

※ 機械工学科を志願する場合は、理科の科目中「生物」の点数は採用されません。

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 下記の図1は、DNAの構造を模式的に示したものである。以下の問いに答えよ。

図1中の(a)は塩基を、(b)は糖を、(c)はリン酸をそれぞれ表している。

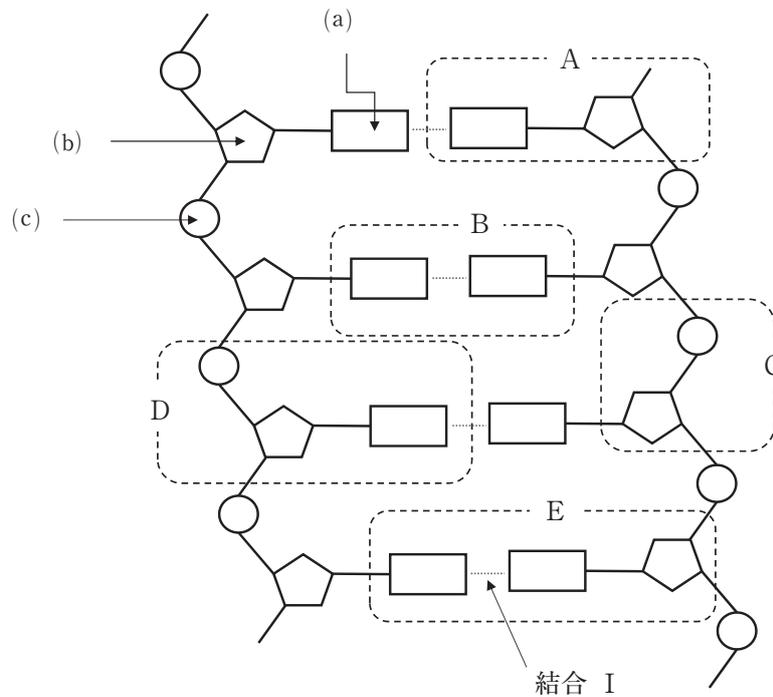


図1

問1 DNAの基本単位であるヌクレオチドは図1中のA~Eのどの部分か。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

ア

問2 図1中の(a), (b), (c)の中で、窒素原子を含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

- ① (a)のみ ② (b)のみ ③ (c)のみ ④ (a)と(b) ⑤ (a)と(c)

イ

問3 図1中の結合Iを何と呼ぶか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ウ

- ① イオン結合 ② ペプチド結合 ③ リン酸ジエステル結合
④ 水素結合 ⑤ 疎水結合

問4 ある2本鎖DNAの塩基の割合を調べたところ、シトシンが28%であった。このDNAのアデニンの割合として最も適当なものを、次の①～⑦の中から一つ選べ。

エ

- ① 20% ② 22% ③ 26% ④ 28% ⑤ 30% ⑥ 32% ⑦ 34%

問5 DNAの二重らせん構造は、10塩基対でらせんが1回転するようになっており、10塩基対の長さは3.4 nm (ナノメートル)である。ある細菌の2本鎖DNAの長さは68 μm (マイクロメートル)であった。このDNAには、何個のヌクレオチド残基が含まれているか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

オ

- ① 2×10^4 個 ② 4×10^4 個 ③ 6×10^4 個
④ 2×10^5 個 ⑤ 4×10^5 個 ⑥ 6×10^5 個

問6 DNAに関する以下の歴史的な研究1～4を行った人物として最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

<研究1> 肺炎双球菌とネズミを用いた実験により、形質転換という現象を発見した。

<研究2> タンパク質分解酵素やDNA分解酵素を用いて、形質転換を起こす物質がDNAであることを明らかにした。

<研究3> 大腸菌に感染して増殖するT₂ファージと呼ばれるウイルスを用いて、遺伝子の本体がタンパク質ではなくDNAであることを証明した。

<研究4> 1953年に、DNAを構成する塩基の割合やX線構造回折像をもとに、DNAの二重らせん構造を提唱し、後にノーベル賞を受賞した。

研究1 : カ

研究2 : キ

研究3 : ク

研究4 : ケ

- ① ミーシャー ② メンデル ③ シャルガフ ④ メセルソンとスタール
⑤ シュワン ⑥ エイブリー ⑦ ワトソンとクリック ⑧ グリフィス
⑨ モーガン ⑩ ハーシーとチェイス

問7 DNA・遺伝子・染色体・ゲノムに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

コ

- ① 多くの生物の生殖細胞に含まれる DNA の全遺伝情報をゲノムという。
- ② ヒトの体細胞の場合、父親由来のゲノムと母親由来のゲノムを持つ。
- ③ 同じ大きさ、同じ形で2本ずつ対になった染色体を二価染色体と呼ぶ。
- ④ ヒトのゲノムの大きさは、約30億塩基対である。
- ⑤ ヒトの場合、DNA の全塩基配列中に占める遺伝子の割合は1.5%程度と言われている。

2 下記の図2は、ある動物細胞を構成する物質の割合を表したものである。以下の問いに答えよ。

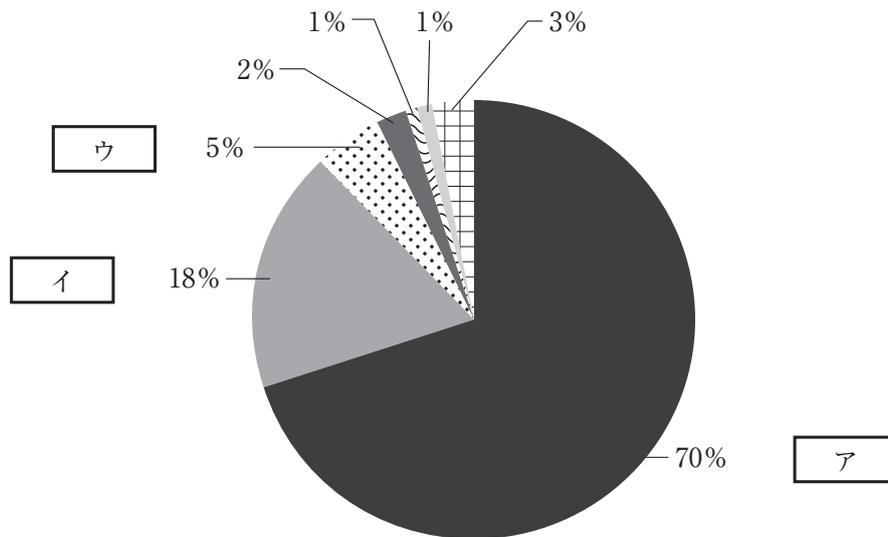


図2

問1 図2中の「ア」にあたる、動物細胞中で70%を占める物質として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- | | | |
|---------|------|------------|
| ① タンパク質 | ② 脂質 | ③ 糖質（炭水化物） |
| ④ 水 | ⑤ 核酸 | ⑥ 無機物質 |

問2 図2中の「イ」にあたる、動物細胞中で18%を占める物質として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- | | | |
|---------|------|------------|
| ① タンパク質 | ② 脂質 | ③ 糖質（炭水化物） |
| ④ 水 | ⑤ 核酸 | ⑥ 無機物質 |

問3 図2中の「ウ」にあたる、動物細胞中で5%を占める物質として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- | | | |
|---------|------|------------|
| ① タンパク質 | ② 脂質 | ③ 糖質（炭水化物） |
| ④ 水 | ⑤ 核酸 | ⑥ 無機物質 |

問4 図2中の を構成する基本単位として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 単糖 ② ヌクレオチド ③ アミノ酸
④ 脂肪酸 ⑤ グリセロール

問5 図2中の の一種で細胞膜を構成する物質として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① グリコーゲン ② DNA ③ 酵素
④ 中性脂肪 ⑤ リン脂質

問6 細胞を構成する物質に関する下記の i) ～ v) の記述の中で、誤っているものはいくつあるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- i) 図2中の物質の割合は、すべての生物でほとんど同じである。
ii) 図2中の有機物は、すべて水によく溶ける。
iii) 図2中の は、すべて動物細胞の中で無機物質から合成される。
iv) 図2中の は、植物細胞の中でも合成される。
v) 図2中の の基本単位は、すべての生物で共通している。

- ① 1つ ② 2つ ③ 3つ ④ 4つ ⑤ 5つ ⑥ なし

3 遺伝子と染色体に関する次の文章A・Bを読み、以下の問いに答えよ。

A 3対の対立遺伝子 A と a 、 B と b 、 C と c があり、 A と B と C (あるいは a と b と c) は連鎖している。検定交雑実験を行って、表1のような結果を得た。なお、遺伝子 A 、 B 、 C は遺伝子 a 、 b 、 c に対してそれぞれ優性 (顕性) とする。

表1

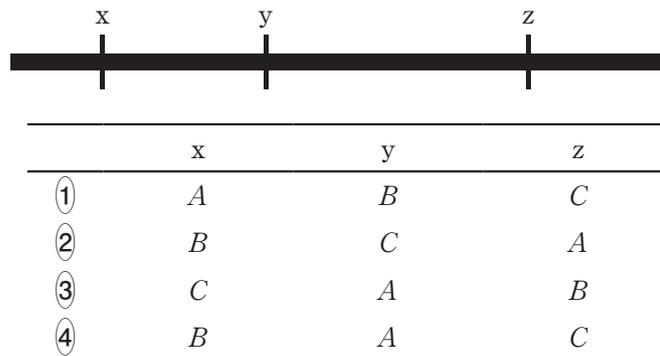
| 交雑の組合せ | 分離個体数 (表現型) | | | | 組換え価 (%) |
|--------------------|-------------|------------|------------|-------------|----------|
| $AaBb \times aabb$ | [AB] 183 | [Ab] 18 | [aB] 22 | [ab] 177 | ア |
| $BbCc \times bbcc$ | [BC] 71 | [Bc] 25 | [bC] 30 | [bc] 94 | イ |
| $AaCc \times aacc$ | [AC] 129 | [Ac] 24 | [aC] 21 | [ac] 126 | ウ |

問1 表1の ア ~ ウ に入る数値として最も適当なものを、次の①~⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 25 ⑥ 30 ⑦ 35 ⑧ 40

問2 遺伝子 A 、 B 、 C の染色体上の位置を下記のように、それぞれ x 、 y 、 z で表すとき、 A 、 B 、 C の位置として最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選べ。

エ



B ある種の哺乳類の体毛に関する3対の形質において、直毛 (D) はまき毛 (d) に対して、長毛 (E) は短毛 (e) に対して、黒毛 (F) は白毛 (f) に対してそれぞれ優性 (顕性) である。

いま、この動物で表現型が $[DEF]$ の個体と $[def]$ の個体を交配して生じた雑種第1代 (F_1) に、さらに $[def]$ の個体を交配した。その結果生じた個体の表現型の分離は次のようになった。

$$[DE] : [De] : [dE] : [de] = 1 : 3 : 1 : 3$$

$$[DF] : [Df] : [dF] : [df] = 4 : 1 : 1 : 4$$

問3 最初の交配に用いた $[DEF]$ の個体の遺伝子型として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

オ

- ① $DDEEFF$ ② $DDEEFf$ ③ $DDEeFF$
 ④ $DDEeFf$ ⑤ $DdEEFF$ ⑥ $DdEeFf$

問4 F_1 の表現型と分離比として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

カ

- ① $[DEF] : [DeF] = 1 : 1$
 ② $[DEF] : [Def] = 1 : 1$
 ③ $[DEF] : [dEf] = 3 : 1$
 ④ $[DEF] : [def] = 1 : 3$

問5 これらの実験結果から、二つの遺伝子の間で連鎖があることがわかった。連鎖している遺伝子の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～③の中から一つ選べ。

キ

- ① D と E ② E と F ③ D と F

4 生態系と生物多様性に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 地球上における各バイオームの分布は、年平均気温と年降水量に密接な関係がある。下記の図 3 は、年平均気温、年降水量、および生産者による地表の単位面積あたりの年平均有機物生産量の関係をバイオーム別に示したものである。

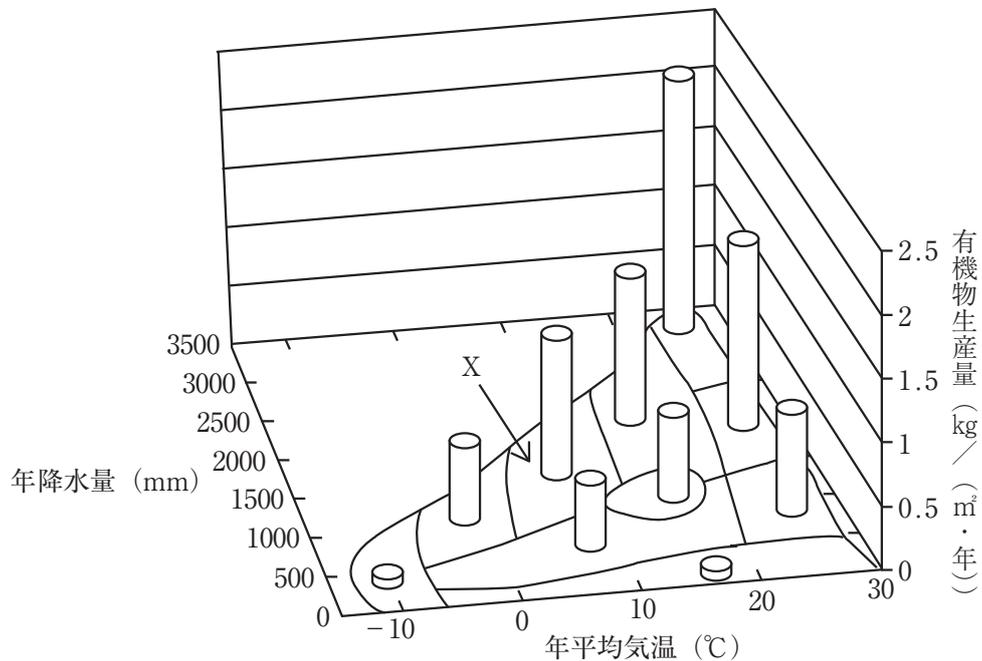


図 3

問 1 図 3 に関する記述として適当なものを、次の①～⑦の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

ア ・ イ

- ① 異なるバイオーム間で年平均気温がほぼ同じ場合、年降水量が少ないほど有機物生産量は大きくなる。
- ② 異なるバイオーム間で年平均気温がほぼ同じ場合、年降水量が少ないほど有機物生産量は小さくなる。
- ③ 異なるバイオーム間で年平均気温がほぼ同じ場合、年降水量と無関係に有機物生産量は一定となる。
- ④ サバンナの有機物生産量は、ツンドラのものよりも小さい。
- ⑤ 砂漠の有機物生産量は、針葉樹林のものよりも大きい。
- ⑥ 照葉樹林の有機物生産量は、硬葉樹林のものよりも小さい。
- ⑦ 雨緑樹林の有機物生産量は、硬葉樹林のものよりも大きい。

問2 図3のXで示したバイオームが分布していない地域として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ウ

- ① 北海道 ② 関東 ③ 中部 ④ 四国 ⑤ 九州 ⑥ 沖縄

B 生態系を構成している生物は、大きく生産者と消費者とに分けられ、消費者の一部は分解者とよばれる。森林生態系では、i は土壌中の分解者によって分解され、土壌有機物を経て、最終的に無機物にまで分解される。熱帯多雨林では、i の供給速度は針葉樹林より速いが、単位面積あたりの土壌に含まれる有機物量は少ない。この原因は、熱帯多雨林の気温が針葉樹林よりも高く、単位有機物量あたりの有機物分解速度がii ためである。

問3 文章B中のi と ii に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

エ

| | i | ii |
|---|--------|----|
| ① | 落葉・落枝 | 速い |
| ② | 落葉・落枝 | 遅い |
| ③ | 火山灰 | 速い |
| ④ | 火山灰 | 遅い |
| ⑤ | 風化した岩石 | 速い |
| ⑥ | 風化した岩石 | 遅い |

問4 文章B中の下線部に関連する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

オ

- ① 生産者は、硝酸イオン（硝酸塩）やアンモニウムイオン（アンモニウム塩）などの無機物を取り込んで利用する。
- ② 生産者は、光合成によって有機物を合成する。
- ③ 生産者は、光合成を行うが呼吸をしない。
- ④ 消費者は、呼吸によって生存や繁殖に必要なエネルギーを得る。
- ⑤ 消費者は、生産者が合成した有機物を取り込んで栄養源にする。