

問4 細胞や細胞構造物の大きさを測定するには2種類のマイクロメーター、接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターを用いなければならない。たとえば、接眼マイクロメーターとア対物マイクロメーターを顕微鏡にセットし、対物レンズ10倍、接眼レンズ10倍で観察したところ、視野には両マイクロメーターが図1のように見えた。このとき対物マイクロメーターの1目盛りが $10\mu\text{m}$ ならば、接眼マイクロメーターの6目盛りに相当する細胞の長さは μm であることがわかる。次に対物レンズのみを40倍に変えて観察すると、接眼マイクロメーターの1目盛りが示す長さ(μm)は 。下の問い(1)～(3)に答えよ。

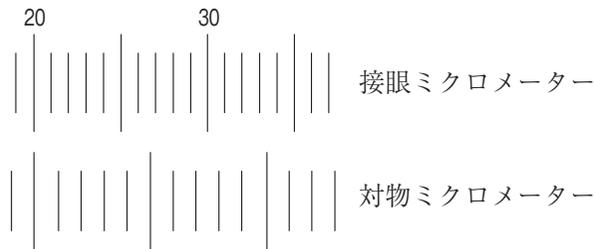


図 1

(1) 下線部アの対物マイクロメーターは顕微鏡のどこにセットするか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ステージ ② 対物レンズ ③ レボルバー
④ 鏡筒 ⑤ 接眼レンズ

(2) 上の文章中の に当てはまる数値として、最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 μm

- ① 45 ② 180 ③ 240 ④ 320 ⑤ 410

(3) 上の文章中の に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 4倍になる ② 40倍になる ③ 変化しない
④ $\frac{1}{4}$ 倍になる ⑤ $\frac{1}{40}$ 倍になる

生物基礎・生物

問5 タマネギの体細胞に含まれる染色体数は16本($2n=16$)であり、各染色体に含まれるDNA量が多いため、染色体が大きく観察しやすい。そこでタマネギの根端を用い、次の手順で体細胞分裂を観察した。

1. タマネギの根端を切り取り、酢酸アルコール(エタノール+氷酢酸)に10～15分間浸した。
2. 根を水洗した後、工 60℃の3%塩酸に1分程度浸した。
3. 根を水洗した後、スライドガラスにのせ、酢酸オルセインを1滴加え5分間おいた。
4. カバーガラスをかけ、ろ紙をのせてその上から親指で押しつぶした。
5. 400～600倍で、オ 顕微鏡観察を行った。

次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) 下線部工の操作はどのような目的で行われたか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 染色体を色素で染めやすくするため。
- ② 細胞どうしの接着を弱めるため。
- ③ 細胞の生命活動を止めるため。
- ④ 細胞が押しつぶしによって壊れないようにするため。
- ⑤ 細胞の色素を抜いて、観察しやすくするため。

(2) 下線部オの観察で図2のような分裂期の細胞が観察できた。この細胞の時期の名称と細胞に見られる染色体数を、下のそれぞれの解答群①～⑤のうちから一つずつ選べ。

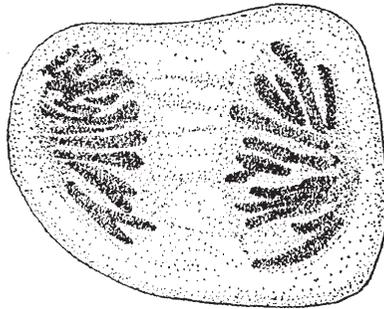


図 2

時 期

- ① 前 期 ② 中 期 ③ 後 期 ④ 終 期 ⑤ 間 期

染色体数

- ① 8 ② 12 ③ 16 ④ 28 ⑤ 32

(3) 分裂期の細胞の数を数え、表1にまとめた。分裂期が2時間であるとき、中期にかかる時間は何分か。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

分

表 1

分裂期	前 期	中 期	後 期	終 期
細胞数	58個	13個	12個	17個

- ① 3 ② 14 ③ 16 ④ 18 ⑤ 70

生物基礎・生物

問6 ユスリカの幼虫(アカムシ)から、唾腺染色体を取り出し、染色して観察したところ、多数の横じまが見られた。また、この染色体の一部が膨らんで横じまが不明瞭になっていた。この膨らんでいる部分で行われている現象と、合成されている物質の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

11

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① 複製, DNA | ② 複製, RNA | ③ 転写, DNA |
| ④ 転写, RNA | ⑤ 翻訳, DNA | ⑥ 翻訳, RNA |

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第2問 酵素反応に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～10)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 26)

A 生物のからだを構成する細胞の中では絶えず化学反応、たとえば、ATPの合成や分解などが起こっている。ATPの合成はミトコンドリアの や、葉緑体の にあるATP合成酵素によって促進される。一方、ATPの分解は、筋肉の筋原繊維を構成する がもつATPアーゼや、赤血球の細胞膜に存在する $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ アーゼ(ナトリウムポンプ)などの酵素によって促進されている。

酵素反応では、酵素と基質が酵素基質複合体を形成した後、基質が酵素の作用を受けて生成物となる。そのため、酵素や基質の分子運動を盛んにしたり、基質や酵素の濃度を増したりすることで、酵素基質複合体が生じやすくなり、酵素の反応速度が上がる。

そこで、1分子の基質Aを2分子の生成物Bに不可逆的(一方向)に分解する酵素xを考えてみよう。図1は25℃で基質Aに酵素xを加え、生成した生成物B量の変化を示したものである。さらに、基質Aの濃度を変えて酵素xの反応速度を調べ、図2にまとめた。

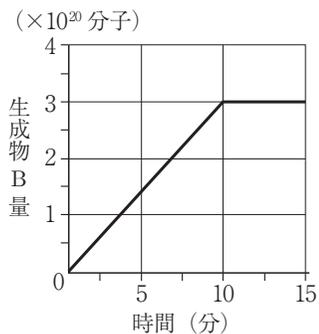


図 1

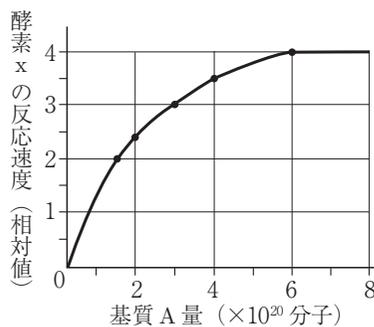


図 2

問1 上の文章中の ・ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | ア | イ | ア | イ | |
|---|------|--------|---|--------|------|
| ① | 内 膜 | チラコイド膜 | ② | チラコイド膜 | 内 膜 |
| ③ | 内 膜 | 内 膜 | ④ | マトリックス | ストロマ |
| ⑤ | ストロマ | マトリックス | ⑥ | グラナ | クリステ |

問2 前ページ文章中の **ウ** に当てはまる筋原繊維を構成する物質として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2**

- ① トロポニン ② アクチン ③ トロポミオシン
 ④ サルコメア ⑤ ミオシン

問3 下線部**エ**で示した $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ アーゼのはたらきとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

- ① Na^+ と K^+ を細胞内に取り込む。
 ② Na^+ を細胞外に排出し、 K^+ を細胞内に取り込む。
 ③ Na^+ を細胞内に取り込み、 K^+ を細胞外に排出する。
 ④ Na^+ と K^+ を細胞外に排出する。

問4 酵素xのはたらきで生成物B量が図1のように変化したとき、基質Aはどのように変化したと考えられるか。最も適当なものを、図3の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

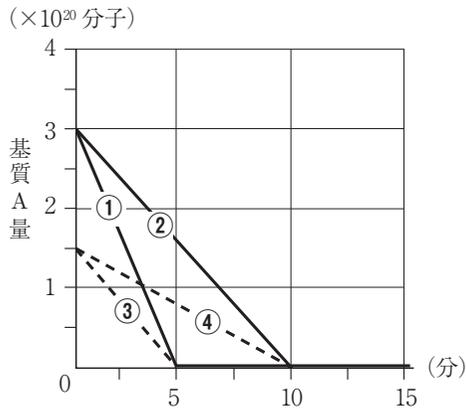


図 3

生物基礎・生物

問5 酵素xの反応速度と基質A濃度に図2の関係があるとき、基質A濃度を2倍にすると図1の生成物B量(図4では点線で示す)はどのように変化すると考えられるか。最も適当なものを、図4の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

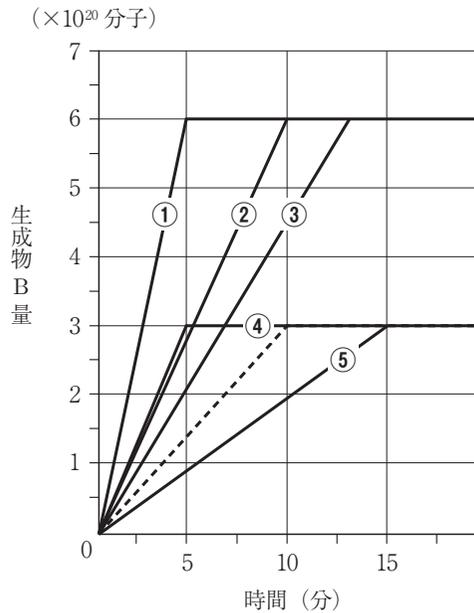


図 4

問6 図2で、基質A量が 6×10^{20} 分子以上になると、酵素xの反応速度が一定になる理由として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 酵素xが反応を触媒した結果、酵素xが消費されてしまったから。
- ② 酵素xがすべて基質Aと複合体を形成し、新たな基質Aと結合できないから。
- ③ 基質Aがすべて生成物Bに変化し、酵素xと反応する基質Aがなくなったから。
- ④ 基質Aの濃度上昇に従って、酵素xが失活していったから。
- ⑤ 生成物Bの濃度が上昇してフィードバック阻害が起こり、酵素xの活性が失われたから。

B 生体内では酸素を用いてグルコースなどの有機物を分解し、ATPを生成している。この過程では、有機酸の一つであるコハク酸から酸化還元酵素のはたらきによって **オ** と FADH_2 が生じる反応が見られる。この反応はメチレンブルーを用いることで視覚的に確認することができる。

そこで、ニワトリの胸筋を乳鉢ですりつぶし、ろ過して得られた抽出液を酸化還元酵素として次の**実験**を行った。まず、抽出液(酸化還元酵素) 5mLをツンベルグ管の主室に入れ、副室に8%コハク酸ナトリウム水溶液5mLと0.1%メチレンブルー水溶液を0.5mLを入れたものを複数用意した。

実験 **カ** ツンベルグ管内の空気を排気してから密閉し、ツンベルグ管を傾けて副室の液を主室に入れて、それぞれのツンベルグ管を10～70℃の異なる温水に浸した。そして、**キ** の時間を測定した。

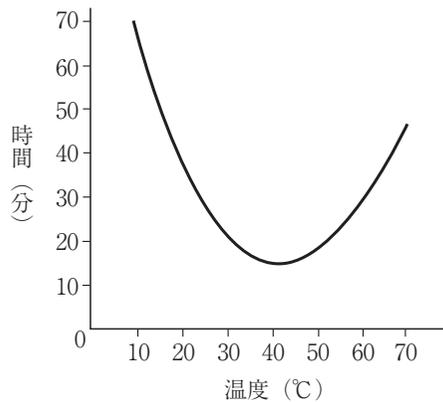


図5 実験の結果

問7 上の文章中の **オ** に当てはまる有機酸の名称として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **7**

- | | | |
|--------|---------|------|
| ① フマル酸 | ② ピルビン酸 | ③ 酢酸 |
| ④ クエン酸 | ⑤ 乳酸 | |

生物基礎・生物

問8 下線部力で示したように、実験はツンベルグ管内の空気を排気して行われた。排気した理由として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① 還元されたメチレンブルーが酸化されるのを防ぐため。
- ② 電子伝達系が酸化され、変性するのを防ぐため。
- ③ コハク酸が還元されるのを防ぐため。
- ④ FADH_2 が酸化されるのを防ぐため。
- ⑤ 管内の圧力で反応が抑制されるのを防ぐため。

問9 前ページ文章中の キ に当てはまる測定内容として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 9

- ① 主室の溶液から気体が発生しなくなるまで
- ② 主室の溶液から気体が発生し始めるまで
- ③ 主室の溶液の色がなくなるまで
- ④ 主室の溶液が青くなるまで
- ⑤ 主室の溶液体積が減少し終わるまで
- ⑥ 主室の溶液体積が減少し始めるまで

問10 実験で用いた抽出液に含まれる酸化還元酵素に関して、最適温度は何℃と考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 10℃

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40
- ⑤ 50 ⑥ 60 ⑦ 70

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第3問 次のDNAに関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～9)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 真核生物の細胞に存在する核にはDNAがあり、通常、アDNAはヒストンと呼ばれるタンパク質に巻きついた構造をとっている。

DNAは2本のヌクレオチド鎖が向かい合って、(a)どうしがイ結合することでヌクレオチド対を構成しており、さらに、ウこの2本鎖が全体的にねじれた構造をとっている。このねじれた構造が1回転する間にはヌクレオチド対が10個含まれており、この構造の長さは 3.4×10^{-9} mである。ヒトの体細胞に含まれるDNAを全てつなぐと、2mになると仮定すると、体細胞の核にはおよそ 個のヌクレオチド対が含まれていると考えられる。

DNAのヌクレオチド鎖は(b)側の末端を5'末端、(c)側の末端は3'末端といい、一方のヌクレオチド鎖が5'→3'ならば、もう一方のヌクレオチド鎖は 方向性を示す(図1)。DNAのヌクレオチド鎖の伸長には、(a)と(c)が結合したものに(b)が3個結合したデオキシリボヌクレオシド三リン酸が関与する。このデオキシリボヌクレオシド三リン酸の中から鑄型鎖と相補的な(a)をもったものが、(a)間でまず結合し、次に2個の(b)が取れて、伸長中のヌクレオチド鎖の末端に結合する。このため、ヌクレオチド鎖は 方向に伸長する。

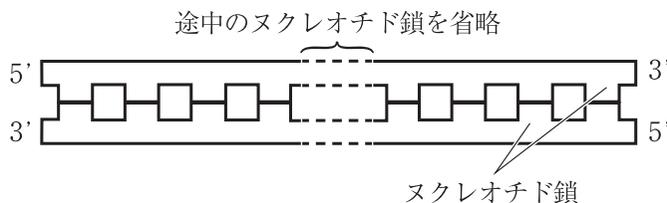


図 1

問1 下線部アの構造を何というか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ① プラスミド ② ポリペプチド ③ ヌクレオソーム
④ テロメア ⑤ キアズマ

問2 前ページ文章中の(a)～(c)に当てはまるヌクレオチドの構成成分の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

- | a | b | c |
|-------|-----|-----|
| ① 五炭糖 | リン酸 | 塩基 |
| ② 五炭糖 | 塩基 | リン酸 |
| ③ リン酸 | 五炭糖 | 塩基 |
| ④ リン酸 | 塩基 | 五炭糖 |
| ⑤ 塩基 | リン酸 | 五炭糖 |
| ⑥ 塩基 | 五炭糖 | リン酸 |

問3 下線部イの結合を何というか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① ペプチド結合 ② S-S結合 ③ 固定結合
④ 共有結合 ⑤ 水素結合

問4 下線部ウの構造を何というか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 二重らせん構造 ② 階層構造 ③ β シート構造
④ α ヘリックス構造 ⑤ 一次構造

生物基礎・生物

問5 42ページ文章中の **エ** に入る数値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 6.8×10^9 ② 5.9×10^9 ③ 1.2×10^9
④ 8.5×10^8 ⑤ 6.8×10^8 ⑥ 1.7×10^8

問6 42ページ文章中の **オ** と **カ** に入るものの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

- | | オ | カ |
|---|----|---------------------|
| ① | 同じ | $5' \rightarrow 3'$ |
| ② | 同じ | $3' \rightarrow 5'$ |
| ③ | 逆の | $5' \rightarrow 3'$ |
| ④ | 逆の | $3' \rightarrow 5'$ |

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

B 現在では少量のDNAさえあれば、DNAをPCR法で増やし、DNAの遺伝情報を解読できる。この^キ遺伝情報であるDNAの塩基配列を読む技術は1970年代の後半に確立された。この方法では、まず、図2-1の塩基配列(あ〜く)を解析したい一本鎖DNA(鋳型DNA)に、プライマー(DNAプライマー)、4種類のデオキシリボヌクレオシド三リン酸(以下、普通のヌクレオチドとする)のほかに、4種類の塩基のうち1種類を含むジデオキシリボヌクレオシド三リン酸(以下、特殊なヌクレオチドとする)を加えて、相補的なDNAを合成させる。プライマーに続いて、普通のヌクレオチドまたは特殊なヌクレオチドが結合していく(図2-2, 3)。ところが、いったん特殊なヌクレオチドが取り込まれると次のヌクレオチドが結合できないため、ヌクレオチド鎖はそれ以上伸長できない(図2-4)。特殊なヌクレオチドが取り込まれる箇所はヌクレオチドによって異なるので、特殊なヌクレオチドを取り込んだ新生鎖(新しくできたヌクレオチド鎖)はさまざまな長さを示す。

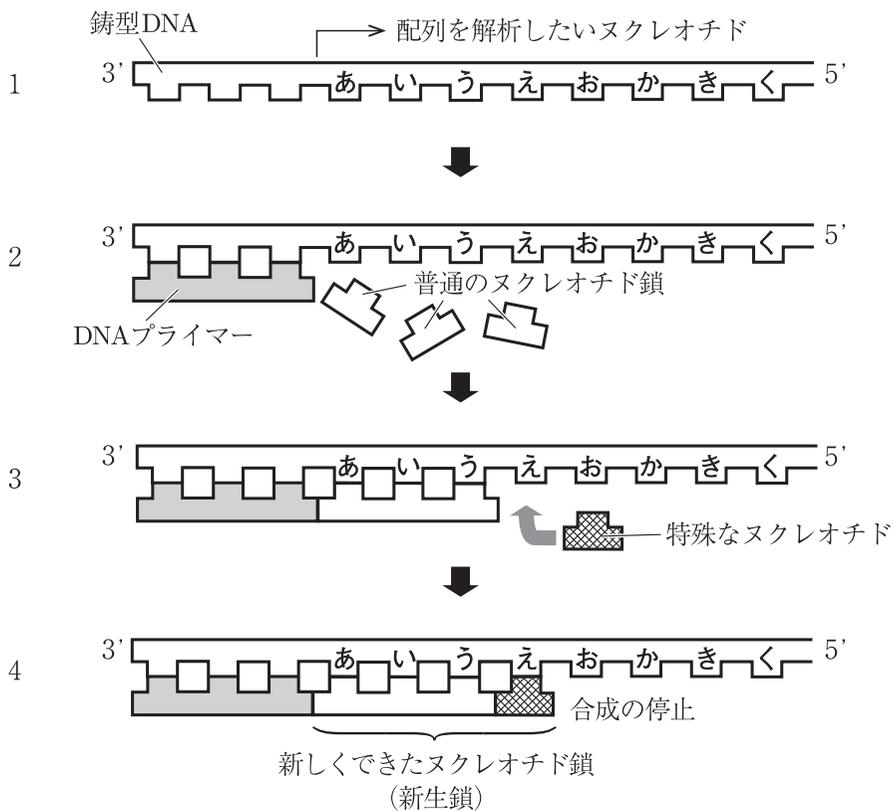


図 2

特殊なヌクレオチドとして、アデニン(A), グアニン(G), チミン(T), シトシン(C)を含む4種類のヌクレオチド(それぞれの塩基を含むヌクレオチドをddA, ddG, ddT, ddCとする)を用いて新生鎖を合成した。この新生鎖をそれぞれ電気泳動法によって分離し、その結果を図3に示した。電気泳動では合成された新生鎖がゲルの中を移動していくが、ゲルは網目状の構造をしているので、**ク**ヌクレオチド鎖ほど、**ケ**移動する。このため、新生鎖が**ク**ほど遠くまで移動する。図3のマーカーDNAとはあらかじめ長さのわかっているDNAを電気泳動したもので、このマーカーDNAの位置によって、調べたいDNAの塩基数を推定することができる。

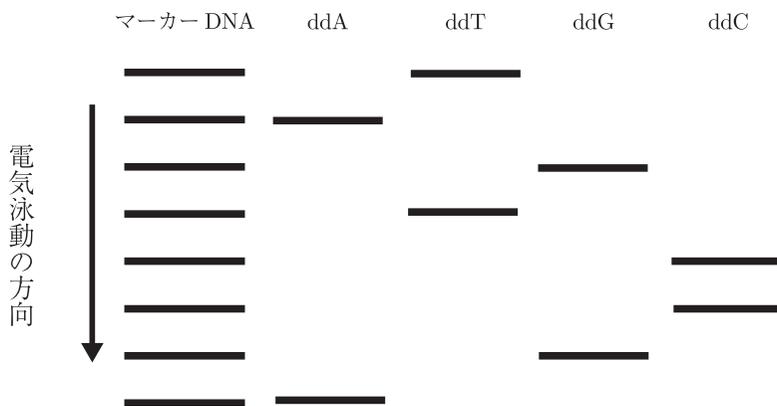


図 3

生物基礎・生物

問7 下線部キの遺伝情報を解読する技術によって、ヒトDNAの塩基配列が決定された。このようにヒトDNAの塩基配列を解明することで得られる利点と欠点として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 個人のDNAについて塩基配列を解明することで、その人が病気になったとき、病気の治療に副作用の少ない薬を選択できる。
- ② 個人のDNAについて塩基配列を解明することで、その人がかかりやすい病気を予測できる。
- ③ 個人のDNAについて塩基配列を解明することで、犯罪捜査などで個人を特定することができる。
- ④ 個人のDNAについて塩基配列を解明することで、夫婦(夫と妻)であることを証明できる。
- ⑤ 多くの人のDNAについて塩基配列を解明することで、遺伝子のはたらきを解明する研究に役立つ。

問8 前ページ文章中の ・ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | ク | ケ | | ク | ケ |
|---|-----|-----|---|-----|-------|
| ① | 短 い | 速 く | ② | 短 い | ゆっくりと |
| ③ | 長 い | 速 く | ④ | 長 い | ゆっくりと |

問9 図3を参考に、鋳型DNAのヌクレオチドあ～うに含まれる塩基として最も適当なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

あ い う

- ① A ② T ③ G ④ C

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第4問 体液成分を一定範囲に保つはたらきに関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 24)

A ヒトの体内で最も多い物質は水であり、その量は体重の50～80%にも及ぶ。その水の中にグルコース、無機塩類、アミノ酸などの物質が溶けて、一定の濃度(体液濃度)を保っている。ヒトの体には様々な器官があり、同じはたらきを担う器官は消化器系、内分泌系、排出系といった器官系を構成している。体液濃度は、このような器官系どうしが共同してはたらくことで、ほぼ一定範囲に保たれている。

たとえば、消化器系である小腸でグルコースが吸収されると、グルコースは を通って肝臓に入る。血液中のグルコース濃度(血糖濃度)が上昇すると、グルコースは肝臓で に合成される。また、血糖濃度の上昇が自律神経の中樞である で感知されると、 神経を介して からのインスリン分泌が促進される。この結果、カ さまざまな反応が起こり、血糖値が低下する。しかし、何らかの原因で血糖濃度が正常範囲にまで低下しないときには、キ 排出系の器官である腎臓が過剰なグルコースを尿として排泄する。

問1 上の文章中の ・ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | ア | イ | ア | イ |
|-------|--------|-------|--------|
| ① 肝静脈 | グリコーゲン | ② 肝動脈 | グリコーゲン |
| ③ 肝門脈 | グリコーゲン | ④ 肝静脈 | グリセリン |
| ⑤ 肝動脈 | グリセリン | ⑥ 肝門脈 | グリセリン |

問2 上の文章中の ・ に当てはまる語の組合せとして、最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | ウ | エ | ウ | エ |
|--------|-----|--------|-----|
| ① 視床下部 | 副交感 | ② 視床下部 | 交感 |
| ③ 視床下部 | 運動 | ④ 脳下垂体 | 副交感 |
| ⑤ 脳下垂体 | 交感 | ⑥ 脳下垂体 | 運動 |

問3 前ページ文章中の **オ** に当てはまる器官として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3**

- ① 腎臓 ② 肝臓 ③ 心臓 ④ すい臓 ⑤ ひ臓

問4 下線部**カ**で示した、インスリンによる血糖濃度の低下を起こす反応として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

- ① 腎臓におけるグルコースの排出が促進される。
② 小腸におけるグルコースの吸収を抑制する。
③ 組織中のアミノ酸からグルコースの合成を促進する。
④ 肝臓における解糖を抑制する。
⑤ 筋肉細胞におけるグルコースの取り込みを促進する。

生物基礎・生物

問5 下線部キに関して、血液100mLあたりのグルコース濃度(血糖濃度)を変化させて、1分間に生成した原尿または尿に移動したグルコース量を原尿グルコース量、尿グルコース量として図1にまとめた。図1を参考に、下の問い(1)・(2)に答えよ。

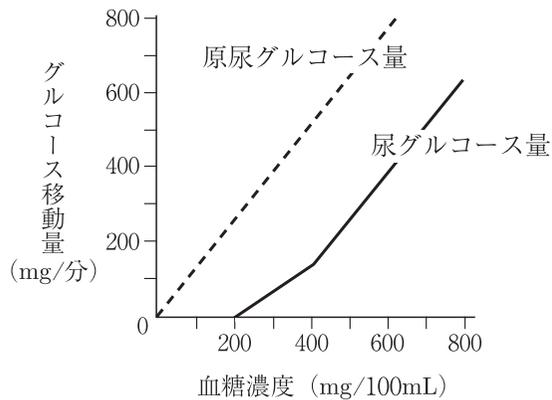
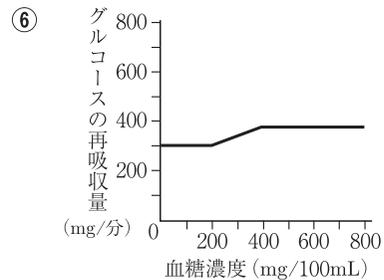
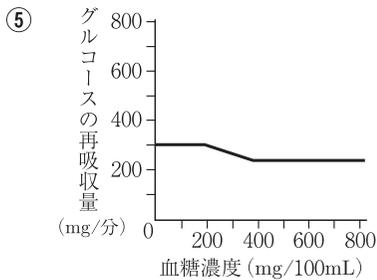
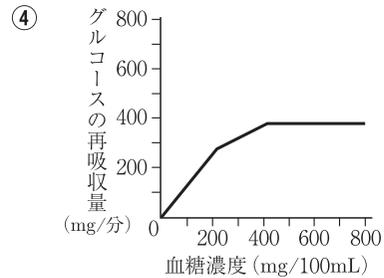
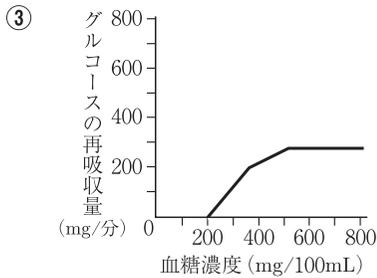
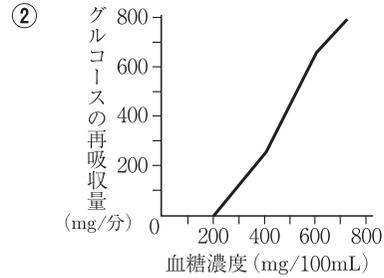
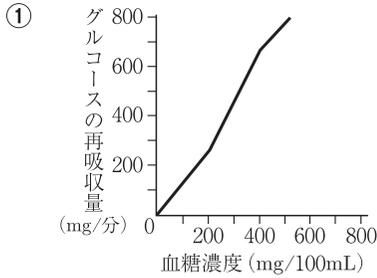


図 1

(1) 図1では血糖濃度が200mg/100mLになるまで、尿へのグルコース移動量は0mg/分である。その理由として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① グルコースが糸球体からボーマンのうへこし出されないから。
- ② グルコースが細尿管から毛細血管に全てもどされるから。
- ③ グルコースは全て二酸化炭素と水に分解されるから。
- ④ グルコースは血糖濃度が200mg/100mLになるまで、ぼうこうに蓄えられるから。
- ⑤ グルコースは集合管から毛細血管に全て再吸収されるから。

(2) グルコースの再吸収量はどのようなグラフになると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6



生物基礎・生物

B ヒトの臓器の中でも肝臓と腎臓はとても重要な器官で、両者は血液中の物質濃度が一定範囲になるように調節するはたらきや、血液中の不要物質を排出するはたらきをもっている。そのため、平常時は心臓から拍出される血液のおよそ20%が腎臓に流れ込み、30%が肝臓に流れ込んでいる。また、肝臓でタンパク質やアミノ酸の分解によって生じた有毒物質を毒性の低い物質に変え、腎臓から排出するように、連携してはたらいでもいる。しかし、両者には違いもある。肝臓が脂溶性の物質を胆汁中に排泄し、胆汁はやがて に分泌されて便として体外に排出される。一方、腎臓は水溶性の物質を尿中に排泄する。

問6 下線部クに関して、ヒトのからだに含まれる血液量を5Lとし、心臓が1回収縮することで全身に送り出される血液量を70mL、1分間に心臓が収縮する回数を75回とする。この条件が成立するとき、全ての血液が腎臓を流れるのにおよそ何分かかるか。最も近い値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 分

- ① 1 ② 5 ③ 10 ④ 29 ⑤ 71

問7 下線部ケの有毒物質と毒性の低い物質(低毒物質)の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

	有毒物質	低毒物質
①	クレアチンリン酸	クレアチニン
②	二酸化炭素	炭酸
③	窒素	硝酸
④	ヘモグロビン	ビリルビン
⑤	アンモニア	尿素

問8 上の文章中の として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 小腸 ② 胃 ③ 食道
④ 十二指腸 ⑤ 大腸