

生化学問題

【問題1】 次の(1)と(2)の英語を和訳し、簡単に説明しなさい。

- (1) endoplasmic reticulum (ER)
- (2) aerobic respiration
- (3) adenosine triphosphate(ATP)

- (1) 小胞体……細胞内の膜構造で、タンパク質等の物質の移動通路になっていると考えられている。リボソームの付いている粗面小胞体とついていない滑面小胞体がある。
- (2) 好気呼吸……ミトコンドリアで行われる呼吸で、酸素を用いて有機物の分解を行いエネルギーを得る仕組み、1molのブドウ糖から38molのATPが生産できるエネルギーを取り出せる。嫌気呼吸に比較して、エネルギー効率が遥かによい。
- (3) アデノシン三リン酸……ATPと略記。筋肉中および酵母の中などに見出されるヌクレオチド

ヌクレオチド (nucleotide) :ヌクレオシドの糖部分がリン酸とエステルを作っている化合物の総称。

ヌクレオシド (nucleoside) :プリン塩基またはピリミジン塩基と糖の還元基とが結合した配糖体状化合物。

一般に糖が塩基の窒素原子とβ-グリコシド結合をしており、糖がリボースのものをリボヌクレオシド(ribonucleoside), デオキシリボースのものをデオキシリボヌクレオシド(deoxyribonucleoside)という。

アデノシン三リン酸は、水によく溶け、極めて不安定な化合物であるが、ナトリウム塩はpH6.8~7.4の水溶液で比較的安定。アルカリ溶液で二リン酸(ピロリン酸)を遊離する。1分子中に~P(O)(OH)で示される高エネルギーリン酸結合2個を含む。この結合は加水分解に際し、1molあたりpH7で約8kcalの自由エネルギーの変化を伴う。このエネルギーによってATPは、核酸の合成をはじめとし、タンパク質、糖、脂質の代謝に関与する。また筋肉の運動のような力学的エネルギー、生物発光の光エネルギーなどの源泉ともなっており、生物にとってエネルギーの貯蔵、供給および運搬を仲介するきわめて重要な物質である。生体内ではアルコール発酵や解糖で見られるように、酸化過程で生成されるリン酸エステルとADPとにより生成され、またシトクロム系の酸化還元により、あるいは光合成生物においては光リン酸化反応によっても合成される。逆にATPのAMP,ADPへの加水分解に伴うエネルギーの放出により、脂肪酸を活性化して脂肪酸代謝に重要な物質であるアシルコエンザイムAをつくり、あるいはアクトミオシンの形態的变化をおこし筋肉を収縮させる。ATPはまたそのリン酸を他の物質に移転させてその物質を活性化する。例えばアルコール発酵でグルコースからヘキソキナーゼの作用によって生成するグルコース6-リン酸や、核酸の生合成の際の基質であるヌクレオシド三リン酸などのリン酸基は、いずれもATPに由来する。

【問題2】 表1は、アメリカのウィスコンシン州メンドータ湖の生産力を示している。次の問い(1)~(4)に答えなさい。

表1 メンドータ湖の生産力 (cal/cm²/年)
(リンデマン 1942)

栄養段階	総生産力	エネルギー効率
太陽エネルギー	118,872	- (%)
生産者	480	(A)
1次消費者	41.6	8.7
2次消費者	2.3	5.5
3次消費者	0.3	(B)

- (1) 表中の(A)及び(B)のエネルギー効率を答えなさい。ただし、答えは有効数字二桁で答えなさい。
- (2) 栄養段階が高くなると、エネルギー効率についてどのような傾向がみられるようになるといえるか。
- (3) 呼吸によるエネルギーの消失についてはどうなっていると考えられるか。
下の(ア)~(エ)の中から最適なものを1つ選び、符号で答えなさい。

- (ア) 生産者 > 1次消費者 > 2次消費者 > 3次消費者
- (ウ) 生産者 < 1次消費者 > 2次消費者 > 3次消費者

- (イ) 生産者 < 1次消費者 < 2次消費者 < 3次消費者
- (エ) 生産者 < 1次消費者 = 2次消費者 = 3次消費者

(4) 生態系における物質とエネルギーの移動について、両者の最も大きな相違点を1つ簡潔に答えなさい。

- (1) (A) 0.40 % (B) 13.0 %
- (2) 一般にエネルギー効率も高くなる。
- (3) イ
- (4) 物質は循環するが、エネルギーは転流し、最終的に熱となって放散する。

【問題3】炭酸同化について以下の(1)～(3)の問いに答えなさい。

(1) 下記の文中の(ア)～(エ)に適する語句を答えなさい。

炭酸同化は、二酸化炭素を還元して炭水化物(糖)をつくるはたらきのことで、これは用いるエネルギーによって光合成と(ア)に分けられる。光合成は、光エネルギーを用いて炭水化物を合成するはたらきのことで細胞内の(イ)で行われる。このはたらきは、植物だけでなく一部の細菌もおこなっており、これらの細菌を特に(ウ)という。一方(ア)は、(エ)を酸化したときに得られる化学エネルギーを用いて、有機物を合成するはたらきのことで、硝化菌や硫黄細菌などの細菌が行っている。

(2) グルコース($C_6H_{12}O_6$)ができるときの光合成全体の化学反応式を答えなさい。

(3) 一定温度の下で、ある緑葉(200 cm^2)は、光のない暗黒状態で呼吸を行い、20分間に二酸化炭素を1.6 mg放出した。

この緑葉を、ある強さの光の下に置いたところ、15分間で二酸化炭素を、6.5 mg吸収した。

このとき、この緑葉の光合成(真の光合成)によって合成されたグルコースは、1時間あたり何mgか答えなさい。

ただし、Cの原子量12.0、Hの原子量1.0、Oの原子量16.0として計算しなさい。

(1) (ア) 化学合成 (イ) 葉緑体 (ウ) 光合成細菌 (エ) 無機物

(2) $6CO_2 + 12H_2O (+ 光E) \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$

(3) 21 mg

【問題4】呼吸反応について次の(1)～(6)の問いに答えなさい。

(1) 下の文章中の(①)～(⑦)に適する語句を答えなさい。

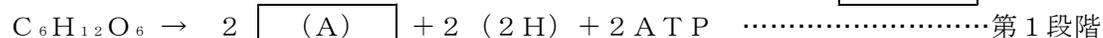
グルコースを基質として用いた場合の好気呼吸は、次の3段階からなる。

第1段階は、グルコース1モルから2モルの(①)を生成する反応で(②)と呼ばれ、差し引き2モルのATPを得ることができる。この反応は無酸素下で進行するもので、(③)中で行われる。

第2段階では、第1段階の(②)で生じた(④)が、サイクル反応である(④)に入りその結果、2モルのATPができる。この反応は(⑤)内で行われる。

第3段階も(⑤)内で行われるが、(②)や(④)でデヒドロゲナーゼによって脱水素された水素が、酵素によって酸素と結合し水となる。これを(⑥)系といい、(⑦)モルのATPが生成する。

(2) 下記の反応式は、第1段階の反応を示す化学反応式である。反応式中の(A)に適する物質を分子式で答えなさい。

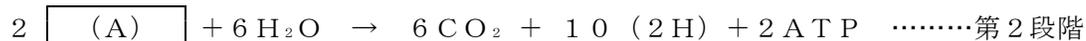


(3) 第1段階の反応においてNADという物質が関与するが、この物質の正式な名称を答えなさい。

(4) 下記の反応は、第2段階と第3段階の反応を示す化学反応式である。

(A)は、第1段階の物質と同じものである。また、(B)は(1)の⑦と同じ数値である。

第1段階、第2段階、第3段階をまとめ、一つの化学反応式で答えなさい。



(5) グルコース30 gが完全に酸化分解されるとき生成する二酸化炭素は何gか答えなさい。

ただし、原子量は、H=1、C=12、O=16とする。

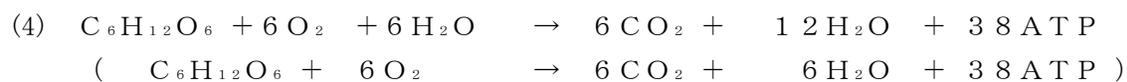
(6) 好気呼吸の基質として、アミノ酸の一種バリン($C_5H_{11}O_2N$)を利用した場合の化学反応式を答えなさい。

また、このときの呼吸商についても答えなさい。(ただし、呼吸商は少数点以下第3位を四捨五入して答えること)

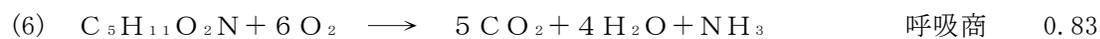
(1) ① ピルビン酸 ② 解糖系 ③ 細胞質基質 ④ クエン酸回路
⑤ ミトコンドリア ⑥ 水素(電子)伝達系 ⑦ 34

(2) $C_3H_4O_3$

(3) ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド



(5) 44 g



呼吸商[respiratory quotient]

RQと略する。呼吸において消費した酸素の体積で排出した無水炭酸(二酸化炭素)の体積を割った値。この値は体内において酸化されている物質の酸化の程度や、同時に行なわれている酸化還元を伴う物質変化によって変動し、炭水化物の酸化では1、脂肪では0.71という値をとる。この値の測定により生体内で起こっている脂質-炭水化物の利用の割合を推定できる。