

〔I〕

問1 K^+ (カリウムイオン)

問2 内側

問3 (ア)

理由：神経細胞C, D, Eが活動電位を発生して興奮が神経細胞Bに同時に伝達されると、CとDでは興奮性シナプス後電位が、Eでは抑制性シナプス後電位が生じる。これらの膜電位変化が加算されるとBの閾値を超えるので、活動電位が発生すると考えられる。(解答欄3行)

問4 (エ)

理由：ニューロンの神経終末では、細胞内への Ca^{2+} の流入によって神経伝達物質の放出が起こるが、 Ca^{2+} を取り除いた細胞外液中では、青色光照射により神経細胞Cで活動電位が発生しても神経終末で細胞内に Ca^{2+} が流入せず、神経伝達物質も放出されない。(解答欄3行)

問5 (あ) 左心室 (い) 右心房 (う) 右心室 (え) 左心房

(お) 洞房結節(ペースメーカー)

問6 動脈血：肺静脈, 大動脈 静脈血：肺動脈, 大静脈

問7 心拍数は交感神経を興奮させると増大し、副交感神経を興奮させると減少するので、洞房結節で発生する活動電位の頻度が(A)よりも増加する(B)が交感神経、減少する(C)が副交感神経を興奮させたときの電位変化になる。(解答欄3行)

問8 血液量： $(120-50) \times \frac{60}{0.75} = 5600$ 5600mL時間： $\frac{6.16}{5.6} = 1.1$ 1.1分(66秒)

問9 ① (エ) ② (ア) ③ (ウ) ④ (イ)

問10 ⑤ (キ) ⑥ (カ) ⑦ (オ) ⑧ (ク)

問11 大動脈弁や房室弁が心臓の拍動時に開閉することにより、大動脈弁は大動脈から左心室への、房室弁は心室から心房への血液の逆流を防ぐ。(解答欄2行)

問12 ① 交感神経を興奮させると、心臓の収縮をスタートさせる洞房結節で発生する活動電位の頻度が増加して単位時間当たりの心拍数が増大するので、(B)の曲線を一周する速度は速くなる。(解答欄2行)

② (B)の曲線では、(A)の曲線と比較して左心室容量の最小値がより小さく、最大値はより大きいので、交感神経を興奮させたときの1回の排出量は増大する。(解答欄2行)

③ 交感神経を興奮させたとき、単位時間当たりの心拍数が増大し、かつ、1回の排出量が増大するので、単位時間当たりの排出量は増大する。(解答欄2行)

問13 排出量：左心室容積の最大値と最小値の差が図5(A)と比べて図5(C)では小さいので、心臓の血液の1回の排出量が小さくなると考えられる。(解答欄2行)

運動機能の違い：(C)の曲線は、左心室容量の最小値が(A)の曲線の最大値とほぼ等しく、心室が拡張しており、収縮の能力が低下していると考えられる。(解答欄2行)

問14 酸素を解離する酸素ヘモグロビンの割合は、図6Aの曲線では、 $90-60=30\%$ 、Bの曲線では、 $80-30=50\%$ となる。(解答欄2行)

〔別解〕 酸素を解離する酸素ヘモグロビンの割合は、図6Aの曲線では、 $\frac{30}{90} \times 100 \approx 33.3\%$ 、Bの

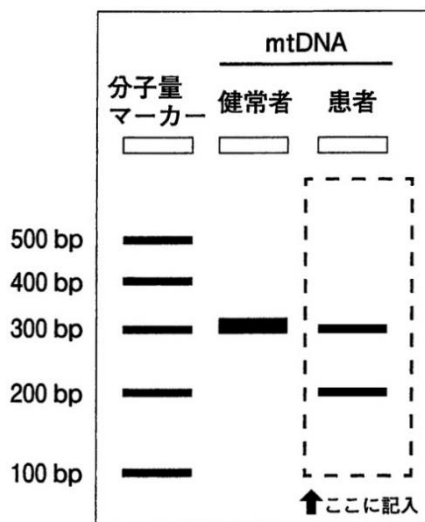
曲線では、 $\frac{50}{80} \times 100 = 62.5\%$ となる。(解答欄2行)

問15 走ったときは、呼吸促進による二酸化炭素濃度の上昇、またこの二酸化炭素と解糖によって生じた乳酸によるpHの低下、さらに体温の上昇が起こるため、ヘモグロビンの酸素親和性が低下する。(解答欄2行)

- 問16 胎児がもつヘモグロビンは、母親のヘモグロビンよりも酸素親和性が高く、酸素濃度の低い胎盤で母親の酸素ヘモグロビンから酸素を受け取ることができる。(解答欄2行)
- 問17 二酸化炭素が体外に十分に排泄できない場合、血液中の二酸化炭素濃度が上昇し、血液のpHが低下すると考えられるため、酸素解離曲線は図6Bの方向に移動すると考えられる。(解答欄3行)

〔Ⅱ〕

- 問1 (あ) マトリックス (い) アセチル CoA (う) 細胞内共生(共生)
- 問2 核DNAが線状(直鎖状)であるのに対し、mtDNAは環状である。(解答欄1行)
- 問3 臓器または組織の名称：脳、骨格筋、心臓などから1つ
理由：大量のエネルギーを必要とする。
- 問4 コードする遺伝子が核DNAにあるならば両親から、mtDNAにあるならば母親からのみ伝わる。(解答欄1行)
- 問5 タンパク質のシグナル配列が認識されてミトコンドリア内に運ばれる。(解答欄1行程度)
- 問6 mtDNAは核DNAよりも最初に含まれる鋳型DNAの分子数が多い。(解答欄1行程度)
- 問7 理由：PCRでは患者がもつmtDNAの半分から300bpの、残り半分から200bpのDNA断片が増幅される。(解答欄1行程度)



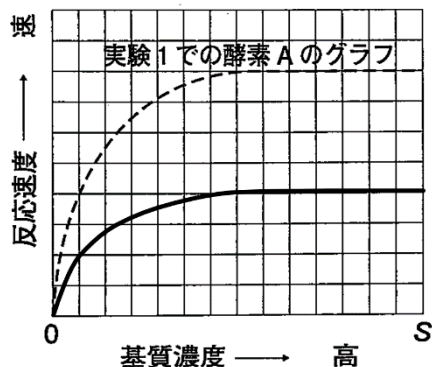
〔Ⅲ〕

問1 (最大速度) すべての酵素が基質と結合して酵素-基質複合体を形成し、酵素-基質複合体の濃度が最大値に達する。(解答欄2行)

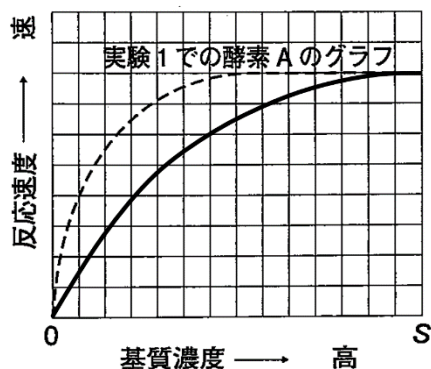
(相互作用) K_m の値が酵素Bと酵素Cでは等しく、酵素Aではこれらよりも小さいので、基質との相互作用が酵素Bと酵素Cでは等しく、酵素Aはこれらよりも大きい。(解答欄2行)

(式) $k_{cat-B} = 2 k_{cat-C}$

問2



問3 (阻害名称) 競争的阻害



問4 図3より、物質Yの有無に関わらず、基質濃度が十分高いときの酵素Dの最大速度は変わらないので、物質Yを加えても、基質から生成物を生じる酵素Dの化学反応の速度は変わらない。

(解答欄2行)

問5 表1より、試料溶液中に物質Yを加えると、物質Yと同時に基質Xとも結合している酵素Dの数が、物質Yがないときに基質Xと結合している酵素Dの数よりも増加し、さらに図3より、物質Yを加えると K_m に相当する値が小さくなっていることから、酵素Dと基質Xとの相互作用が大きくなると考えられる。(解答欄3行)

問6 物質Yは酵素Dの活性部位とは異なる部位に結合し、酵素Dの活性部位の立体構造を変化させるアロステリック調節によって酵素Dと基質Xとの相互作用を大きくして酵素-基質複合体の割合を増やし、反応速度を上昇させた。(解答欄3行)

問7 (特性) 透析膜は、分子量700の物質は透過させるが、分子量150000のような高分子は透過させない小孔が多数存在する半透膜の特性をもつ。(解答欄2行)

(液量) 透析により小孔の外に低分子の物質が透過すると、液②の浸透圧が低下し液③の浸透圧が上昇するため、袋の外に水が浸透して袋の中の液量は少なくなる。(解答欄2行)

問8 煮沸によってタンパク質である酵素が熱変性して立体構造が変化し、基質と結合できなくなった。(解答欄2行)

問9 分子量700の物質は補酵素であり、熱に強い分子量の小さな物質で、酵素がその作用を現すためにはこの物質と結合することが必要である。また、酵素と弱い力で結合し、透析によって分離でき、分離後再び酵素と結合できる。(解答欄3行)