

デザイン工学部A方式I日程・理工学部A方式I日程
生命科学部A方式I日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～16
生 物	18～24

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 生物は生命科学部(生命機能学科生命機能学専修)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(都市環境デザイン工学科・システムデザイン学科), 理工学部(機械工学科機械工学専修・応用情報工学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

(生 物)

注意：生命科学部生命機能学科生命機能学専修を志望する受験生のみ選択できる。

解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。

〔I〕 つぎの文章を読み、以下の問いに答えよ。ただし、有効数字は2桁とする。

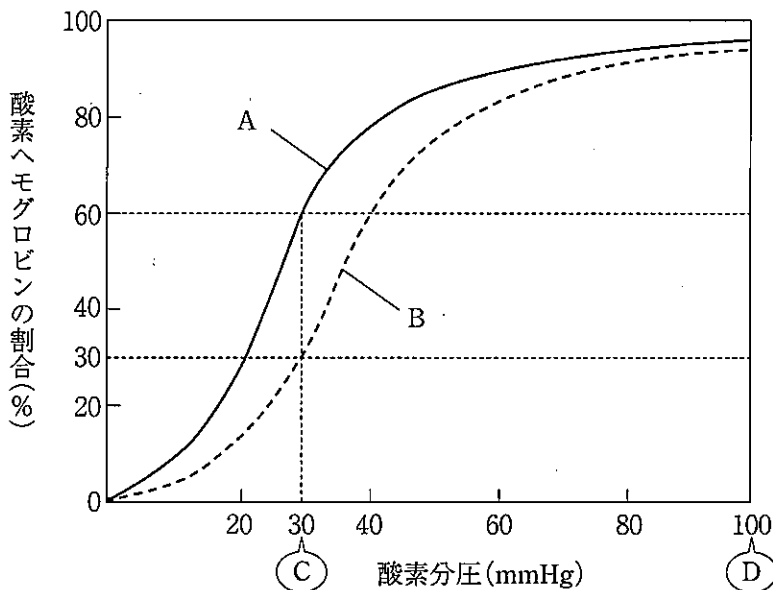
核酸は とよばれる構成単位が多数鎖状に結合した高分子化合物で、
 は と と塩基とからなる。DNAを構成する
 の はRNAのそれとは異なる。またDNAの塩基にはアデニン、
 , グアニン、シトシンの4種類がある。

ある動物の1個の肝臓細胞の核には 2.6×10^{-12} g のDNAが含まれ、また1個の精子の核には 1.3×10^{-12} g のDNAが含まれる。この動物の1個の体細胞には全長が2.2 m のDNAが含まれ、これには 6.4×10^9 個の塩基対が含まれる。この2本鎖DNA(それぞれa鎖とb鎖とする)中の全塩基数に対するグアニンとシトシンの数の合計の割合が42%であり、b鎖DNAの全塩基数の32%がアデニン、18%がグアニンであった。また、この動物の体細胞核には60本の染色体が存在する。

1. ~ に当てはまる語句を記せ。
2. RNAの に含まれる の名称を記せ。
3. この動物の1個の未受精卵の核に含まれるDNAの質量と染色体数を答えよ。
4. この動物の1個の精子の核に含まれるDNAの全長および全塩基対数を答えよ。
5. この動物のゲノムDNAの全長、全塩基対数、質量を答えよ。
6. a鎖の全塩基数に対するアデニンの割合を答えよ。
7. b鎖を鋳型としてmRNAが合成されるとする。このmRNAに含まれる全塩基数のうちウラシルの平均的な割合を答えよ。

〔Ⅱ〕 ヒトのヘモグロビンに関する以下の問いに答えよ。

1. ヘモグロビンを含む細胞の名称を記せ。
2. ヘモグロビンが含む金属元素の名称を記せ。
3. 下図はヘモグロビンによる酸素運搬の様子を表すグラフである。図中の2つの曲線の共通の名称を記せ。
4. これらの曲線の特徴的な形は何と呼ばれるか。
5. 曲線Aと曲線Bでは二酸化炭素濃度が異なる。二酸化炭素濃度が高いのはどちらの曲線か。また、その濃度差が生ずる原因は何か。
6. 図中のCとDは体のある部分での酸素分圧を表す。それらの部分の名称を記せ。
7. Cでの酸素分圧がDでのそれより小さいのはなぜか。
8. Dにあるヘモグロビンは何色か。
9. 動脈血と静脈血のうちで、酸素ヘモグロビンをより多く含むのはどちらか。
10. Dにおける酸素ヘモグロビンの割合は、曲線Aでは96%、曲線Bでは94%であるとする。血液がDからCへ流れるとき、Cに供給される酸素は何%に相当するか。



〔Ⅲ〕 神経系に関する以下の問いに答えよ。

1. 脊ついで動物の神経系は2種の神経系から構成される。それらの名称を記せ。
2. 脊ついで動物の脳は5つの部分に分かれている。それぞれの名称を前方から順に記せ。
3. 以下の(1)から(10)のヒトの脳のはたらきについて、それらの中枢が存在する脳の部分はどこか。2で答えた脳の部分の中から選んで答えよ。

(1) 眼球運動, 瞳孔の調節	(6) 体温, 摂食, 睡眠など
(2) 感覚, 随意運動	(7) 身体の平衡の保持
(3) 呼吸, 心臓拍動	(8) せき, かむ, のみこむ運動
(4) 本能による行動, 言語, 記憶など	(9) 筋肉運動の調節
(5) 内臓のはたらきの調節	(10) 姿勢保持, 立直り反射
4. 反射弓の経路について簡潔に述べよ。
5. ヒトにおける屈筋反射や膝蓋腱反射しつがいけんの中枢はどこにあるか。
6. 屈筋反射と膝蓋腱反射との違いを述べよ。

〔IV〕 つぎの文章を読み、以下の問いに答えよ。

抗体は というタンパク質で、H鎖とL鎖それぞれ 本ずつからなり、特定の としか結合しない特異性をもつ。H鎖とL鎖は、抗体の種類によって 配列が異なる 部と、すべての抗体に共通の 配列をもつ定常部とからなる。ヒトが産生できる抗体の種類は、ゲノム解析から推定されている遺伝子の総数よりはるかに多い。 部の 配列を指定する遺伝子は、遺伝子断片の集団として存在し、 細胞の分化に伴って再構成される。たとえばヒトでは、H鎖の遺伝子には51個のV、27個のD、6個のJという遺伝子断片があり、この中からV、D、Jについてそれぞれの断片が任意に選ばれて組み合わせられる。同様にL鎖の遺伝子には40個のV、5個のJという遺伝子断片がある。つまり、すべての組み合わせは、 にもなる。さらに、遺伝子断片どうしの連結のしかたにも違いがあり、多種多様な抗体が生産される。

1. 空欄 ～ に入る適切な語句または数字を記せ。
2. 抗体のはたらきにおける 部の役割は何か。句読点を含めて15文字以内で記せ。
3. 空欄 に入る適切な数値を記せ。ただし、有効数字は2桁とする。
4. 以下のうちから、免疫に関わる現象を過不足なく選び、記号で答えよ。
 - a. インフルエンザの流行には季節性がある。
 - b. インフルエンザの予防には消毒液による手洗いが有効である。
 - c. インフルエンザの予防には予防接種が有効である。
 - d. 子どものときに麻疹にかかると、その後は麻疹にかかりにくい。
 - e. 花粉症の人が花粉を吸い込むと、くしゃみ、鼻水、目のかゆみ、微熱などの症状が出る。
 - f. A型血液の患者には、B型の血液は輸血できない。

5. 細胞は、別の細胞(Xとする)から分泌される物質(Yとする)によって刺激され、抗体産生細胞へと分化する。(a)細胞 X と(b)物質 Y の名称を記せ。
6. 5で答えた細胞 X と 細胞は、ともに同じ場所で作られるが、成熟する場所が異なるため、異なる細胞になる。(a)両細胞の総称、(b)両細胞が作られる場所、(c)細胞 X が成熟する場所の名称を記せ。
7. 後天性免疫不全症候群では、抗体が産生されず、さまざまな感染症にかかりやすくなる。(a)この病気の原因となるウイルス、(b)そのウイルスの感染により破壊される細胞の名称を記せ。

〔V〕 顕微鏡に関する以下の問いに答えよ。

1. 以下の文章中の空欄 ～ に適切な語句を記せ。

17世紀中頃、イギリスの物理学者 は、薄く切ったコルク片を手製の顕微鏡で観察したところ、コルクが小さな部屋からできていることを発見し、その小部屋を細胞(cell)と名づけた。その頃、オランダの商人 は1個の球形レンズによる顕微鏡で赤血球や微生物を観察した。19世紀に入ると、顕微鏡のレンズの性能も改善され、イギリスの植物学者 はランの葉の表皮を観察し、細胞の中に球形の核があることを発見した。このように、顕微鏡の発達と細胞の研究には密接な関係がある。

可視光線を利用する光学顕微鏡の は $0.2\mu\text{m}$ 程度である。一方、 を利用した電子顕微鏡は、 が飛躍的に向上し 0.2nm に達する。また、電子顕微鏡には、薄く切った試料の内部構造を観察するのに適している と試料の表面を立体的に観察することができる の2つのタイプがある。

2. 空欄 に入る語句はどのように定義されるか。句読点を含めて30文字以内で記せ。
3. 以下の(1)～(8)は顕微鏡の操作方法について順を追って説明している。下線(a)～(k)について、内容が正しければ○を、正しければ正しい語句を記せ。
- (1) 顕微鏡を直射日光の 当たる ^(a) 明るい ^(b) 水平な台の上に置く。
 - (2) 顕微鏡に 対物 ^(c) レンズ、接眼 ^(d) レンズの順に取り付ける。
 - (3) 調節ねじ ^(e) をまわして、最高 ^(f) 倍率の対物レンズを選択する。
 - (4) しほり ^(g) を開き、反射鏡を動かして視野を均一な明るさにする。
 - (5) 試料が中央にくるように プレパラート ^(h) をステージにセットする。
 - (6) 顕微鏡を横から見ながら対物レンズと試料を 近づける ⁽ⁱ⁾。
 - (7) 接眼レンズをのぞき、対物レンズと試料を ゆっくりと近づけながら ⁽ⁱ⁾ ピント を合わせる。
 - (8) できるだけ鮮明な像が見えるように 反射鏡 ^(k) を調節する。

4. 高倍率の観察は、低倍率の観察と比べて視野の明るさおよび焦点深度がどのように異なるか記せ。
5. 顕微鏡で観察すると、対物マイクロメーターの10目盛りと接眼マイクロメーターの6目盛りが一致した。この条件で細胞を観察すると、接眼マイクロメーターの14目盛りの大きさであった。この細胞の大きさを μm の単位で小数点以下第一位まで求めよ。