

(K—53—M)


令和4年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物、物理、化学の中から2科目選択しなさい。
3. 1科目につき1枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は、次の「良い例」のように、濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合、採点できないことがあります。

良い例……………●

悪い例……………

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6桁の受験番号を算用数字で記入し、マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し、該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は、問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・

ア

 と表示のある解答欄に対して②と解答する場合、解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・

ア

 と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合、解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は、手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は、手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は、全部で31ページです。生物、物理、化学の順になっています。

目 次

生 物	1～13 ページ(問題 I～IV)
物 理	14～19 ページ(問題 I～IV)
化 学	20～31 ページ(問題 I～IV)

生 物

I 以下の問いに答えよ。

問 1 ヒトのゲノムを構成する塩基対の数として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

ア

- ① 約3000万 ② 約3億 ③ 約30億 ④ 約3000億 ⑤ 約3兆

問 2 オーキシンに関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

イ

- ① おもに植物体の葉部で合成される。
② 極性移動により茎の中を基部から先端へと移動する。
③ 細胞壁のセルロース繊維どうしの結びつきを強くする。
④ 側芽の成長を促進する植物ホルモンの合成を抑制する。

問 3 交感神経が働いたときにおきることとして、最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

ウ

- ① 瞳孔の縮小
② 気管支の収縮
③ 立毛筋の収縮
④ 心臓の拍動の抑制
⑤ 胃のぜん動の促進

問 4 細胞膜における物質の透過性と輸送に関する記述として、最も適切なものを①～④から1つ選べ。

エ

- ① ナトリウムポンプはカリウムイオンを細胞の中から外へ移動させる。
② 水分子はアクアポリンを介した受動輸送によって細胞膜を通過する。
③ 酸素や二酸化炭素のほとんどはイオンチャネルを介して細胞膜を通過する。
④ インスリンなどのペプチドホルモンはエンドサイトーシスによって標的細胞に取り込まれることにより作用する。

問 5 動物の細胞に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 オ

- ① 細胞内での小胞輸送は拡散によって行われる。
- ② 食作用で取り込んだ細菌などの異物は滑面小胞体で分解される。
- ③ 一般に、消化酵素などの分泌が盛んな細胞ではゴルジ体が発達している。
- ④ 細胞の膜タンパク質の多くはミトコンドリアに付着しているリボソームによって合成される。

問 6 生態系と生物群集に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 カ

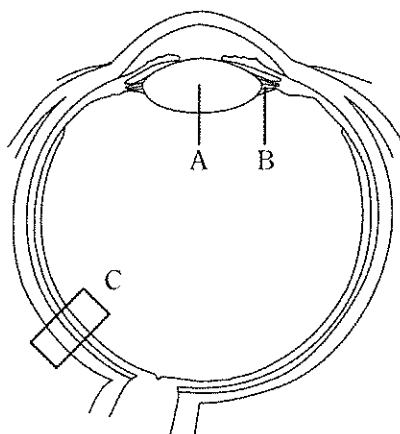
- ① 植物食性動物を食べる動物食性動物を一次消費者という。
- ② 光・水・土壌・温度などが生物の生息する環境に影響を及ぼすことを環境形成作用という。
- ③ 生息地において、ある個体群が指数関数的かつ無限に個体数を増やすことを集中分布という。
- ④ 個体群における時間経過にともなう個体数の変化をグラフに表したものを個体群の成長曲線という。

問 7 受精に関する記述として、最も適切なものを①～④から1つ選べ。 キ

- ① カエルでは、植物半球から卵に精子が進入する。
- ② ウニでは、精子と卵の細胞膜が融合した後に表層反応が起こる。
- ③ ヒトでは、一次卵母細胞に精子が進入した後に受精が完了する。
- ④ 被子植物では、重複受精によって2つ以上の $2n$ の細胞が生じる。

II 以下の問いに答えよ。

問 1 図 1 はヒトの眼を模式的に表している。



水平断面を上から見たところ

図 1

(1) 図 1 の A は、発生過程において以下のどれに由来するか、最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

- ① 外胚葉 ② 神経堤細胞 ③ 中胚葉 ④ 内胚葉

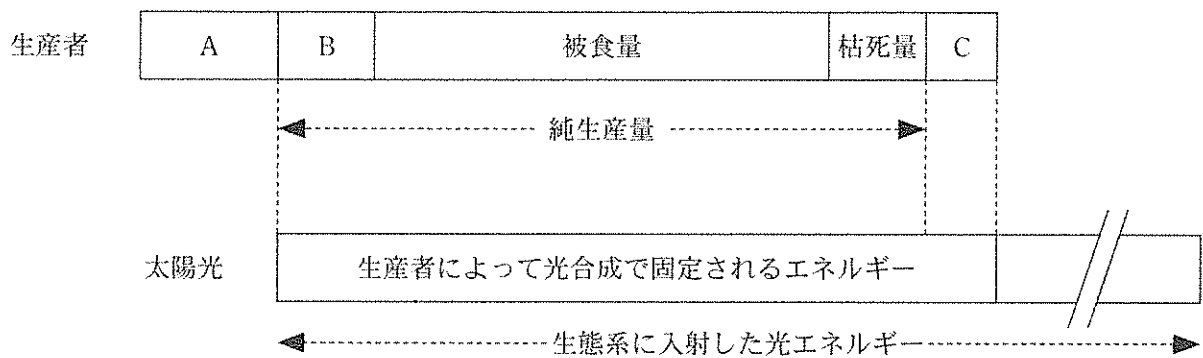
(2) 図 1 の B に関する文として最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

- ① 暗い時には B が弛緩することで、瞳孔が拡大する。
② ある一方向に B が収縮することで、眼球をその方向に向ける。
③ 毛様筋が弛緩することで、B が緊張し、水晶体の厚みが減少する。
④ B が弛緩することで、ガラス体の形状が変わり、これにより近くのものゝ網膜上に像を結ぶ。

(3) 図 1 の C の部位の網膜において眼球の中心部に最も近い位置にある細胞は何か、最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

- ① 色素細胞 ② 視細胞 ③ 視神経の細胞 ④ 連絡神経細胞

問 2 以下の図は、ある生態系における生産者の利用した太陽の光エネルギーと生産者の有機物(エネルギー)の収支を模式的に表している。



(1) 図中の B に当てはまるものとして最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

エ

- ① 呼吸量
- ② 成長量
- ③ 同化量
- ④ 不消化排出量

(2) 生産者のエネルギー効率を表したものとして最も適切なものを①～⑦から 1 つ選べ。

オ

- ① $((A + \text{純生産量} + C) / \text{生態系に入射した太陽の光エネルギー}) \times 100$
- ② $((A + \text{純生産量}) / \text{生態系に入射した太陽の光エネルギー}) \times 100$
- ③ $((\text{純生産量} + C) / \text{生態系に入射した太陽の光エネルギー}) \times 100$
- ④ $(\text{純生産量} / \text{生態系に入射した太陽の光エネルギー}) \times 100$
- ⑤ $(\text{純生産量} / \text{生産者によって光合成で固定されるエネルギー}) \times 100$
- ⑥ $((B + C) / \text{生産者によって光合成で固定されるエネルギー}) \times 100$
- ⑦ $(B / \text{生産者によって光合成で固定されるエネルギー}) \times 100$

問 3 ショウジョウバエの胚における前後軸は卵(受精前の卵)においてすでに決まっている。この前後軸の形成に重要な役割を果たす母性効果遺伝子 a , b , c の mRNA の卵における分布を図 1 に、それらの mRNA から翻訳されたタンパク質 A, B, C の初期胚における分布を図 2 に示す。初期胚におけるタンパク質 B の分布は、母性効果遺伝子 b の mRNA の翻訳を抑制する働きを持つタンパク質 A の分布により決まる。また、タンパク質 C はタンパク質 B の分布に影響しない。

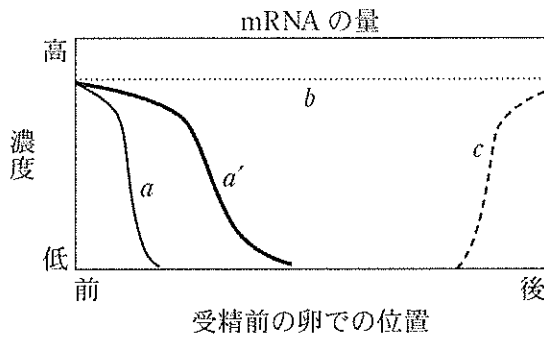


図 1

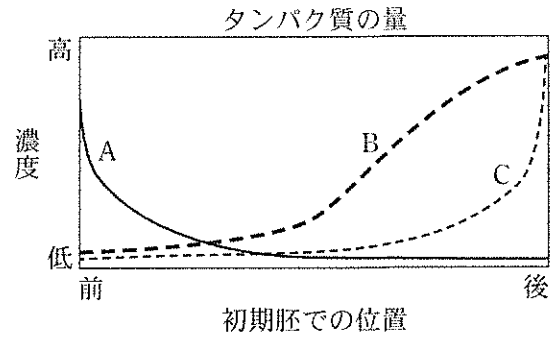


図 2

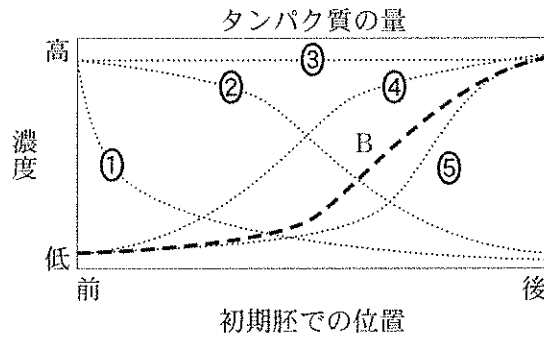


図 3

(1) 卵における母性効果遺伝子 a の mRNA の分布が a' の様に変化した場合(図 1), 初期胚におけるタンパク質 B の分布はどのようなになるか, 図 3 の ①~⑤ より最も適切なものを 1 つ 選べ。図 3 の B は a の mRNA の分布が変化しない場合の B の分布を示す。 カ

(2) 卵における母性効果遺伝子 a の mRNA の発現がなかった場合, 初期胚におけるタンパク質 B の分布はどのようなになるか, 図 3 の ①~⑤ より最も適切なものを 1 つ 選べ。

キ

Ⅲ 以下の問いに答えよ。

問 1 ショウジョウバエのある1つの常染色体上に α 遺伝子座と β 遺伝子座があり、別の常染色体上に ϵ 遺伝子座がある。 α 遺伝子座にはAとaという対立遺伝子、 β 遺伝子座にはBとbという対立遺伝子、 ϵ 遺伝子座にはEとeという対立遺伝子がある。なお、 α 遺伝子座と β 遺伝子座の間の組換え価は32.0%である。

遺伝子型がAABBEEの雌と遺伝子型がaabeeの雄を交配し、 F_1 雌を作製した。 F_1 雌の減数分裂は正常に行われた。

(1) F_1 雌が産生する卵の遺伝子型を考えると、 α 、 β 、 ϵ の3遺伝子座の対立遺伝子の組合せは最大何種類あるか答えよ。例えば値が12のときは 、5のときは とせよ。

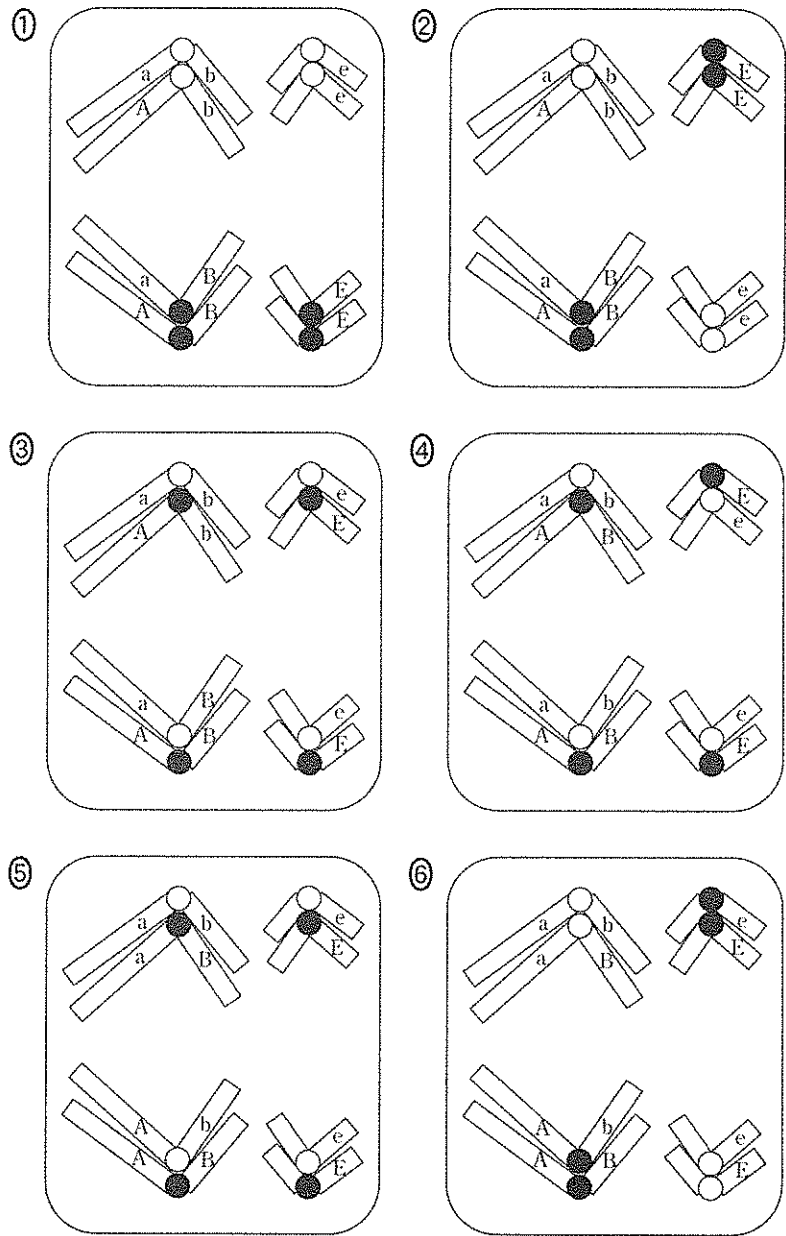
種類

(2) F_1 雌が産生する卵が十分多数あった際、産生される卵全体に占める、遺伝子型がaBeの卵の割合(%)はいくらか、小数第一位を四捨五入した値で答えよ。例えば値が12.3のときは 、0.5のときは とせよ。

%

(3) F₁ 雌の減数分裂により、遺伝子型が aBe の卵が形成された。この卵のもとになった一次卵母細胞において、注目している 2 対の相同染色体はどのようにふるまったと考えられるか。それら染色体のふるまいが適切に示されている減数第一分裂後期の模式図を①～⑥から 2 つ選べ。なお、図中の染色体には各遺伝子座の対立遺伝子が記されている。また染色体上の丸印は動原体を表し、●は F₁ 雌がもつ染色体のうちその雌親由来の染色体上に形成された動原体、○は F₁ 雌がもつ染色体のうちその雄親由来の染色体上に形成された動原体を示す。

オ



問 2 メダカのオスとメスはそれぞれ遺伝的に決まった性特異的な配偶行動を持つ。メダカのオスはメスに対し特徴的な求愛行動(オス型配偶行動)をとり、これをメスが受け入れるとメスは特徴的な受け入れ行動(メス型配偶行動)をとる。こうした配偶行動の後、メスとオスはそれぞれ放卵と放精にいたる。

メダカが性特異的な配偶行動をとるためには、生殖巣(卵巣、精巣)から分泌される性ホルモン(ホルモン A とホルモン B)が、脳内に分布するそれぞれのホルモンの受容体を活性化することが必要である。メスにおいてホルモン A の働きを阻害すると、そのメスはオスの求愛を受け入れず、他の正常なメスに対して求愛行動(オス型配偶行動)をとるようになることが知られている。

以下のメダカを用いて、配偶行動、ホルモンの分泌、脳におけるホルモン受容体の分布を調べると、表 1 に示す結果となった。

- ・野生型のメダカ(野生型)
- ・ホルモン A の合成を阻害する薬剤を含む餌を与え続けた個体(A 阻害)
- ・ホルモン B の合成を阻害する薬剤を含む餌を与え続けた個体(B 阻害)
- ・ホルモン A と B の合成を阻害する薬剤を含む餌を与え続けた個体(AB 阻害)

	配偶行動	ホルモン A の分泌	ホルモン B の分泌	ホルモン A の受容体の分布	ホルモン B の受容体の分布
(ア)野生型のメス	メス型配偶行動	○	○	○	○
(イ)野生型のオス	オス型配偶行動	X	○	X	○
(ウ)A 阻害のメス	オス型配偶行動	X	○ 野生型のメスと同じ	○ 野生型のメスと同じ	○ 野生型のメスと同じ
(エ)A 阻害のオス	オス型配偶行動	X	○ 野生型のオスと同じ	X	○ 野生型のオスと同じ
(オ)B 阻害のメス	メス型配偶行動	○ 野生型のメスと同じ	X	○ 野生型のメスと同じ	○ 野生型のメスと同じ
(カ)B 阻害のオス	いずれの配偶行動も示さない	X	X	X	○ 野生型のオスと同じ
(キ)AB 阻害のメス	いずれの配偶行動も示さない	X	X	○ 野生型のメスと同じ	○ 野生型のメスと同じ
(ク)AB 阻害のオス	いずれの配偶行動も示さない	X	X	X	○ 野生型のオスと同じ

表 1

注意：○は「有り」、X は「無し」を示す。

(1) 表1(ウ)のオス型配偶行動を示すようになったメスを、その後、通常の餌(ホルモンAの合成を阻害する薬剤を含まない)で飼育したところ、野生型のメスと同じ量のホルモンAを分泌するようになった。このメダカはどのような配偶行動を示すと考えられるか、最も適切なものを①~④から1つ選べ。 カ

- ① オス型配偶行動を示す。
- ② メス型配偶行動を示す。
- ③ オス、メス両方の配偶行動を示す。
- ④ オス、メスどちらの配偶行動も示さない。

(2) 表1の結果から考えられることとして最も適切なものを①~④から1つ選べ。 キ

- ① 野生型のメスでは、ホルモンAが働いた結果、ホルモンBの働きが抑制されている。
- ② 野生型のメスでは、ホルモンAが働いた結果、ホルモンBの分泌が抑制されている。
- ③ 野生型のオスでは、ホルモンBが働いた結果、ホルモンAの働きが抑制されている。
- ④ 野生型のオスでは、ホルモンBが働いた結果、ホルモンAの分泌が抑制されている。

(3) 卵巣を除去した野生型のメスはどのような配偶行動を示すと考えられるか、最も適切なものを①~④から1つ選べ。ただし、卵巣の除去は、その後の生存や生育に影響しない。

ク

- ① オス型配偶行動を示す。
- ② メス型配偶行動を示す。
- ③ オス、メス両方の配偶行動を示す。
- ④ オス、メスどちらの配偶行動も示さない。

(4) 脳においてホルモンA受容体が分布しない変異体がある。この変異体のメスは正常な卵巣をもつ成魚に育つ。このメスはどのような配偶行動を示すと考えられるか、最も適切なものを①~④から1つ選べ。 ケ

- ① オス型配偶行動を示す。
- ② メス型配偶行動を示す。
- ③ オス、メス両方の配偶行動を示す。
- ④ オス、メスどちらの配偶行動も示さない。

IV 聴覚に関する文章を読み、以下の問いに答えよ。

ヒトの耳には音波を受け取る聴覚器がある。音波は空気圧の振動(変化)であり、音の大きさは振幅に対応し、音の高さは1秒間の振動数(ヘルツ)に対応する(図1a)。ヒトの耳では、音波はまず外耳道を伝わり、耳小骨の振動に変換される。その振動はリンパ液の振動として内耳のうずまき管内を伝わる。

図1bは、ヒトのうずまき管の断面図である。矢印ア、イが示すコルチ器には音波により電気的な信号を発生する聴細胞(有毛細胞)が存在する。この電気的な信号が聴細胞とシナプス結合している聴神経を興奮させ、その興奮は聴覚の中樞へと伝えられる。

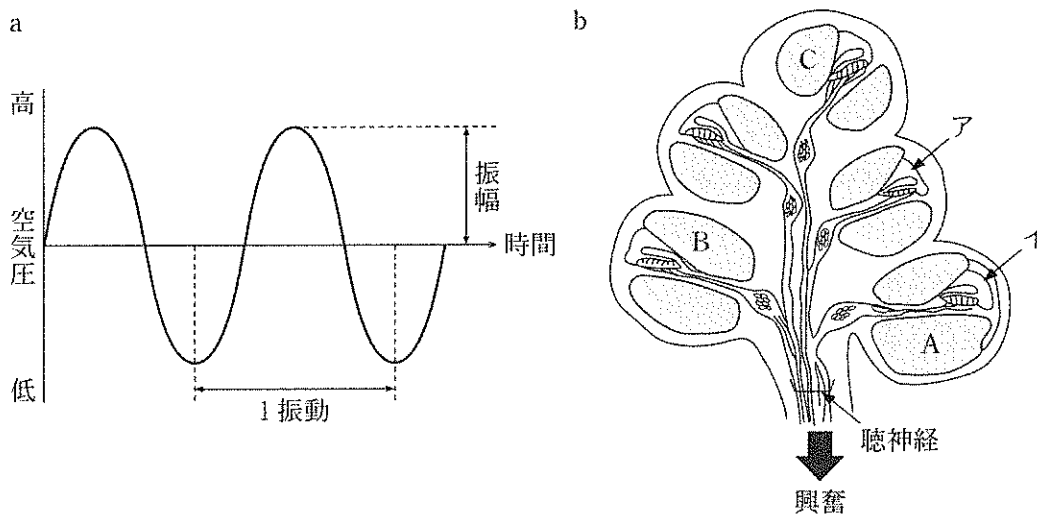


図1

問1 聴覚器に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 ア

- ① ヒトは 35,000 ヘルツの音波を聞くことができる。
- ② 聴細胞の感覚毛は特定の物質が結合すると屈曲する。
- ③ 基底膜の幅はうずまき管の先端にいくほど狭くなる。
- ④ 耳小骨と結合する卵円窓の振動がうずまき管内のリンパ液を揺らす。

問2 音波によるリンパ液の振動は、うずまき管の基部から前庭階を通過してうずまき管の先端部に至った後、鼓室階を通過して再びうずまき管の基部へ戻る。うずまき管内のA～Cの位置(図1b)のリンパ液の振動が伝わる順序として、最も適切なものを①～⑥から1つ選べ。

イ

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① A—B—C | ② A—C—B | ③ B—A—C |
| ④ B—C—A | ⑤ C—A—B | ⑥ C—B—A |

問 3 聴神経は、特定の高さの音がある大きさ以上になると興奮する。この時の最小の音の大きさを閾刺激という。図 1 b のア の位置の聴細胞とシナプス結合している聴神経を聴神経(ア)とする。聴神経(ア)における閾刺激を調べるために、聴神経(ア)の膜電位を測定する実験を行った。刺激する音の高さを一定にし、図 2 のように音の大きさを徐々に上げたところ、音の大きさがある水準を超えたときに、刺激音に対する聴神経(ア)の興奮がはじめて記録された。

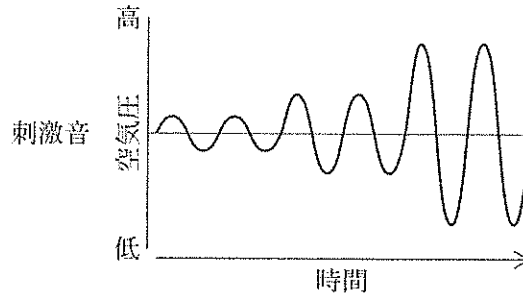
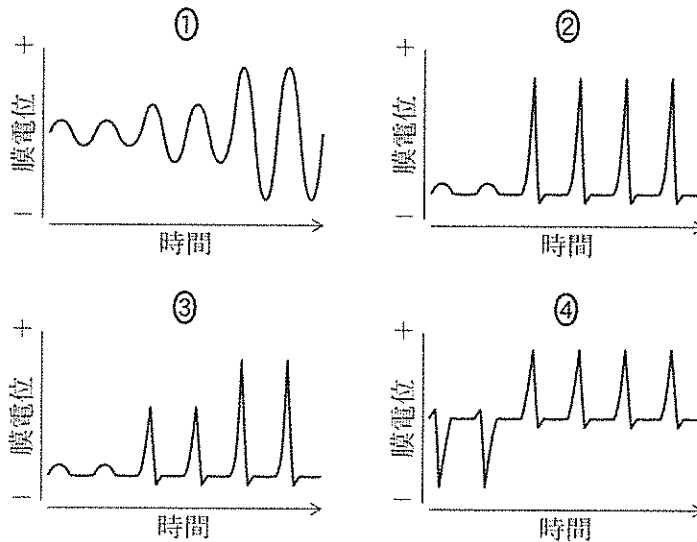


図 2

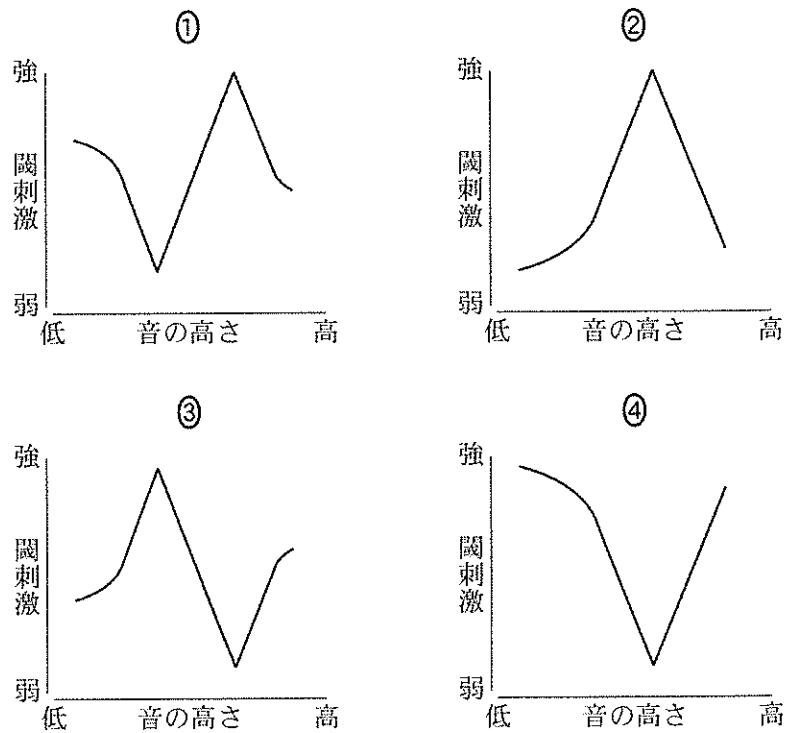
聴神経(ア)で記録された膜電位として、最も適切なものを①～④から1つ選べ。

ウ



問 4 図1bの聴神経(ア)における音の高さと閾刺激の関係を示す曲線として最も適切なものを

①～④から1つ選べ。 エ



問 5 図1bのイの位置の聴神経において観察された音の高さと閾刺激の関係を示す曲線は、聴神経(ア)における音の高さと閾刺激の関係を示す曲線に対してある方向に移動する。どの方向に移動するか、最も適切なものを①～④から1つ選べ。 オ

- ① 左方向に移動する。
- ② 右方向に移動する。
- ③ 上方方向に移動する。
- ④ 下方方向に移動する。