

理 科

＜監督者の指示があるまで開いてはいけない＞

1. 出願時に選択した2科目について、解答を別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 選択していない科目の解答用紙は問題配布後に回収します。
3. 試験開始後、まず解答用紙に自分の受験番号と氏名を正しく記入しなさい。
4. 試験開始後、速やかに問題冊子に落丁や乱丁がないか確認しなさい。
落丁や乱丁があった場合は、手を挙げなさい。
5. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用しなさい。
6. 記入中でない解答用紙は必ず裏返しにしておきなさい。
7. 問題冊子は各科目の試験終了後、持ち帰ってもよい。
ただし、試験途中では持ち出してはいけない。

問 題 目 次

物 理	1	～	6	ページ
化 学	7	～	16	ページ
生 物	17	～	24	ページ

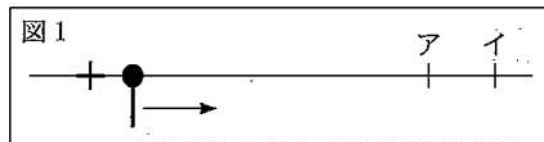
生 物

1. ヒトの視覚に関する各問いに答えよ。

I. 盲斑について調べるため、次のような手順で実験を行った。

[実験]

1. 壁に盲斑検査用紙(図1)を貼り付ける。
2. 生徒Aは用紙から50 cmの位置に立ち、右目が+印の正面にくるようにする。次に左目を手でおおい、右目だけで+印を見続ける。
3. 生徒Bは黒点のついた棒を+印から右(矢印)の方向へ水平に移動させながら、生徒Aにとって黒点が見えなくなる位置(ア)、および再び見え始める位置(イ)を調べる。



[結果] +印からアの距離は12.0 cmであった。
+印からイの距離は14.5 cmであった。

問 1. ヒトの眼球の直径を2.4 cmとした場合、次の値の近似値は何 cm になるか求めよ。ただし、黒点の大きさは考えなくてよい。答えは小数第二位を四捨五入せよ。

- (1) 盲斑の直径
- (2) 黄斑の中心から盲斑に達するまでの距離

問 2. 右目の盲斑は黄斑の鼻側と耳側どちらによったところにあると考えられるか、解答欄 I に答え、その理由を解答欄 II に記せ。

問 3. 日常生活で盲斑に気づくことがないのはなぜか、答えよ。

問 4. 次の文章のうち正しいものを選び、記号で答えよ。

- ア. 盲斑には視神経がない。
- イ. 黄斑には視細胞がない。
- ウ. 視神経細胞はガラス体側の網膜の表面に分布する。
- エ. 暗い場所では視神経にロドプシンと呼ばれる色素が蓄積する。
- オ. 網膜の中心付近は光に対する感度が高い。

問 5. 視覚の情報を処理し、眼球の運動やひとみの調節などの中枢となっている脳の部分を記号で答えよ。

ア. 大 脳 イ. 間 脳 ウ. 中 脳 エ. 小 脳 オ. 延 髄

問 6. 視覚や聴覚などの感覚をつかさどる感覚野が発達している大脳の部分を選び、記号で答えよ。

ア. 大脳の髄質 イ. 大脳の古い皮質 ウ. 大脳の新皮質

問 7. 次の文章の に適切な語句を記入せよ。

ヒトの目とイカの目は、ともに水晶体やこう彩があるカメラ眼であるが、ヒトの目は ア の網膜への分化や ア による誘導の連鎖により形成されるのに対し、イカの目では ア ができず、 イ が直接陥没して網膜ができ、その後水晶体ができる。このように同じような働きと外観を示す器官が、基本的に異なる起源をもっていると考えられる場合、このような器官を ウ という。

II. 白い紙の中央に円形の緑色の紙を置き、太陽の光のよく当たっている場所に置いた。緑色の紙を 15～30 秒間見つめたのち、すばやくその紙を取り除いて白い紙を見つめたところ、マゼンタ(明るい紫)の丸がしばらくの間見えた。

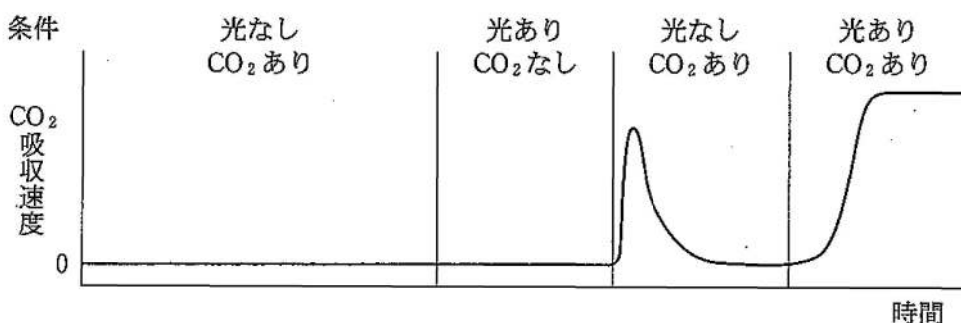
問 8. 上記の実験結果について考察した次の文章の に適切な語句を記入せよ。

緑色の丸を見つめているとその像は網膜に投影され、網膜の緑色光によく興奮する ア 細胞が刺激を受容する。しかし、その ア 細胞は次第に疲労して興奮性が低下するため、やがて緑色光に反応しない領域が網膜に生じる。緑色の丸から急に白い紙を見ると緑色光によく興奮する ア 細胞は疲労していて反応しないが、 イ 色光と ウ 色光によく興奮する ア 細胞は、それぞれの光によく反応する。その結果、しばらくの間マゼンタの丸が見えると考えられる。

問 9. 白い紙の上に円形のある色の紙を置いて同様に見つめたのち、その紙を取り除いて白い紙を見つめたところ、黄色の丸がしばらくの間見えた。何色の紙を置いたと考えられるか。

2. 炭酸同化に関する各問いに答えよ。

植物や藻類および一部の細菌はCO₂から有機物を合成する。このような代謝にはエネルギーが必要であり、エネルギー源として、植物や藻類および光合成細菌は光、亜硝酸菌は , 硫黄細菌は を利用している。光と炭酸同化の関係を調べるため、緑藻をCO₂のある暗所に長時間置いたのち、光とCO₂濃度の条件を3段階に変えながら、CO₂の吸収速度を測定したところ、下図のグラフの結果を得た。また、クロレラの培養液に¹⁴C(炭素の放射性同位体)を含むCO₂を与え、光を照射しながら、0.5、1、2、3、4分後に培養液の一部を試料1～5として回収し、各種の細胞内成分を分離後、それらの¹⁴C含量を測定した。下表は、各試料において¹⁴Cが物質A～Dにどの程度取り込まれたかを総取り込み量に対する割合(%)で示したものである。



	試料 1 0.5 分後に回収	試料 2 1 分後に回収	試料 3 2 分後に回収	試料 4 3 分後に回収	試料 5 4 分後に回収
物質 A	20	27	30	25	21
物質 B	0	0	1	7	12
物質 C	2	3	4	5	6
物質 D	35	27	19	16	15

問 1. a と b の に該当するものを次のア～オから選び記号で答えよ。

ア. H₂SO₄ イ. NO₃⁻ ウ. NO₂⁻ エ. NH₄⁺ オ. H₂S

問 2. 以下の文章は、図で示した結果を考察したものである。 に適切な語句を記入せよ。

光は光合成色素の一種である を活性化して と を生成する。その際、活性化された は を分解し、 や の生成に必要な e⁻ と H⁺ を発生させる。 および は、 回路の進行に必要な物質であるため、図の実験結果のように事前の によって を進めることができる。

問 3. サボテンを用いて図と同じ条件の実験を行ったところ、最初の「光なし、CO₂あり」の段階でCO₂の吸収が確認された。その際、CO₂は細胞内のどこの部位にどのような物質として蓄えられたか解答欄Ⅰに答えよ。また、このようなしくみがもたらす利点を解答欄Ⅱに記せ。

問 4. 次の文章において、にあてはまる数字を答えよ。また、下線部(a)~(d)に該当する物質を表の物質A~Dから選び記号で答えよ。

クロレラの炭酸同化において、6分子のCO₂は6分子のC ア 化合物と結合後、
イ 分子のC ウ 化合物となる。次にこのC ウ 化合物の一部から、フル
クトースニリン酸などのC エ 化合物が生成される。その後、こうした代謝産物の中か
ら、アミノ酸や有機酸、さらに少し遅れて、スクロースが生成される。

問 5. 遺伝子組換えの技術で藻類にアルコール発酵に必要な各種の遺伝子を導入したところ、光合成でできたグルコースの80%がエタノールに代謝されて細胞外に放出されるようになった。この遺伝子組換え藻類を反応槽に入れて、工場から出たCO₂を供給しながら光を照射したところ、1日に15gのエタノールが生産された。同じ反応条件のもと、1日あたり1kgのCO₂を減少させるには、反応槽が少なくとも何台必要か答えよ。ただし、好気呼吸は無視できるものとする。また、原子量はH = 1, C = 12, O = 16とする。

3. 遺伝子とタンパク質に関する各問いに答えよ。

I. キイロショウジョウバエの3種類の対立形質に注目し、以下のように対立形質1～3と表すこととする。

対立形質1：茶体色と暗体色

対立形質2：直毛とちぢれ毛

対立形質3：丸眼と棒眼

ただし、茶体色、直毛、丸眼は野生型の形質である。

野生型の雌に「暗体色、ちぢれ毛、棒眼」の雄を交配したところ、 F_1 はすべて茶体色と直毛を示したが、 F_1 の眼に関して雌は棒眼、雄は丸眼であった。また、 F_1 の雌雄どうしを交配しても暗体色やちぢれ毛の雌は生まれなかった。 F_1 の雌と「暗体色、ちぢれ毛、丸眼」の雄を用いて検定交雑を行ったところ、 F_2 の表現型と個体数は下表のようになった。

表現型	個体数
茶体色・直毛・丸眼	582
茶体色・直毛・棒眼	78
茶体色・ちぢれ毛・丸眼	149
茶体色・ちぢれ毛・棒眼	43
暗体色・直毛・丸眼	37
暗体色・直毛・棒眼	145
暗体色・ちぢれ毛・丸眼	81
暗体色・ちぢれ毛・棒眼	585

問 1. 棒眼の遺伝形式に該当するものを次のア～エから選び、記号で答えよ。

ア. 常染色体性優性 イ. 常染色体性劣性 ウ. 伴性優性 エ. 伴性劣性

問 2. 対立形質1と対立形質2を支配する遺伝子間の組換え価を計算せよ。

問 3. 染色体上の対立遺伝子の並び方を次のア～カから選び、記号で答えよ。ただし、対立形質

1～3を支配する対立遺伝子を各々1～3とし、線の長さは遺伝子間の相対的な距離を示す。例えば、1—2——3では、1と2の間の距離の方が2と3の間よりも短い。

ア. 1—2——3 イ. 1—3——2 ウ. 2—1——3

エ. 1——2—3 オ. 1——3—2 カ. 2——1—3

問 4. F_2 の中で2重交さによって生じた表現型をもつ個体の総数を答えよ。

問 5. 繁殖用の容器に同じ個体数の「親の雄」と「 F_1 の雄」を入れてから、 F_1 の雌と交配させた。

その結果、生まれた雌について、「茶体色で直毛：茶体色でちぢれ毛：暗体色で直毛：暗体色でちぢれ毛」の分離比を求めよ。ただし、雄の生殖能力はすべての個体で同等とみなす。

II. ヒストンは細胞内で と結合し、 と呼ばれる染色体の基本構造を形成するタンパク質である。ヒストンは、H1、H2A、H2B、H3、H4 と呼ばれる5種類の成分からなり、各々が別々の遺伝子に由来する。ヒトとニワトリを含む5種類の生物のH2BとH4の遺伝子の塩基配列およびタンパク質のアミノ酸配列を調べ、それぞれ比較したところ、次の表のような結果が得られた。

遺伝子の塩基配列の違い(%)

H2B 遺伝子

	ニワトリ	生物 A	生物 B	生物 C
ヒト	15	34	17	15
ニワトリ		35	15	11
生物 A			35	34
生物 B				13

H4 遺伝子

	ニワトリ	生物 A	生物 B	生物 C
ヒト	17	31	19	19
ニワトリ		32	16	11
生物 A			29	31
生物 B				15

タンパク質のアミノ酸配列の違い(%)

H2B タンパク質

	ニワトリ	生物 A	生物 B	生物 C
ヒト	4.0	30	6.3	5.6
ニワトリ		32	5.6	1.6
生物 A			31	31
生物 B				5.6

H4 タンパク質

	ニワトリ	生物 A	生物 B	生物 C
ヒト	0	7.8	0	0
ニワトリ		7.8	0	0
生物 A			7.8	7.8
生物 B				0

問 6. a と b の に適切な語を答えよ。

問 7. 生物 A, B, C に該当するものを次のア～オから選び、記号で答えよ。

ア. 大腸菌

イ. アフリカツメガエル

ウ. 酵母

エ. チンパンジー

オ. アノールトカゲ

問 8. H2B と H4 の各タンパク質における生物間のアミノ酸配列の違いからどのようなことがわかるか。次の文章の に適切な語句を答えよ。

H4 タンパク質よりも H2B タンパク質のアミノ酸配列の方が な変異が蓄積されやすい。

問 9. H2B と H4 のどちらの場合でも生物間の塩基配列の違いの方がアミノ酸配列の違いよりも大きい傾向を示した。その理由を 40 文字以内で答えよ。

4. 個体群に関する各問いに答えよ。

I. ある池に生息するコイの個体数を推測するために、標識再捕法による調査を行った。面積が 5 km^2 の池の任意の数ヶ所で投網を使って 80 匹のコイを捕獲し、これらの個体すべてに印をつけて再び池に放流した。2 日後、同様の方法で 120 匹のコイを捕獲したところ、印をつけたコイは 15 匹であった。

問 1. この池におけるコイの総個体数および個体群密度を推定し、解答欄 I, II にそれぞれ答えよ。

問 2. 下線部について、2 回目の捕獲を放流の直後ではなく、2 日後に行った理由を述べよ。

問 3. 個体群密度を推定する際には、いくつかの前提条件が必要である。次の文章のうち必要な条件に該当するものをすべて選び、記号で答えよ。

ア. 自由に交配できる。

イ. 標識の有無で捕獲効率は変わらない。

ウ. 調査期間中に新たな出生や死亡がない。

エ. 調査している集団とほかの集団との間で移出、移入がない。

オ. 雌雄の数に極端な差がない。

問 4. 次の動物(成体)のうち標識再捕法が適用できないものを 1 つ選び解答欄 I に記号で答え、その動物の個体群密度推定に適用可能な他の方法を解答欄 II に 1 つ答えよ。

a. ヒメネズミ

b. メダカ

c. ニホンザリガニ

d. ホヤ

e. モンシロチョウ

問 5. 動物では個体群密度が変化すると死亡率の変化などの密度効果が見られるようになる。密度効果は植物にも見られ、個体群密度と最終収量の間にはある法則が成り立つ。どのような法則か、説明せよ。

II. 一定地域内の生物は、同種または異種の生物と様々な関係をもちながら生活している。下表は 2 種の個体群(A と B)間の相互関係を示している。その種にとって利益を受ける場合を+、不利益となる場合を-、利害関係のない場合を±で示した。

相互関係の型	個体群		例
	A	B	
競争	(ウ)	(エ)	ゾウリムシとヒメゾウリムシ
被食者—捕食者相互関係	+	-	キツネとウサギ
(ア)	+	+	マメ科植物と根粒菌
片利共生	+	±	(オ)
寄生	-	+	ヒトとマラリア原虫
(イ)	±	±	昆虫食の鳥と草食の哺乳類

問 6. ある一定の地域に共存しているすべての種の個体群の集合をなんと呼ぶか、答えよ。

問 7. 表中のア、イに当てはまる相互関係の型の名称を答えよ。

問 8. 競争の関係においてゾウリムシを A、ヒメゾウリムシを B としたとき、ウとエに入る記号をそれぞれ答えよ。

問 9. オに該当する片利共生の例として正しいものを選び、記号で答えよ。

a. ソバとヤエナリ

b. アリとアブラムシ

c. ヤドリギとケヤキ

d. コバンザメとサメ

問10. 生活上の要求がよく似た近縁の動物が、競争を避けるために行う方法を 1 つ挙げよ。

問11. アフリカのコピトカバと南アメリカのカピバラのように、異なる地域で同じ生態的地位を占める種をなんと呼ぶか。

