

**I** ~ **V** の解答は、

すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

# I

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

【配点 20】

顕微鏡は、生命体の研究に不可欠な実験装置である。顕微鏡などで試料を観察するとき、接近した 2 点を 2 点として見分けることができる最小の間隔を **a** という。肉眼で観察する場合の **a** は **あ** 程度であるが、光学顕微鏡を使えば約 **い** まで、電子顕微鏡を使えば約 **う** まで観察することができる。

生物の細胞や組織を光学顕微鏡で観察するためには、目的の試料を観察できる状態に処理して、**b** と呼ばれる標本を、スライドガラスを用いて作製する。**b** をつくるには、生きていたときに近い状態で試料を保存するために、アルコールやホルマリンなどによる固定の処理を行う。また、目的の構造体を観察しやすくするために、酢酸オルセインやメチルグリーンなどの **c** 液を用いて **c** することがある。このような処理をした試料の載ったスライドガラスにカバーガラスをかけ、余分な水分をろ紙で吸い取って **b** が完成する。

図 1 は、さまざまな生物やその構造体の大きさを対数目盛りで示したものである。光学顕微鏡で細胞などの大きさを測定するときは、マイクロメーターを用いる。対物マイクロメーターは、1 mm の長さを 100 等分した目盛りがスライドガラスに刻まれており、ステージに載せてピントを合わせる。接眼マイクロメーターは、接眼レンズのレンズ筒の中に入れて使用する。図 2 は、細胞の大きさを測る実験のために、対物マイクロメーターの目盛りと接眼マイクロメーターの目盛りが並行になるように調整した顕微鏡像の一部である。その後、各レンズの倍率を保ったまま、対物マイクロメーターを取り外して接眼マイクロメーターだけを残し、ヒトのある細胞の **b** を観察した顕微鏡像の模式図が図 3 である。

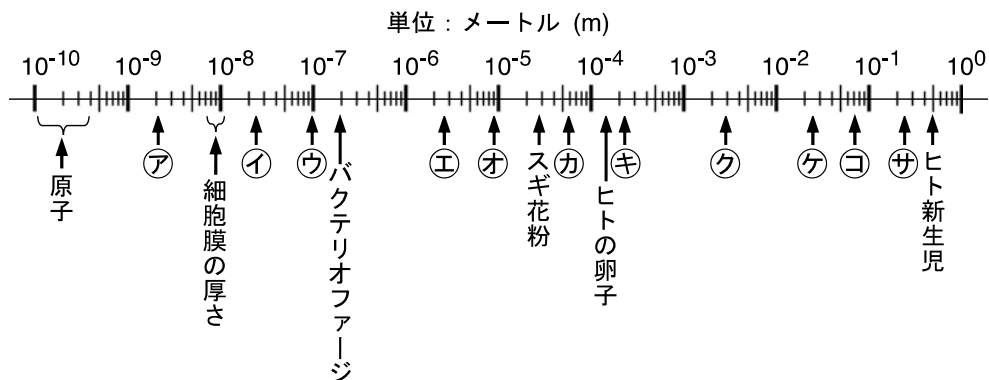


図 1

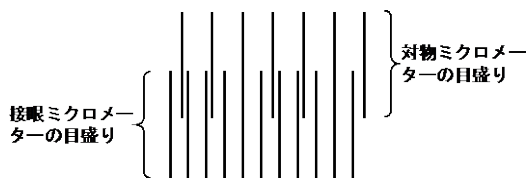


図 2

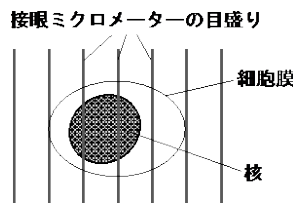


図 3

問 1 文中の **a** ~ **c** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 文中の **あ** ~ **う** に入る最も適切なものを次の①~⑨のうちから 1 つずつ選び、記号で答えなさい。

- |                         |                     |                       |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| ① 0.1~0.2 nm            | ② 1~2 nm            | ③ 10~20 nm            |
| ④ 0.1~0.2 $\mu\text{m}$ | ⑤ 1~2 $\mu\text{m}$ | ⑥ 10~20 $\mu\text{m}$ |
| ⑦ 0.1~0.2 mm            | ⑧ 1~2 mm            | ⑨ 10~20 mm            |

問 3 長さ 1  $\mu\text{m}$  および 1 nm は、図 1 で示す  $10^{-10}\text{ m}$  ~  $10^0\text{ m}$  のうち、どの長さに等しいか、それぞれ答えなさい。

問 4 次の①~⑩のおおよその大きさ(長さ)について最も適切なものを、図 1 の㉗~㉙のうちから 1 つずつ選び、記号で答えなさい。

- |               |             |                |
|---------------|-------------|----------------|
| ① 大腸菌の長径      | ② ゾウリムシの長径  | ③ パン酵母の長径      |
| ④ ニワトリの卵黄     | ⑤ ヒトの精子(全長) | ⑥ ヒキガエル受精卵     |
| ⑦ ヒト成人の肝臓     | ⑧ 微小管の太さ    | ⑨ 2 本鎖 DNA の太さ |
| ⑩ インフルエンザウイルス |             |                |

問 5 図 3 の細胞の長径を整数で求め、単位も含めて答えなさい。

## II

次の文章を読み、問1～問3に答えなさい。

【配点 20】

血液は、有形成分である **a** と液体成分である **b** からなる。**a** は骨の内部にある **c** に存在する **d** 細胞からつくられる。**a** には **e** , **f** および **g** がある。**e** は血液中に最も多い細胞で、酸素と結合する **h** というタンパク質を含んでおり、肺で受け取った酸素を全身の組織へ運搬する。**f** には、さまざまな物質を非特異的に取り込むマクロファージや好中球などの **i** 細胞と、**j** 細胞や **k** 細胞およびナチュラルキラー細胞などの **l** とがある。**j** 細胞は、抗体産生細胞である **m** 細胞に分化する。**k** 細胞は、その前駆細胞が **n** に移動して、そこで分化・成熟する。**g** は血液凝固において重要な役割を果たす。

問1 文中の **a** ～ **n** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部について、

- (1) 酸素と結合した **h** を多く含み、全身の組織へ酸素を運搬する血液を何と  
いうか答えなさい。
- (2) 酸素と結合した **h** はどのような色か。次の①～④のうちから 1 つ選び、記  
号で答えなさい。  
① 暗褐色      ② 鮮紅色      ③ 暗赤色      ④ 赤紫色

問3 **m** 細胞が産生する抗体は 2 種類のポリペプチドから構成されており、抗体ごとにアミノ酸配列の異なる部分がある。

- (1) 抗体を構成している 2 種類のポリペプチドの名称をそれぞれ答えなさい。
- (2) 抗体ごとにアミノ酸配列が異なる部分と、その他の部分をそれぞれ何と  
いうか答えなさい。

### Ⅲ

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

【配点 18】

研究などで利用するために、目的の遺伝子の DNA 断片を単離・増幅する操作をクローニングという。これまで、クローニングはプラスミドを **a** として用いて大腸菌で増やす方法が用いられてきたが、最近では、ポリメラーゼ **b** (PCR) 法という方法が広く用いられる。PCR を行うときは、鋳型となる 2 本鎖 DNA、鋳型 DNA の一部と **c** 的な塩基配列をもつ 2 種類の **d**、DNA ポリメラーゼ、および 4 種類の **e** を含む反応液を準備する。次に反応液を(A)① 95°C 程度に加熱し、② 温度を 55°C 程度に下げ、③ 70°C 程度に加熱することで新たな DNA 鎖が合成される。この①～③の操作を繰り返すことにより、微量な DNA を含む試料から DNA 断片を増幅することができる。(B)PCR は遺伝子組換えをはじめ、さまざまな分野に応用されている。

問 1 文中の **a** ～ **e** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)の①と②の操作の目的について、それぞれ簡潔に述べなさい。

問 3 DNA ポリメラーゼが DNA 鎖を合成する方向を答えなさい。

問 4 PCR で用いる DNA ポリメラーゼについて、特に必要な性質を答えなさい。

問 5 下線部(B)の一例として、新型コロナウイルス感染症の PCR 検査を挙げることができる。新型コロナウイルスのゲノムは RNA であるため、PCR を行う前にウイルスの RNA を鋳型として DNA を合成する必要がある。RNA から DNA が合成されることを特に何というか答えなさい。

問 6 PCR により以下の破線で囲んだ DNA 断片のみを増幅する場合、必要な 2 種類の **d** の塩基配列を、それぞれ 5' 側から 6 塩基ずつ示しなさい。

```
5' -CGATCAAGCAGATGGCAGAG ·····CAGACTAACGGGCAGGATCG-3'
3' -GCTAGTTCGTCTACCGTCTC ·····GTCTGATTGCCGTCTCTAGC-5'
```

## IV

次の文章を読み、問 1～問 7 に答えなさい。

【配点 22】

タンパク質を構成するアミノ酸は、1つの炭素原子にアミノ基、カルボキシ基、水素原子、および側鎖が結合したものである。側鎖には正や負の電荷をもつもの、水になじみやすい性質(  性)や水になじみにくい性質(  性)をもつものなどがあり、側鎖の違いによってアミノ酸の性質が決まる。

タンパク質は、多数のアミノ酸がペプチド結合で鎖状につながり、さらに複雑な立体構造をしている分子である。タンパク質を構成するアミノ酸は  種類あり、結合するアミノ酸の並び順や数の違いによって立体構造が異なる。

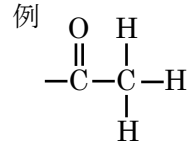
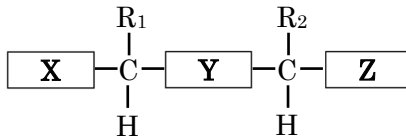
タンパク質が機能を発揮するためには、働きに応じた固有の立体構造が必要である。一本のポリペプチドが折りたたまれて立体構造を形成する過程のことを  という。この過程において、ポリペプチドが正しく折りたたまれるように補助するタンパク質があり、このタンパク質は  と呼ばれている。  には、変性したタンパク質を認識して正しい立体構造を形成させるために働くものもある。

タンパク質には多種多様なものが存在し、それぞれ固有の働きをもつ。例えば、酵素は化学反応を触媒し、(A)チャネルやポンプは細胞膜を介した物質輸送に関与する。(B)チューブリンは細胞骨格である微小管を形成し、細胞内の物質輸送にも関与している。カドヘリンはある種の(C)細胞接着にかかわっている。

問 1 文中の  ～  に入る最も適切な語句や数値を答えなさい。

問 2 タンパク質を構成するアミノ酸の中には必須アミノ酸と呼ばれるものがあり、一般にヒト成人では 9 種類といわれている。これらはなぜ必須アミノ酸と呼ばれているのか。その理由を簡潔に述べなさい。

問3 下図は 2 つのアミノ酸が結合したペプチドを示す。  $\boxed{\text{X}}$  ~  $\boxed{\text{Z}}$  の部分に入る構造を例にならって示しなさい。ただし、 $\text{X}$  はアミノ基、 $\text{Z}$  はカルボキシ基、 $\text{R}_1$  と  $\text{R}_2$  は側鎖とする。



問4 アミノ酸の 1 つであるシステインの硫黄原子どうしが共有結合することで、ポリペプチド間を橋渡しする場合がある。この共有結合を特に何結合というか答えなさい。

問5 下線部(A)について、(1)チャンネルと(2)ポンプでは物質輸送のしくみが異なる。これらは、それぞれ何輸送と呼ばれているか。また、それぞれの輸送の特徴について、膜内外の物質の濃度勾配とエネルギー利用の観点から簡潔に述べなさい。

問6 下線部(B)について、微小管上を移動するモータータンパク質を 2 つ答えなさい。

問7 下線部(C)について、動物の細胞接着の種類は次の(1)~(3)の 3 つの結合に分けられる。それぞれの結合名を答えなさい。

- (1) 小さな分子も通れないほど細胞どうしをしっかりと結びつける結合
- (2) カドヘリンやインテグリンなどの膜タンパク質が関与する結合
- (3) 低分子などが細胞間を直接移動できる中空の膜貫通タンパク質による結合

# V

次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

【配点 20】

脊椎動物の神経系は、中枢神経系と末梢<sup>しやう</sup>神経系に分けられる。中枢神経系は脳と **a** からなっている。末梢神経系には、 **b** 神経系と **c** 神経系がある。 **b** 神経系には、 **d** 神経と運動神経がある。 **c** 神経系には、交感神経と副交感神経があり、 **e** にある視床下部などによって支配されている。交感神経は、 **a** の胸、腰の部分から出ており、各器官や組織へと興奮が伝えられる。一方、副交感神経は、 **f** ，延髄あるいは **a** の最下部から出ている。多くの場合、交感神経と副交感神経は同一の器官に分布して、互いに反対の作用を及ぼすことによって、器官の働きを調節している。

1921年、ドイツのレーウィは2匹のカエルから、心臓AとBを取り出し、Aには副交感神経をつけておいた。それらを右図のように、心臓Aを通過したリンガー液が心臓Bへ一方向に流れるよう工夫した。心臓は、このような実験条件下ではしばらくの間、拍動し続けることができる。レーウィは、この装

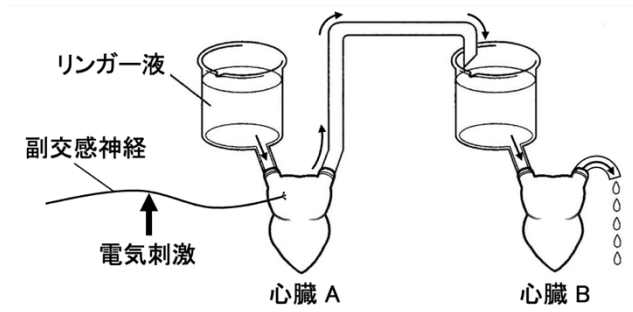


図 レーウィの実験

置を用いて、心臓Aの副交感神経に電気刺激を与え、それぞれの心臓の拍動数の変化を調べた。その結果、レーウィは副交感神経の末端から物質が分泌され、それが心臓に作用したと考えた。後に、この副交感神経の末端から分泌される物質は、 **g** という神経伝達物質であることが明らかになった。

心臓は、このような **c** 神経による調節がなくても、一定のリズムで自動的に拍動する。心臓のこのような性質を **h** という。これは、心臓にある **i** が周期的に興奮するためであり、 **i** はペースメーカーとも呼ばれる。心臓の拍動は、 **i** が交感神経と副交感神経とによって支配されているため、意識とは無関係に調節される。



問 1 文中の **a** ～ **i** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 文中の **i** は、ヒトの心臓のどの場所にあるか、次の①～④のうちから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ① 左心房      ② 左心室      ③ 右心房      ④ 右心室

問 3 リンガー液は、動物の体液に似た溶液であり、動物から取り出した心臓などを正常に近い状態に維持するために用いられる。このような、動物の体液に似た溶液の一般的な特徴を簡潔に答えなさい。

問 4 心臓 A の副交感神経に電気刺激を与えると、心臓 A と心臓 B の拍動数(心拍数)は、それぞれどのように変化するか簡潔に述べなさい。

問 5 図の装置を使って、問 4 の結果と逆の変化を引き起こすためには、心臓 A 側のリンガー液の容器に何を加えればよいと考えられるか答えなさい。

問 6 副交感神経が興奮した場合、次の(1)～(5)に示す臓器・器官にどのような影響を及ぼすか。最も適切なものを、①～③のうちから 1 つずつ選び、それぞれ記号で答えなさい。

臓器・器官	影響
(1) 瞳孔	① 拡大    ② 縮小    ③ 影響しない
(2) 気管支	① 収縮    ② 拡張    ③ 影響しない
(3) 立毛筋	① 収縮    ② 弛緩    ③ 影響しない
(4) 胃腸(ぜん動)	① 促進    ② 抑制    ③ 影響しない
(5) ぼうこう(排尿)	① 促進    ② 抑制    ③ 影響しない