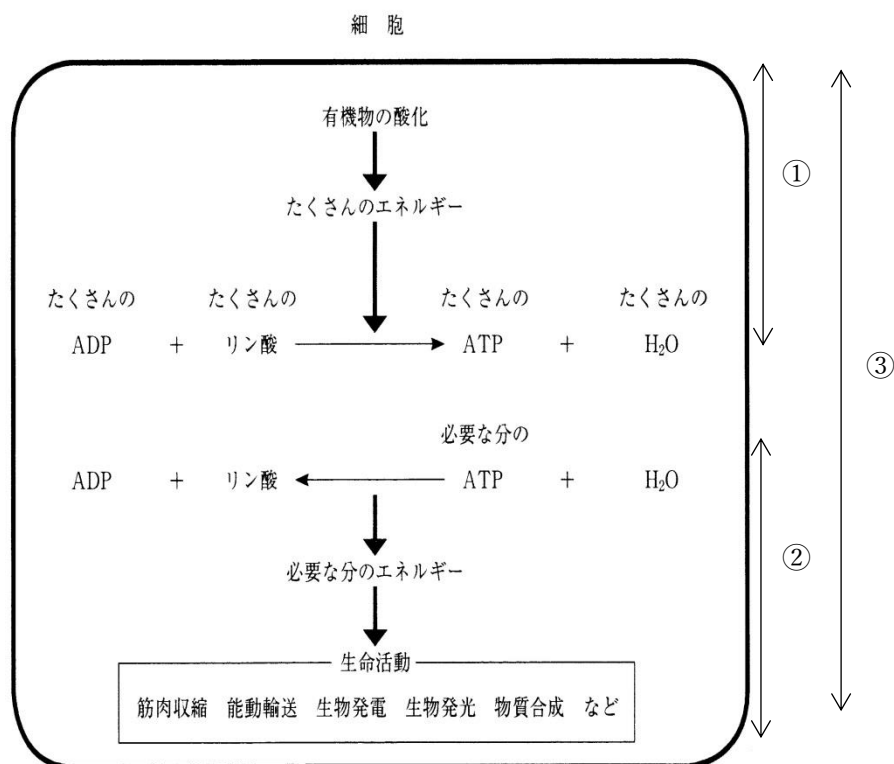


復習シート ハイレベル生物② 1学期 2回目

第8問 ATPと発酵・呼吸

下の図は細胞内でおこなわれている代謝・エネルギー代謝を表した模式図である。この図において発酵・呼吸とはどの部分のことか。図中の①～③からそれぞれ選べ。



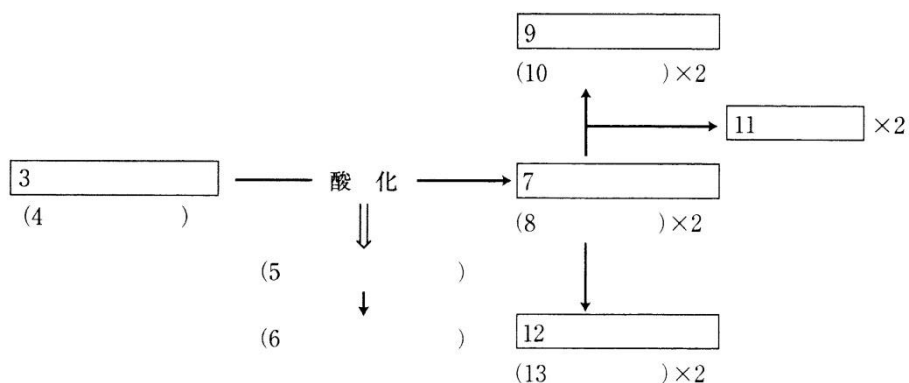
<第8問の解答>

発酵：① 呼吸：①

第9問 発酵

問1 次の文章中の空欄(1～16)に適する語句を入れよ。なお、文章中の空欄の番号と図中の空欄の番号は一致しており、同じ語句が入る。

(1)を酸化したときに生じる(5)を使って(2)を合成するのが発酵であるが、例としてよく出る(1)が(3)(= 4)である。一分子の(3)が酸化されたときに生じる(5)によって(6)を得る。生物たちはこの(6)によって生命活動を行うが、(3)を酸化した結果、破片である(7)(= 8)が生じる。(7)は必要ないため体外に排出されるが、(14)などの生物は(7)を(9)(= 10)と(11)に変換してから排出するし、(15)などは(7)を(12)(= 13)に変換してから排出する。なおこれら(9)や(12)を(16)と表現する。



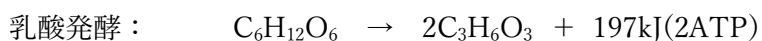
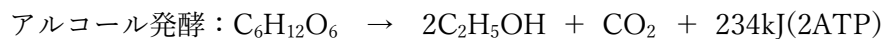
問2 アルコール発酵と乳酸発酵の化学反応式を書け。なおエネルギー量と ATP も書き加えよ。

<第9問の解答>

問1

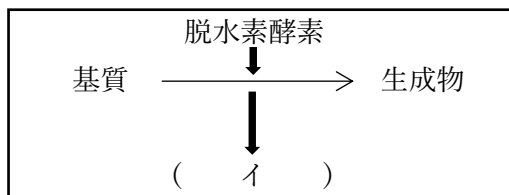
1. 有機物 2. ATP 3. グルコース 4. $C_6H_{12}O_6$ 5. エネルギー
 6. 2 ATP 7. ピルビン酸 8. $C_3H_4O_3$ 9. エタノール 10. C_2H_5OH
 11. CO_2 12. 乳酸 13. $C_3H_6O_3$ 14. 酵母菌 15. 乳酸菌
 16. 代謝産物

問2



第10問 補酵素と発酵

脱水素とは基質から水素を奪うことであるが、これは言い方を換えると基質を(ア)することである。正確には基質から H^+ だけでなく e^- もはずれるため、図のようになる。

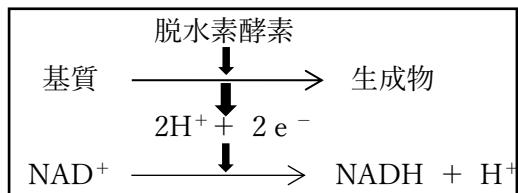


ところで、(ア)と(ウ)は表裏一体で、(ア)が起これば必ず同時に(ウ)が起こる。つまり、ある物質から H^+ と e^- がはずれる(=ある物質が(ア)される)と、また別の物質が必ずこれら H^+ と e^- を受け取らなければならない(=(ウ)されなければならない)。そこで脱水素酵素はそれらの受容体として(=(ウ)され役)として(エ)を伴っている。この(エ)には NAD^+ ・ FAD ・ $NADP^+$ などがある。ここで、 NAD^+ を例にして H^+ と e^- の受容を見てみると・・・

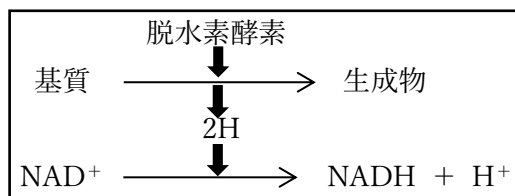


・・・となる。

このとき NAD^+ を(オ)、 $NADH$ を(カ)と表現することもある。以上をまとめると次のように図示することになる。



しかし e^- を省いて次のように描き表わすこともある。

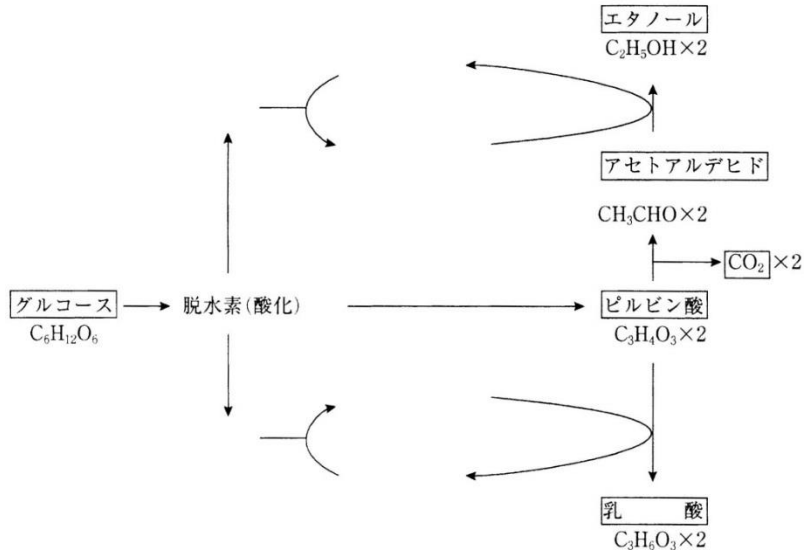


<第10問の解答>

ア - 酸化 イ - $2H^+ + 2e^-$ ウ - 還元 エ - 補酵素 オ - 酸化型補酵素
カ - 還元型補酵素

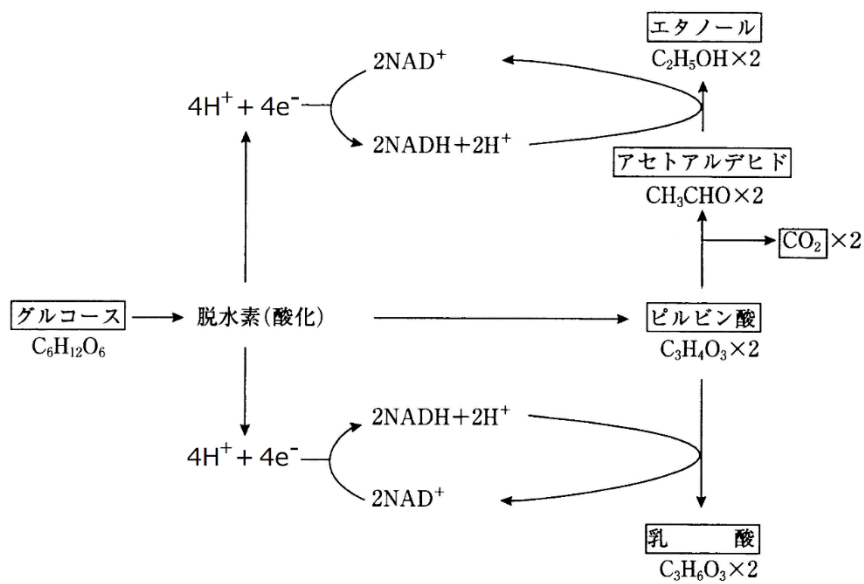
第11問-1 発酵の経路(補酵素も交えて)

問1 次の図の空白部分に補酵素・水素を補え。なお電子は省略してよい。



<第11問 問1の解答>

問1



第11問-2 発酵の経路(補酵素も交えて)

問2 問1の図のアセトアルデヒドとエタノール間の反応、またはピルビン酸と乳酸間の反応を止めると、グルコースがピルビン酸になる反応も止まる。この理由を説明する場合いろいろな表現法がある。次の空欄(ア～カ)に適語を入れよ。

(ア)が(イ)に戻らなくなるから。
=(ウ)が(エ)に戻らなくなるから。

(イ)の(オ)が止まるから。
=(エ)の(オ)が止まるから。

<第11問 問2の解答>

ア - 還元型補酵素 イ - 酸化型補酵素 ウ - NADH エ - NAD⁺ オ - 供給

第12問-1 呼吸

呼吸の過程を説明した下の文章の空欄(ア～ク)を埋めよ。

問1 ア・イを埋めよ。

●

ア

グルコースが酸化されることでピルビン酸が生じる。この過程では生じたエネルギーによって2分子のATPを得、また $4H(=4H^++4e^-)$ が生じるため、これらを $2NAD^+$ が受容して $2NADH+2H^+$ が生じる。なおこのグルコースからピルビン酸までの過程を(ア)といい、ここまでの反応は(イ)でおこなわれる。

<第12問 問1の解答>

ア - 解糖系 イ - 細胞質基質

第12問-2 呼吸

問2 ウ〜クを埋めよ。

ウ

- 発酵ではピルビン酸を“破片”として捨ててしまっただが、このピルビン酸はまだ(エ)であり、酸化すればまだエネルギーを取り出すことができる。そこでこのピルビン酸をさらに酸化していく過程が(ウ)であり、これが発酵との違いである。なおピルビン酸の酸化は(オ)の(カ)でおこなわれる。
- まずピルビン酸を酸化(=脱水素)して $2H(=2H^+ + 2e^-)$ を得る。これらは NAD^+ に受容されて $NADH + H^+$ となる。この脱水素と同時に脱炭酸が起こって CO_2 が生じる。このように脱水素と脱炭酸を受けたピルビン酸はアセチル CoA となる。
- アセチル CoA はオキサロ酢酸(C_4)と反応してクエン酸(C_6)となる。クエン酸は脱水素・脱炭酸されてもとのオキサロ酢酸になる過程で $8H^+ + 8e^-$ と $2CO_2$ を生じる。 $8H^+ + 8e^-$ は $3NAD^+$ と FAD に受容されて $3NADH + 3H^+$ と $FADH_2$ が生じる。つまり(ウ)はピルビン酸を酸化した結果、ピルビン酸が $2CO_2$ と $8H^+ + 8e^-$ になってしまう過程である。またピルビン酸を酸化したときに生じるエネルギーによって ATP を合成すると、ピルビン酸1分子あたり1分子の ATP が得られる。

キ

(ア)・(ウ)では、グルコース1分子あたり合計で $10NADH + 10H^+$ と $2FADH_2$ が生じる。これらが(オ)の(ク)にある(キ)にやってきて、合計で $24H(=24H^+ + 24e^-)$ を置いて $10NAD^+$ と $2FAD$ となって帰っていく。 $24H$ は $6O_2$ と反応して $12H_2O$ となる。この反応は簡単に言えば「水素の酸素による燃焼」であり、このため大量のエネルギーが放出され、グルコース1分子当たり最大で34分子の ATP が得られる。

<第12問 問2の解答>

ウ - クエン酸回路 エ - 有機物

オ - ミトコンドリア カ - マトリックス キ - 電子伝達系 ク - 内膜

第12問-3 呼吸

問3 酸素がなくなるとどうなるかを説明した次の文章の空欄(ケ～ソ)に適語を入れよ。

酸素がなくなると(キ)が停止する。すると(ケ)・(コ)の(サ)が停止まるので(ウ)も停止する。(ア)は(シ)に切り替わるので停止しない。なお植物の場合は(ス)型の、動物の場合は(セ)型のものに切り替わるが、筋肉内など動物体内でおこなわれる(セ)型の反応は特に(ソ)と呼ばれる。

問4 (ア)の過程では最初にグルコース1分子が2ATPによってリン酸化され、ピルビン酸が2分子生じるまでの間に4ATPが合成される。このため差し引き2ATPが得られる。ではなぜ最初にグルコースのリン酸化がおこなわれる。これを説明した次の文章の空欄に適語を入れよ。

グルコースは(タ)な物質で化学反応を(チ)。そのため、ATPの(ツ)に存在するエネルギーをグルコースに注入して(テ)にして、化学反応を開始させるのである。

問3

ケ・コ - NAD^+ ・FAD サ - 供給 シ - 発酵 ス - アルコール発酵 セ - 乳酸発酵
ソ - 解糖

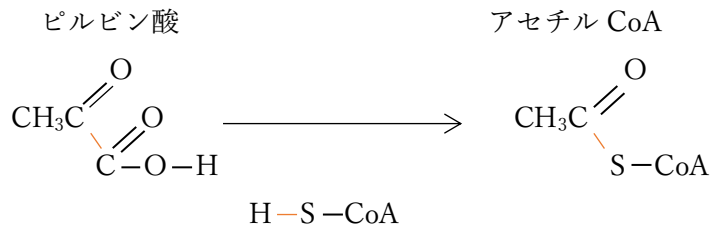
問4

タ - 安定 チ - 起こしにくい ツ - 高エネルギーリン酸結合 テ - 不安定

第12問-4 呼吸

問5 アセチル CoA を説明した次の文章の空欄に適語を入れよ。

ピルビン酸がアセチル CoA になるまでの反応を触媒する酵素の補酵素を(ト)といい、「-SH」という部分を持つので(ナ)と表記することもある。これがピルビン酸のカルボキシ基の部分と結合して生じるのがアセチル CoA である。



問6 発酵と呼吸の違いは「ピルビン酸をどうするか」であるが、「酸素を使うか使わないか」という違いも重要である。ではなぜ酸素が使われるのかを説明した次の文の空欄に

表現法1：(ニ)を(ヌ)し続けるため。

表現法2：(ネ)・(ノ)を(ヌ)し続けるため。

表現法3：(ハ)・(ヒ)の受容体として必要である。

<第12問 問5・6の解答>

問5

ト - CoA(読み方：コエンザイムエー・補酵素エー・コエー) ナ - CoA-SH

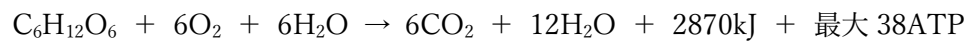
問6

ニ - 酸化型補酵素 ヌ - 供給 ネ・ノ - NAD^+ ・FAD ハ・ヒ - H^+ ・ e^-

第 12 問－ 5 呼吸

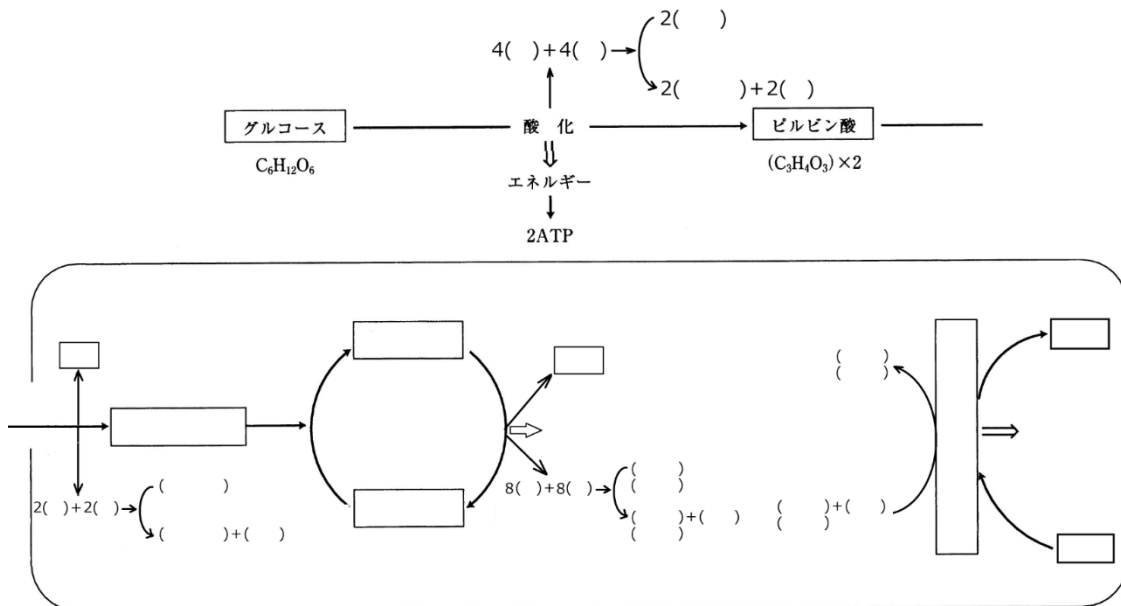
問 7 呼吸全体の化学反応式を書け。なお、エネルギー量や ATP も書き加えること。

<第 1 2 問 問 7 の解答>

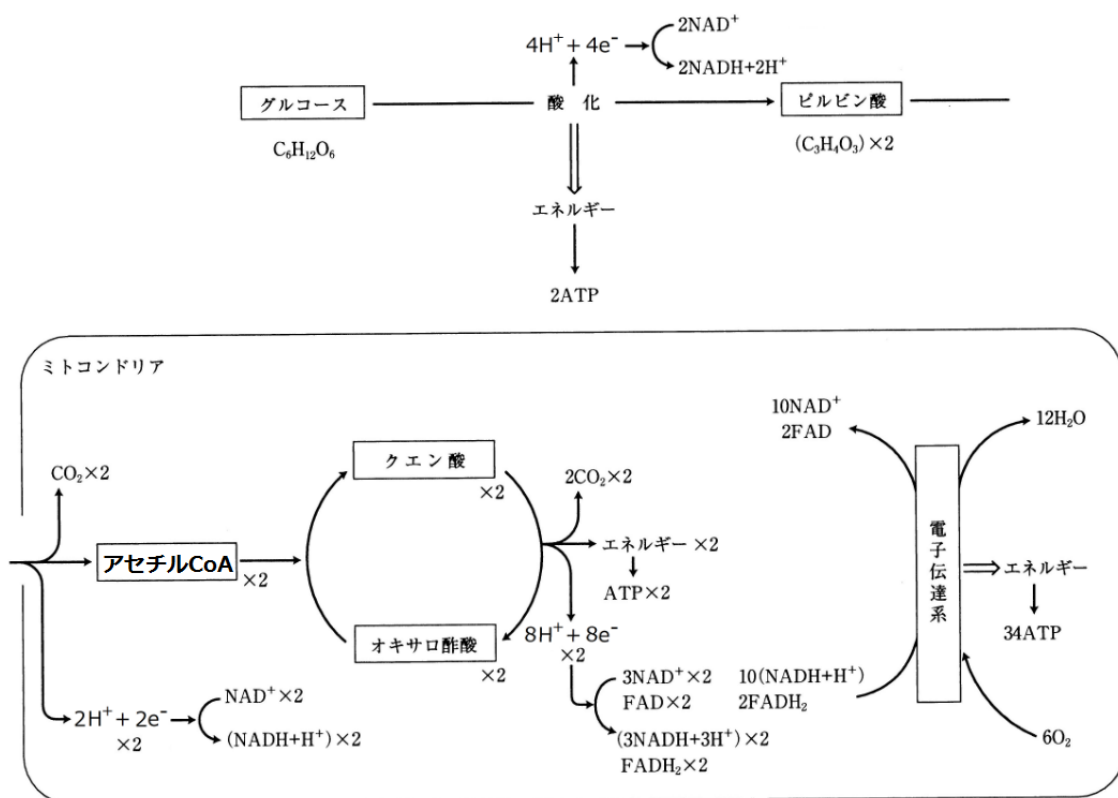


第 12 問 - 6 呼吸

問 8 次の図の空白部分を埋めよ。



<第 1 2 問 問 8 の解答>



第13問 呼吸基質

次の文章の空欄(ア～ソ)に適語を入れよ。

呼吸で酸化される有機物を(ア)といい、これにはグルコースなどの炭水化物以外にも(イ)や(ウ)がある。(イ)が(ア)となった場合、まず酵素(エ)によって(オ)と(カ)に分解される。(オ)はグリセルアルデヒドリン酸となって(キ)に入っていく。(カ)は(ク)によって炭素2個分ずつが(ケ)となって(コ)に入っていく。(ウ)が(ア)となった場合は、まずアミノ酸にまで分解される。アミノ酸は(サ)作用によって各種(シ)と(ス)になる。各種(シ)は(コ)に入っていく。(ス)は(セ)で(ソ)になり、尿として排出される。

<第13問の解答>

ア - 呼吸基質 イ - 脂肪 ウ - タンパク質 エ - リパーゼ オ - グリセリン
カ - 脂肪酸 キ - 解糖系 ク - β 酸化 ケ - アセチル CoA コ - クエン酸回路
サ - 脱アミノ シ - 有機酸 ス - アンモニア セ - 肝臓 ソ - 尿素

第14問 呼吸商

対象となる生物の(ア)を(イ)で割った値を呼吸商といい、その生物の(ウ)を推定するのに利用できる。炭水化物を(ウ)として呼吸をおこなえば、その呼吸商は一般に(エ)付近となり、また脂肪なら(オ)・タンパク質なら(カ)付近となる。従って、例えばある生物の呼吸商を測定して、その値が1.0付近であればその生物の(ウ)は(キ)であると推定できる。

<第14問の解答>

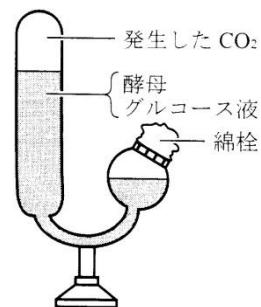
ア - 二酸化炭素放出量(体積(L)またはmol) イ - 酸素放出量(体積(L)またはmol)

ウ - 呼吸基質 エ - 1.0 オ - 0.7 カ - 0.8 キ - 炭水化物

第15問-1 発酵・呼吸の実験

問1 右図をヒントにして、次の文章の空欄(ア～ク)に適語を入れよ。

図の実験器具を(ア)といい、(イ)の実験に用いる。まずグルコース液を作りそこに酵母菌を加え、器具に入れる。やがて酵母菌は(イ)によって(ウ)と(エ)を発生させる。(ウ)は気体であるため盲管部分にたまり、この量を測定することで(ア)がどの程度起こっているのかを推測するのである。なお発生した気体が(ウ)であることを確かめるためには、(ア)に(オ)を入れ(ウ)が消失することを観察したり、(カ)に通すとそれが白濁することを確認すればよい。また(エ)が生じていることを確かめるには(キ)反応により(ク)が生じ、(キ)の臭いがすることを確認すればよい。



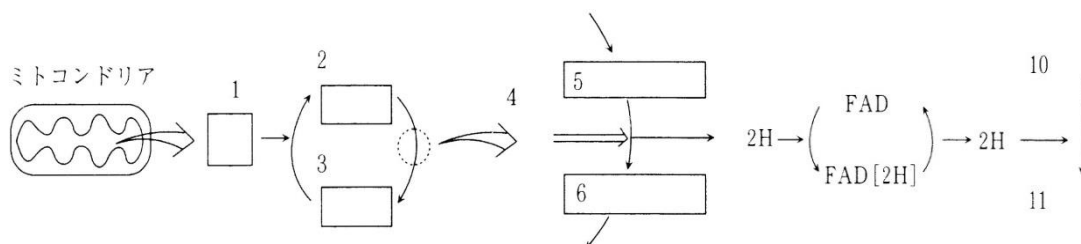
<第15問 問1の解答>

ア - キューネ発酵管 イ - アルコール発酵 ウ - 二酸化炭素 エ - エタノール
オ - NaOH カ - 石灰水 キ - ヨードホルム ク - 黄色い沈殿

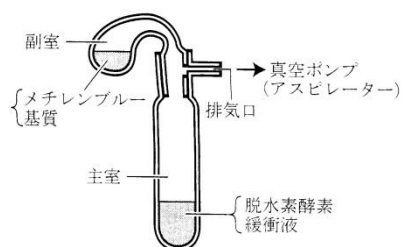
第15問-2 発酵・呼吸の実験

問2 ミトコンドリア内でおこなわれている反応を説明した文章の空欄(1～11)に適語を入れよ。

ミトコンドリアのマトリックスではクエン酸回路があり、(1)が(3)と反応して(2)が生じる。(2)は様々な反応を経て再び(3)になる。(2)と(3)の間の物質として(5)がある。これは(4)による酸化反応によって(6)になる。(5)が酸化されたときに生じた2HはFADに受容されてFAD[2H](=FADH₂)が生じる。この一連の反応を視覚化するために用いられるのが(10)である。(10)は青色をしているが、FAD[2H](=FADH₂)から2Hを受容して(11)になると(9)になる。つまり溶液が青から(9)に変化するのを観察することで(4)の活性の程度を測ることができるのである。



右の図は(7)と呼ばれ、(4)の活性を測定する場合に用いられる。なお実験の際には真空ポンプで(7)内の空気を抜く。これは空気中に含まれる(8)によって、(11)が(10)に戻ってしまうのを防ぐためである。



<第15問 問2の解答>

1. アセチル CoA 2. クエン酸 3. オキサロ酢酸 4. コハク酸脱水素酵素
5. コハク酸 6. フマル酸 7. ツンベルグ管 8. 酸素 9. 無色
10. 酸化型メチレンブルー(=Mb) 11. 還元型メチレンブルー(=MbH₂)