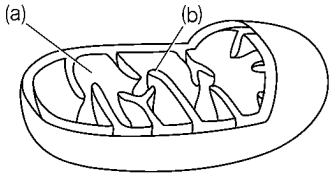
1　図はある細胞小器官を示したものである。



(1)　図の細胞小器官を何というか。

(2)　図の (a) の部分を何というか。

(3)　図の (b) が示すひだ状の構造を何というか。

(4)　図の細胞小器官が関係するはたらきとして適当なものを次の中から１つ選べ。

①　光合成　　②　発　酵　　③　呼　吸

解答　(1)　ミトコンドリア　　(2)　マトリックス　　(3)　クリステ　　(4)　3

解説　(1)，(2)　図の細胞小器官は呼吸の場となるミトコンドリアである。ミトコンドリアには，内外 2 枚の膜があり，外側の膜を外膜，内側の膜を内膜という。また，内膜で囲まれた部分をマトリックスという。

(3)　内膜がひだ状になった部分をクリステといい，発達したミトコンドリアでは多数のクリステが見られる。

(4)　① の光合成は葉緑体，② の発酵は細胞質基質で起こる反応である。

2　次の文章中の空欄にあてはまる語句を下の語群から選べ。

呼吸は，解糖系，［ ① ］回路，電子伝達系の 3 つの過程に分けられる。解糖系は［ ② ］で行われる反応で，1 分子のグルコースが 2 分子の［ ③ ］にまで分解されて NADH が生じる。この過程では差し引き［ ④ ］分子の ATP が生じる。［ ① ］回路は，ミトコンドリアの［ ⑤ ］とよばれる部分で行われる反応で，［ ③ ］が分解されて NADH と $FADH_2$ および［ ⑥ ］が生じる。この過程では［ ④ ］分子の ATP が生じる。電子伝達系は，ミトコンドリアの［ ⑦ ］の部分で行われる反応で，最大［ ⑧ ］分子の ATP が生成され，NADH や $FADH_2$ によって運ばれた電子は，電子伝達系を流れて，最終的に H^+ とともに［ ⑨ ］と結合し，水を生じる。

〔語群〕（ア）細胞質基質　（イ）ピルビン酸　（ウ）クエン酸　（エ）酸　素
（オ）マトリックス　（カ）二酸化炭素　（キ）内　膜　（ク）外　膜
（ケ）水　（コ）34　（サ）2

解答　①　ウ　②　ア　③　イ　④　サ　⑤　オ　⑥　カ　⑦　キ
⑧　コ　⑨　エ

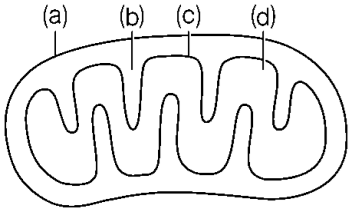
解説　呼吸の過程は，解糖系，クエン酸回路，電子伝達系の 3 つの過程に分けられる。

Ⅰ　解糖系 … 細胞質基質で起こる反応。グルコース ($C_6H_{12}O_6$) をピルビン酸 ($C_3H_4O_3$) に分解する過程で，基質レベルのリン酸化によって，グルコース 1 分子当たり差し引き 2 分子の ATP が生成される。また，酸化還元酵素のはたらきで 2 分子の NADH が生じる。

Ⅱ　クエン酸回路 … ミトコンドリアのマトリックスで起こる反応。ピルビン酸が変換されてアセチル CoA を生じた後，アセチル CoA とオキサロ酢酸が結合してクエン酸を生じ，これが段階的に分解されて，再びオキサロ酢酸にもどる反応 (回路) である。この過程では，酸化還元酵素のはたらきによって，ピルビン酸 2 分子当たり，6 分子の CO_2，8 分子の NADH と $8H^+$，2 分子の $FADH_2$ が生じる。また，基質レベルのリン酸化によって 2 分子の ATP が生成される。

Ⅲ　電子伝達系 … ミトコンドリアの内膜にある複数のタンパク質複合体上で起こる反応。酸化的リン酸化によってグルコース 1 分子当たり最大 34 分子の ATP が生成される。電子伝達系を流れた電子は，H^+ とともに酸素と結合して水になる。

3　図はミトコンドリア断面の模式図である。



(1)　電子伝達系にかかわるタンパク質複合体や ATP 合成酵素が存在するのは，図の (a)～(d) のどの部分か。

(2)　電子が電子伝達系を流れるときに水素イオン (H^+) が輸送される。図の (a)～(d) のどこからどこへ輸送されるか。

(3)　H^+ が ATP 合成酵素を通って移動するときに，ATP が合成される。H^+ は図の (a)～(d) のどこからどこへ移動するか。

(4)　(3) の H^+ の移動は，濃度勾配に，(ア) したがった移動，(イ) 逆らった移動，のどちらか。

解答　(1)　c　　(2)　d → b　　(3)　b → d　　(4)　ア

解説　ミトコンドリアは，(a) 外膜と (c) 内膜の 2 枚の膜をもち，内膜に囲まれた部分 (d) をマトリックスという。(b) は，外膜と内膜の間 (膜間) である。なお，クリステは，内膜が内部に突き出してひだ状になった部分をいう。

(1)　電子伝達系は内膜で起こる反応で，電子伝達系の反応にかかわるタンパク質複合体や ATP 合成酵素は，内膜に埋まった状態で存在する。

(2)～(4)　電子伝達系で電子が受け渡しされるとき，濃度勾配に逆らって H^+ がマトリックスから内膜を通って膜間に運ばれる。膜間に貯蔵された H^+ の濃度が上昇すると，今度は濃度勾配にしたがって H^+ が膜間から ATP 合成酵素を通ってマトリックスにもどる。このとき，ADP とリン酸から ATP が合成される。