

※ 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 遺伝情報の分配に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A メンデルは、形質をあらわすもとになる遺伝要素（遺伝子）を仮定し、遺伝子が親から子に配偶子によって伝えられることで、遺伝のしくみを説明した。その後、ア 分裂時の染色体の動きが遺伝子の動きと一致することなどから、「遺伝子は染色体にある」という染色体説が提唱された。現在では、対立遺伝子はそれぞれの イ 染色体上の同じ位置にあり、ア 分裂の際に各々別の配偶子に分配されると考えられている。

ある植物の花の色には、2対の対立遺伝子、 C と c 、および D と d が関係している。これらの2対の対立遺伝子は異なる染色体に存在し、独立に遺伝する。遺伝子型 $CCdd$ の個体と $ccDD$ の個体は白色であり、これらの個体と遺伝子型 $CCDD$ の有色の個体とを交配させて得られた F_1 個体は、いずれも有色であった。また遺伝子型 $CCdd$ の個体と $ccDD$ の個体とを交配させて得られた F_1 個体 (I) も有色であった。この F_1 個体 (I) と遺伝子型 $ccdd$ の白色個体とを交配させた。

問1 文章 A 中の ア と イ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つずつ選べ。

- ① 細胞質 ② 相同 ③ 体細胞 ④ 性 ⑤ 唾液腺 ⑥ 減数

問2 文章 A 中の下線部で示した交配で得られた個体の表現型の分離比として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 有色 1 : 白色 3 ② 有色 7 : 白色 9 ③ 有色 1 : 白色 1
④ 有色 9 : 白色 7 ⑤ 有色 3 : 白色 1

ウ

B キイロショウジョウバエは、雄ヘテロ型のXY性染色体をもっており、眼とはねの形質には、赤眼と白眼、正常ばねと切りばねの対立形質がある。赤眼は白眼に対して優性（顕性）、正常ばねは切りばねに対して優性（顕性）である。また、これらの対立形質を決定する対立遺伝子はいずれもX染色体に存在する。

問3 キイロショウジョウバエの染色体の乗換えに関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

エ

- ① 乗換えとは、体細胞分裂において染色体の一部が交換されることである。
- ② 乗換えは、常染色体の相同染色体間でのみ起こる。
- ③ 乗換えは、常染色体と性染色体との間でも起こる。
- ④ X染色体どうしでの乗換えは、雌でのみ起こる。

問4 白眼・正常ばねの純系の雄と赤眼・切りばねの純系の雌を用いて交配実験を行った。得られたF₁個体の雄と雌の表現型の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

オ

	雄	雌
①	赤眼・切りばね	赤眼・正常ばね
②	白眼・切りばね	赤眼・正常ばね
③	赤眼・正常ばね	白眼・切りばね
④	白眼・正常ばね	白眼・切りばね
⑤	赤眼・切りばね	赤眼・切りばね
⑥	白眼・正常ばね	白眼・正常ばね

問5 問4で得られたF₁個体の雄と雌とを交配させて、F₂個体を得た。F₂個体の雄と雌の表現型の分離比として最も適当なものを、次の①～⑧の中から各々一つずつ選べ。ただし、白眼の遺伝子と切りばねの遺伝子との間の組換え価は20%とする。

雄：カ

雌：キ

	赤眼・正常ばね	：	赤眼・切りばね	：	白眼・正常ばね	：	白眼・切りばね
①	4	：	1	：	1	：	4
②	1	：	4	：	4	：	1
③	1	：	4	：	1	：	4
④	4	：	1	：	4	：	4
⑤	1	：	1	：	0	：	0
⑥	0	：	1	：	1	：	0
⑦	1	：	0	：	0	：	0
⑧	0	：	0	：	1	：	1

2 免疫に関する以下の各問いに答えよ。

問1 ヒトの免疫応答に深く関わる器官として不適當なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ア

- ① 胸腺 ② ひ臓 ③ 骨髄 ④ リンパ節 ⑤ リンパ管 ⑥ すい臓

問2 ヒトの涙、唾液、鼻水などに含まれ、細菌の細胞壁を破壊する働きをもつタンパク質として最も適當なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

イ

- ① アミラーゼ ② アルブミン ③ ミオグロビン
④ リゾチーム ⑤ アクチン

問3 自然免疫の過程で、ウイルス感染細胞やがん細胞をみつけて攻撃する細胞として最も適當なものを、次の①～⑦の中から一つ選べ。

ウ

- ① B細胞 ② NK細胞 ③ ヘルパーT細胞 ④ キラーT細胞
⑤ 樹状細胞 ⑥ マクロファージ ⑦ 好中球

問4 獲得免疫の体液性免疫の過程で、分化して抗体産生細胞となる細胞として最も適當なものを、次の①～⑦の中から一つ選べ。

エ

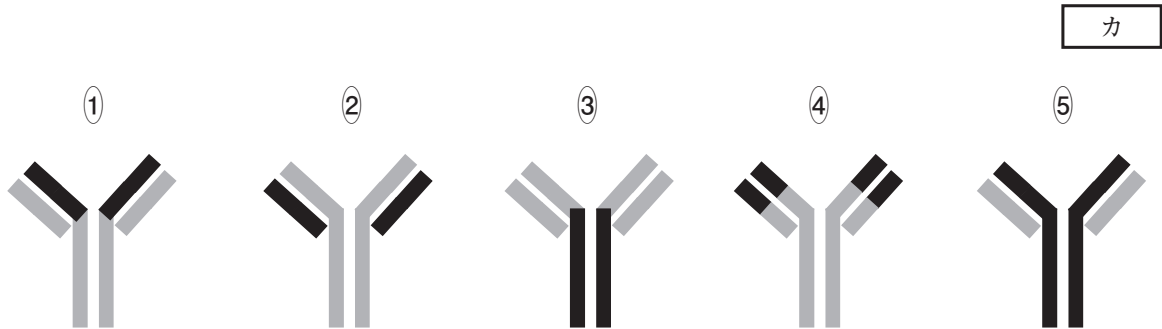
- ① B細胞 ② NK細胞 ③ ヘルパーT細胞 ④ キラーT細胞
⑤ 樹状細胞 ⑥ マクロファージ ⑦ 好中球

問5 ヒト免疫不全ウイルス（HIV）のターゲットとなる細胞として最も適當なものを、次の①～⑦の中から一つ選べ。

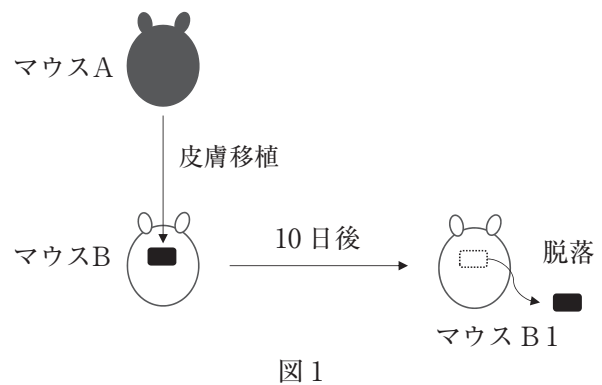
オ

- ① B細胞 ② NK細胞 ③ ヘルパーT細胞 ④ キラーT細胞
⑤ 樹状細胞 ⑥ マクロファージ ⑦ 好中球

問6 抗体は、免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質で、抗原の種類に応じて構造が変化する可変部と、抗体のクラスごとに構造が一定の定常部からなる。可変部を黒、定常部を灰色で示した模式図として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。



問7 系統が異なる A 系統のマウス（黒）と B 系統のマウス（白）を用いて皮膚移植実験を行った。同じ系統のマウスどうして皮膚を移植したところ、移植した皮膚片は生着した。一方、右の図1に示すように、A 系統のマウス（マウス A）の皮膚を B 系統のマウス（マウス B）に移植したところ、移植した皮膚片は10日後に脱落した。さらに、次の実験1～3を行った。



- 実験1 別の B 系統のマウスに、マウス B 1 の血しょうを注射し、その後、A 系統のマウスの皮膚を移植した。
- 実験2 別の B 系統のマウスに、マウス B 1 のリンパ球を注射し、その後、A 系統のマウスの皮膚を移植した。
- 実験3 マウス B 1 に、再び A 系統のマウスの皮膚を移植した。

実験1～3の結果として、移植した皮膚片はどうか。最も適当なものを、次の①～④の中からそれぞれ一つずつ選べ。同じ番号を複数回選んでもよい。

実験1：

実験2：

実験3：

- ① 生着する。
- ② 10日後に脱落する
- ③ 10日より短い期間で脱落する。
- ④ 10日より長い時間で脱落する。

問8 ワクチン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 ワクチンは，免疫記憶の仕組みを利用した予防法である。
- ② あらかじめ弱毒化あるいは無毒化した病原体や毒素などをワクチンとして利用する場合がある。
- ③ 北里柴三郎らによりジフテリアや破傷風のワクチンが開発された。
- ④ ジェンナーによる種痘をパスツールが一般化して，狂犬病をはじめとするさまざまな伝染病のワクチンが開発された。
- ⑤ インフルエンザ，ポリオ，百日咳，新型コロナウイルスに対して有効なワクチンが開発されている。

3 生態系のバランスに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生態系は一定の範囲内で変動しつつもバランスのとれた状態を維持しており、例えば一時的に植生が破壊されたとしても、もとの状態に回復する **ア** がある。生物の多様性が **イ** ほど、生態系のバランスは保たれやすいといわれている。一方、農耕地のように多様性の **ウ** 生態系では、食物連鎖が **エ** で、バランスが保たれにくいといわれている。生態系のバランスは傷つきやすいこともあるため、例えば、生態系から^(a)ある生物を取り除いたり、あるいはほかの生態系から^(b)新たな生物を持ち込んだりする場合には、細心の注意が必要である。

人間が自然を利用するようになると、人間活動による **オ** が小さいうちは、自然の生態系がもつ **ア** によって、生態系のバランスが維持されるが、大きな **オ** を加えるとバランスの回復が不可能になる。私たちは生態系のバランスについてよく理解し、生態系を保全しなければならない。

問1 文章中の **ア** ~ **オ** に当てはまる語句としても適当なものを、次の①~⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 高い ② 低い ③ 管理 ④ 攪乱^{かくらん}
⑤ 復元力 ⑥ 修正力 ⑦ 複雑 ⑧ 単純

問2 文章中の下線部(a)の生物は、生態系のバランスを保つのに重要な役割を果たしている。このような生物を表す語句として最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選べ。

- ① 優占種 ② 基礎種 ③ 捕食者 ④ 被食者
⑤ エンジニア種 ⑥ キーストーン種

カ

問3 文章中の下線部(a)のような生物として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

- ① シヤチ ② ウニ ③ ヒトデ
④ ラッコ ⑤ ジャイアントケルブ

キ

問4 文章中の下線部(b)のような生物の中で、ある地域の生態系をおびやかす恐れのあるものを、侵略的外来生物という。日本における侵略的外来生物として最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選べ。

- ① モツゴ ② イヌワシ ③ マルハナバチ ④ アライグマ
⑤ ゲンゴロウ ⑥ ジュズカケハゼ

ク

問5 生態系を乱すものの中で、地球表面から放出される赤外線を吸収し、再び地球表面に放射するガスのことを温室効果ガスという。次の①～⑥のガスのうち、温室効果ガスに当てはまらないものを一つ選べ。

ケ

- ① メタン ② 水蒸気 ③ フロン ④ 酸素
 ⑤ 亜酸化窒素 ⑥ 二酸化炭素

問6 生態系の中で、生物は食べたり食べられたりする一連のつながりをもっている。この過程で、ある種の物質の濃度は高次消費者の体内で急速に高まっていく場合があり、これを生物濃縮という。その結果、人間にまで影響が及んだ化学物質の例として、有機水銀、カドミウム、PCBなどが知られている。下記の表1は、海水と海洋生物におけるPCBの含有量を示している。この結果に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選べ。

コ

表1 海水と海洋生物におけるPCB含有量

	PCB量 (mg/ t)
海水	0.00028
プランクトン	48
イワシ	68
イルカ	3700

- ① 高次消費者ほど濃度は高くなるので、重大な影響が出ることがある。
 ② 高次消費者に移るときの濃度上昇の割合は、ほぼ一定である。
 ③ 高次消費者ほど濃度が高いのは、体外に排出されにくいからである。
 ④ 高次消費者ほど寿命が長く、蓄積される濃度が高い。

4 興奮の伝導と伝達に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

下記の図2に示すような神経筋標本を用いて、以下のような実験を行った。

神経上で筋肉から4.0 cm離れたA点と筋肉から10.0 cm離れたB点、および神経末端に接している部分の筋肉に直接、それぞれ同じ大きさの電気刺激を与えると、図3に示すような筋肉の収縮が観察された。電気刺激を与えてから筋肉の収縮に要した時間は、直接、筋肉を刺激した場合は3.5ミリ秒、A点を刺激した場合は7.0ミリ秒、B点を刺激した場合は8.5ミリ秒であった。ただしこの実験では、電気刺激を与えてから筋肉の収縮に要した時間は、筋肉が収縮し始めた時点と見なしている。

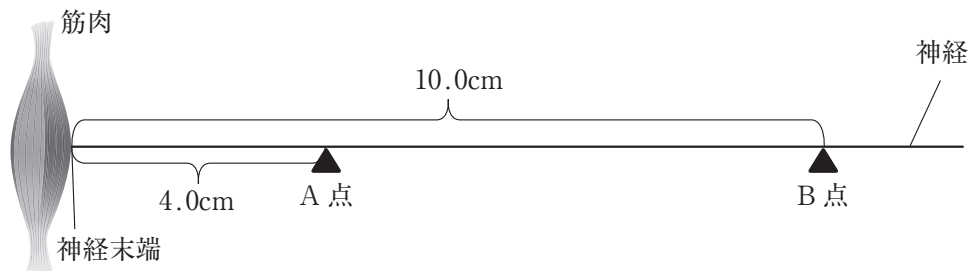
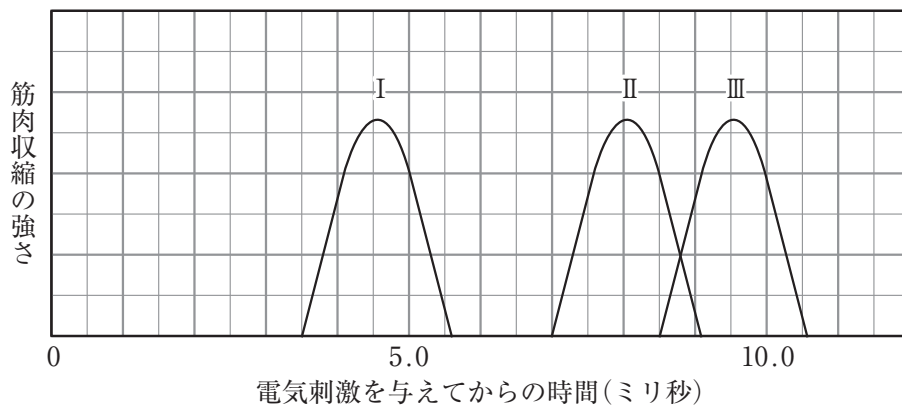


図2



- I：直接，筋肉を刺激した場合
- II：A点を刺激した場合
- III：B点を刺激した場合

図3

問1 神経末端と筋肉の接続部分を何というか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 樹状突起
- ② ニューロン
- ③ シナプス
- ④ 効果器
- ⑤ 軸索

ア

問2 この神経上での興奮の伝導速度として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

イ

- ① 1.1 cm/ミリ秒 ② 2.0 cm/ミリ秒 ③ 3.0 cm/ミリ秒
④ 4.0 cm/ミリ秒 ⑤ 6.0 cm/ミリ秒

問3 この神経末端から筋肉への興奮の伝達に要した時間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 1.5 ミリ秒 ② 2.0 ミリ秒 ③ 2.5 ミリ秒
④ 3.0 ミリ秒 ⑤ 4.0 ミリ秒 ⑥ 4.5 ミリ秒

問4 この神経上の筋肉から6.0 cm離れた点に刺激を与えた場合、筋肉が収縮するまでに要する時間として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

エ

- ① 4.5 ミリ秒 ② 6.5 ミリ秒 ③ 7.0 ミリ秒
④ 7.5 ミリ秒 ⑤ 8.0 ミリ秒 ⑥ 8.5 ミリ秒

問5 この神経は髄鞘をもつ有髄神経であり、伝導速度が速い。これは、髄鞘が電気的な絶縁体としてはたらし、興奮が髄鞘の切れ目をとびとびに伝導するからである。この髄鞘の切れ目の名称として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

オ

- ① シナプス ② ランビエ絞輪 ③ 軸索 ④ 樹状突起 ⑤ チャンネル

問6 問5のように、有髄神経において、興奮が髄鞘の切れ目をとびとびに伝導することを何というか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① 有髄伝導 ② 神経伝達 ③ 跳躍伝導 ④ 高速伝導 ⑤ 活動電位