+ 2 অণু	
6. সাক্সিনাইল Co-A → সাক্সিনিক অ্যাসিড		– 2 অণু
7. সাক্সিনিক অ্যাসিড → ফিউমারিক অ্যাসিড (ETS মাধ্যমে)	+ 2 অণু	
8. ফিউমারিক অ্যাসিড → ম্যালিক অ্যাসিড		– 2 অণু
9. ম্যালিক অ্যাসিড → অক্সালো অ্যাসিটিক অ্যাসিড	+ 2 অণু	

শ্বসন পদ্ধতিতে উৎপন্ন ও ব্যবহৃত ATP এর হিসাব এর হিসাব

বিক্রিয়া	ATP উৎপাদন		ATP ব্যয়	নীট লাভ	
	প্রচলিত মত	আধুনিক মত	প্রচলিত / আধুনিক মত	প্রচলিত মত	আধুনিক মত
a) গ্লাইকোলাইসিস প্রক্রিয়া :					
1. গ্লুকোজ → গ্লুকোজ 6-ফসফেট	—	—	– 1		
2. ফ্রুক্টোজ 6-ফসফেট → ফ্রুক্টোজ 1, 6 বিস ফসফেট	—	—	– 1		
3. 3-ফসফোগ্লিসার‍্যালডিহাইড → 1, 3-বিস ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড (ETC মাধ্যম $NADH_2$)	3 × 2 = 6	1·5 × 2 = 3	—		
4. 1, 3-বিস ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড → 3-ফসফোগ্লিসারিক অ্যাসিড	1 × 2 = 2	1 × 2 = 2	—		
5. 2-ফসফোএনোল পাইরুভিক অ্যাসিড → পাইরুভিক অ্যাসিড	1 × 2 = 2	1 × 2 = 2	—		
	10	**7**	**– 2**	8	5
b) পাইরুভিক অ্যাসিডের ডিকার্বক্সিলেশন :					
6. পাইরুভিক অ্যাসিড → অ্যাসিটাইল Co-A (ETC মাধ্যমে $NADH_2$)	3 × 2 = 6	2·5 × 2 = 5			
c) ক্রেবস চক্র :					
7. আইসোসাইট্রিক অ্যাসিড → অক্সালো-সাক্সিনিক অ্যাসিড (ETC মাধ্যমে $NADH_2$)	3 × 2 = 6	2·5 × 2 = 5			
8. α-কিটোগ্লুটারিক অ্যাসিড → সাক্সিনিল Co-A (ETC মাধ্যমে $NADH_2$)	3 × 2 = 6	2·5 × 2 = 5			
9. সাক্সিনিক অ্যাসিড → ফিউম্যারিক অ্যাসিড (ETC মাধ্যমে $FADH_2$)	2 × 2 = 4	1·5 × 2 = 3			
10. ম্যালিক অ্যাসিড → অক্সালো অ্যাসিটিক অ্যাসিড (ETC মাধ্যমে $NADH_2$)	3 × 2 = 6	2·5 × 2 = 5			
11. সাক্সিনিল Co-A → স্যাক্সিনিক অ্যাসিড	1 × 2 = 2	1 × 2 = 2			
মোট উৎপন্ন ATP (b + c)	**30**	**25**	**0**	**30**	**25**
মোট উৎপন্ন ATP (a + b + c)	**40**	**32**	**– 2**	**38**	**30**