

科目	生 物
----	-----

理学部・医学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから10ページにわたっています。
3. 解答用紙は5枚、下書き用紙は3枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書き用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出て下さい。
5. 志望学部と受験番号(2か所)は、全ての解答用紙の上部の欄に記入して下さい。
6. 解答は、全て横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入して下さい。解答用紙の所定の欄以外に記入した解答は、採点の対象としません。
7. 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰って下さい。

1 生物の窒素利用に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

窒素(N)は、自然界を循環する重要な元素である。大気中には気体の窒素分子( $N_2$ )が78%も存在するが、動物や多くの植物はこれを直接利用することができない。そこで、多くの植物は、動物の遺体や排出物などに由来する土壌中の無機窒素化合物イオンを、水と共に根から吸収して利用する。このイオンには、 や、 から二段階の酸化反応によって作られる がある。しかし、マメ科植物は との共生によって、大気中の $N_2$ を利用することができる。 は $N_2$ を還元し、無機窒素化合物を作り出す。マメ科植物は、このようにして得た窒素化合物と自身が合成した有機酸を材料として、アミノ酸などの有機窒素化合物を作る。この他にも、一部の細菌やラン藻は、大気中の $N_2$ を生体の構成物質に変えて利用することができる。このはたらきを という。

すべての生物に共通する有機窒素化合物の代表は、タンパク質である。タンパク質はアミノ酸がペプチド結合によって、多数連結した重合体である。タンパク質のアミノ酸の並び方は、① 遺伝子の塩基配列によって規定される。1つのアミノ酸を指定するためには、 とよばれる3個の連続する伝令RNAの塩基配列が必要である。

問 1. 文中の空欄  ～  に適切な語を記入しなさい。

問 2. 次の1～5の物質は、(A)～(D)のどれに該当するか、適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- |           |          |          |
|-----------|----------|----------|
| 1. クロロフィル | 2. ATP   | 3. ピルビン酸 |
| 4. ペプシン   | 5. エタノール |          |

- (A) タンパク質もしくはアミノ酸であり、窒素を含む。  
(B) 核酸もしくはヌクレオチドであり、窒素を含む。  
(C) タンパク質、アミノ酸、核酸、ヌクレオチドのいずれでもないが、窒素を含む。  
(D) タンパク質、アミノ酸、核酸、ヌクレオチドのいずれでもなく、窒素を含まない。

問 3. ある種の微生物は有機物合成を行う際に、 を産生する。この微生物の名称を書きなさい。また、この微生物が行う有機物合成と緑色植物が行う有機物合成の違いを、80字以内で説明しなさい。

問 4. 下線部①について、次の問い(1)～(3)に答えなさい。

- (1) タンパク質を構成するアミノ酸の種類はいくつあるか、数値を答えなさい。  
(2)  は何種類存在するか、数値を答えなさい。  
(3) 問4(1)と(2)の数値が異なる理由を2つ挙げなさい。

2 は次のページから始まります。

2 環境に対する植物の反応に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

植物は環境情報を巧みに利用して生活環を調節するとともに、環境変化に対応して生活する能力を備えている。例えば、植物の根は水を求めて、より湿度の高い方に向かって成長する。また植物は、茎が光源に向かって成長することによって効率よく光合成を行うことができる。このように、茎や根が刺激の来る方向に、あるいはその反対の方向に屈曲する反応を [ a ] とよぶ。[ a ] は茎や根の細胞の [ b ] 運動によって起きる。一方、刺激の方向に関係なく、いつも同じ方向に起こる反応を [ c ] という。[ c ] の起こる原因は、[ b ] 運動の場合と [ d ] 運動の場合がある。[ d ] 運動の例には、ネムノキにみられるように、夜になると葉が折りたたまれて垂れ下がる [ e ] 運動がある。

植物が環境情報を受感するしくみは、情報の種類によって異なる。イネ科植物の幼葉鞘の示す屈光性においては、光の刺激が幼葉鞘の [ f ] で感受されるが、光を直接に感受するのは色素タンパク質である。一方、根の示す屈地性においては、[ g ] 方向が根の [ f ] で感受されるが、[ g ] の刺激は特定の細胞で感受される。感受された光や [ g ] の情報は、それぞれの器官の基部方向にある成長領域に伝達される。その際、刺激感受領域から情報を成長領域に伝達するのは、植物ホルモンの1種の [ h ] である。また、多くの植物では、日長時間の長短によって花芽形成の時期が決まる。[ i ] などの短日植物は、1日の日長が一定時間を下回ると花芽を形成する。このとき、光の刺激は [ j ] で感受され、その情報は [ k ] を通って茎頂分裂組織に伝えられる。

問 1. 文中の空欄 [ a ] ～ [ h ] に適切な語を記入しなさい。

問 2. 文中の空欄 [ i ] ～ [ k ] に適切な語を、次の語群(ア)～(キ)から1つ選び、記号で答えなさい。

語群

- |          |            |         |       |
|----------|------------|---------|-------|
| (ア) アサガオ | (イ) ホウレンソウ | (ウ) トマト | (エ) 根 |
| (オ) 茎    | (カ) 葉      | (キ) 表皮  |       |

問 3. 下線部①に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) 植物が強い風にさらされたり、たびたび<sup>さわ</sup>触られたりすると、ある植物ホルモンが合成され、植物体の伸長は抑制される。この植物ホルモンの名称を答えなさい。

(2) 問3(1)の植物ホルモンは、落葉を促進する作用ももっている。この植物ホルモンが落葉を促進するしくみについて、50字以内で説明しなさい。

問 4. 下線部②に関連して、次の実験を行った。12 時間の限界暗期をもつ植物を、10 時間の明期と 14 時間の暗期からなる 24 時間の光周期で育てた。次の問い(1)～(3)に答えなさい。

(1) 暗期の途中で短時間、白色光を照射した。この処理を何とよぶか、答えなさい。

(2) 問 4(1)の処理を、暗期の開始から 7 時間後に行った結果、花芽を形成した。このような性質をもつ植物を何とよぶか、名称を答えなさい。

(3) この植物を元の光周期(10 時間の明期と 14 時間の暗期からなる 24 時間の光周期)で育て、暗期の開始から 1 時間後に白色光を 10 分間照射したところ、花芽は形成されなかった。この理由を 30 字以内で説明しなさい。

3 動物の発生分化に関する次の文章AとBを読み、下の問い(問1～7)に答えなさい。

A：発生は卵と精子が受精することで始まり、受精卵は細胞分裂(卵割)を開始する。卵に含まれる卵黄の量とその分布によって、ヒトやウニなどの  とカエルなどの  が区別され、それぞれで卵割の様式も異なっている。ウニでは第三卵割まで、カエルでは第二卵割までは、卵割は割球の大きさがほぼ同じ  であるが、ウニの第四卵割以降、カエルの第三卵割以降では、卵割は割球の大きさが異なる  である。カエルでは、卵割が始まると、2細胞期・4細胞期・8細胞期を経て、 期→ 期→ 期→ 期→ 期へと順に発生が進む。 期の後、胚の赤道面より少し植物極側の一群の細胞が陥入を始める。この部分が原口である。 期には、外胚葉・中胚葉・内胚葉の3種類の細胞層が分化し、 期には、外胚葉は表皮と神経管に、中胚葉は脊索、体節、腎節、側板に分化する。

B：マウスの目の発生のしくみを調べるために、眼胞を同時期の腹部皮下に表皮と接触するよう移植した。その結果、移植から数日後、表皮の細胞は表皮とは別の細胞に分化した。そこで、表皮と移植した眼胞の間に、直径0.1μmの穴が多数あるフィルターを挿入して表皮の分化を観察したところ、下線部①と同じ結果になった。

問 1. 文中の空欄  ～  に適切な語を記入しなさい。

問 2. 文中の空欄  ～  に適切な語を、次の語群(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

語群

(ア) 神経胚

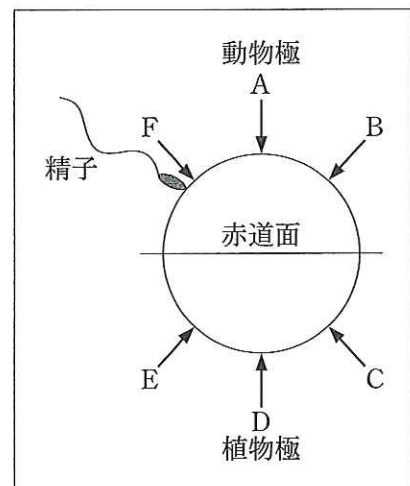
(イ) 原腸胚

(ウ) 桑実胚

(エ) 尾芽胚

(オ) 胞 胚

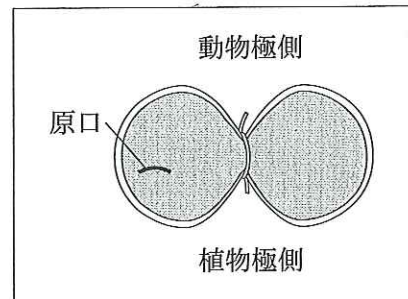
問 3. カエル卵では、精子の侵入直後に灰色三日月環とよばれる薄灰色の部分があられる。精子の侵入点に対する灰色三日月環と原口の相対的な位置を、右図の矢印A～Fからそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。



問 4. カエル受精卵の灰色三日月環部位の細胞質の役割を調べるために、第一卵割前の卵の灰色三日月環の細胞質を抜き取り、別の第一卵割前の卵の灰色三日月環以外の場所へ注入した。発生が進むにつれて移植部分に二次胚が形成された。この実験から導かれる結論として最も適切な文を、次の(A)～(D)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (A) カエル卵の細胞質成分は、受精によって偏りができる。
- (B) 移植した灰色三日月環の細胞質は、一次胚の形成を阻害する。
- (C) 灰色三日月環の細胞質は、胚を誘導するはたらきをもつ。
- (D) 原口の細胞には、灰色三日月環の細胞質が多く含まれる。

問 5. カエルの原腸胚期の胚を、右図のように原口を通らない面で二分するように細かい髪の毛できつくしばり、くびれた状態で発生を行わせるとどうなるか、40字以内で説明しなさい。



問 6. 胚葉の分化に関して、次の問い(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 内胚葉から分化するものを下の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。  
 (ア) 心臓      (イ) 腎臓      (ウ) 肝臓      (エ) 内臓平滑筋
- (2) 中胚葉の体節から分化するものを下の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。  
 (ア) 輸尿管      (イ) 骨格筋      (ウ) 運動神経      (エ) 感覚神経
- (3) 外胚葉から分化するものを下の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。  
 (ア) 脊髄      (イ) 脊つい骨      (ウ) 血管      (エ) 真皮

問 7. 下線部①と②について、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 下線部①で、移植した眼胞に接触する表皮(外胚葉)は何に分化したか、答えなさい。
- (2) 下線部②のようになった理由を60字以内で説明しなさい。

4 染色体と遺伝子に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

成人の体は、およそ  個の細胞から構成されている。ヒトの体細胞には  本の染色体があり、そのうち  本は男女ともに共通で、それらは常染色体という。残りは男女で組み合わせが異なっていて、これらを性染色体という。常染色体には、それぞれ対となる染色体が存在し、これを相同染色体<sup>①</sup>という。対となる相同染色体は、しばしば減数分裂の際に乗換えを行うことが知られている。性染色体による性決定の様式には、雄ヘテロ型と雌ヘテロ型<sup>②</sup>があり、それぞれに2種類ずつ、あわせて4種類が知られている。ヒトの性決定の様式は、雄ヘテロ型のXY型であり、X染色体上の遺伝子による遺伝は伴性遺伝をする。染色体を構成する主な物質はDNAとタンパク質であり、DNAは遺伝子の本体である。ヒトの体細胞中の1個の核に含まれるDNA分子の総全長は、およそ  mmである。

問1. 文中の空欄  ～  に適切な数値を、下の(ア)～(ス)から1つ選び、記号で答えなさい。

- |         |         |         |         |           |
|---------|---------|---------|---------|-----------|
| (ア) 2   | (イ) 4   | (ウ) 6   | (エ) 42  | (オ) 44    |
| (カ) 46  | (キ) 48  | (ク) 200 | (ケ) 600 | (コ) 2,000 |
| (サ) 60万 | (シ) 60億 | (ス) 60兆 |         |           |

問2. 遺伝子とDNAに関する次の文(A)～(E)から、正しいものを2つ選び、記号で答えなさい。

- (A) ヒトの体細胞では、DNAは核にだけ存在する。
- (B) DNAの二重らせん構造は、DNA2分子の塩基を介した共有結合によるものである。
- (C) ヒトの精子のDNA量は、ヒトの体細胞のDNA量と同じである。
- (D) DNAを構成する塩基は、アデニン、チミン、グアニン、シトシンの4種類だけである。
- (E) DNAの遺伝情報は、RNAに転写された後にリボソームでタンパク質に翻訳される。

問3. 細胞分裂と染色体に関する次の文(A)～(E)から、正しいものを2つ選び、記号で答えなさい。

- (A) ヒトの染色体は、DNAがタンパク質に巻き取られた構造である。
- (B) 体細胞分裂では、前期に染色体が凝縮して棒状になり、中期に核膜の消失が起こる。
- (C) 体が大きな生物ほど、細胞あたりの染色体の数は多い。
- (D) 乗換えは、減数分裂の第二分裂の時に起きる。
- (E) 染色体の形や数は、突然変異で変わることがある。



問 4. 下線部①に関連して、次の問いに答えなさい。

野生型のキイロショウジョウバエの第2染色体には、正常体色と正常ばねの遺伝子が存在するが、それらの劣性形質として黒体色と痕跡ばねが知られている。交配実験において、黒体色の痕跡ばねをもつ雄と、正常体色と正常ばねをもつ雌を交配させたとき、生まれたF<sub>1</sub>個体はすべて正常体色・正常ばねであった。第2染色体上の体色とはねの遺伝子の中で、雌において組換えが20%の割合で起きるとした場合、F<sub>1</sub>個体の雄と雌を交配させたF<sub>2</sub>個体において、雄には正常体色・正常ばね、正常体色・痕跡ばね、黒体色・正常ばね、黒体色・痕跡ばねの個体はどのような割合で生まれるか、解答欄の空欄に数字を記入しなさい。

なお、キイロショウジョウバエの雄の染色体では、組換えは生じないことが明らかになっている。

問 5. 下線部②に関連して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) 雄ヘテロ型には、ヒトやキイロショウジョウバエなどのXY型の他に、フタホシコオロギのように、雄は染色体数が奇数である種も知られている。このような性の決定様式は何型とよばれるか、答えなさい。

(2) キイロショウジョウバエの赤眼(優性)と白眼(劣性)の遺伝子は、X染色体上の対立遺伝子である。交配実験において、白眼の雄と、赤眼の雌を交配させたとき、生まれたF<sub>1</sub>個体は雌雄共にすべて赤眼であった。得られたF<sub>1</sub>個体の雄と雌を交配させたF<sub>2</sub>個体の雄では、赤眼と白眼がどのような割合で生まれるか、解答欄の空欄に数字を記入しなさい。

5 聴覚に関する次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

ヒトの耳は図1に示すように、外耳、中耳、内耳の3つの部分に大きく分かれる。外界の音波は外耳の耳殻で集音され、 a  を通過し、 b  を振動させる。 b  の振動は中耳の  c  で、この原理により増幅され、内耳のうずまき管の入り口に伝えられる。図2はうずまき管の断面である。増幅された振動は、うずまき管内の  d  の入り口の卵円窓から入り、うずまき管の先端で  e  に伝わり、その出口である正円窓に達する。このとき、 d  と  e  にはさまれたうずまき細管の床の部分にある基底膜を振動させる。基底膜の幅はうずまき管の入り口では狭く、先端に近いほど広い。また、うずまき管(図2)の内

① 腔は、 f  液で満たされている。基底膜の振動により、基底膜上の  g  にある聴細胞の感覚毛が、 h  に触れてひずみ、聴細胞に興奮が生じる。聴細胞で生じた興奮により、シナプスで  神経伝達物質が放出され 、その結果、聴神経に興奮が生じる。強い音波が与えられた場合は、 ②  聴細胞ではより大きな興奮が生じるため、シナプスで放出される神経伝達物質の量が増し、その結果、聴神経に、より大きな興奮を生じることになる。聴神経に伝えられた興奮は、最終的に  ③  大脳皮質(聴覚野)に伝えられる。

神経の興奮とは、 ④  神経細胞(ニューロン)に生じた活動電位とよばれる細胞内外の電気的変化のことである。興奮していない状態、つまり静止状態の細胞では、細胞の内側は外側に対して電氣的に負になっている。この電位差を静止電位という。ニューロンに  ⑤  閾値以上の刺激が加えられると、その部分では細胞膜内外の電位が逆転し、外側に対して内側が正になる。この電位変化は、短時間で元の状態に戻る。このような一連の電位変化が活動電位である(図3)。活動電位は、 ④  閾値より小さな刺激を加えてもまったく生じないが、 ⑤  閾値以上の刺激を加えると生じる。しかし、 ④  閾値以上では、刺激を強くしても活動電位の大きさは変わらない。これを  i  の法則という。

問 1. 図1と図2を参照して、文中の空欄  a  ～  i  に適切な語を記入しなさい。

問 2. 下線部①のような構造により、ヒトは音波の高低を聞き分けることができる。そのしくみを60字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部②について、一般に神経伝達物質は小さな顆粒状の袋の中に含まれており、軸索の末端で隣接するニューロンや筋肉とのすき間に放出される。この神経伝達物質を含む袋の名称を答えなさい。

問 4. 下線部③について、聴覚野は大脳皮質を示した図4のどこに存在するか、最も適切な部位を図中ア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

問 5. 下線部④に関して、図 3 の A ~ C に対応する最も適切な数値を、選択肢 (ア) ~ (エ) の中からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。

- A (ア) 400 mV      (イ) 200 mV      (ウ) 30 mV      (エ) 1 mV  
 B (ア) - 600 mV      (イ) - 200 mV      (ウ) - 80 mV      (エ) - 10 mV  
 C (ア) 10 ミリ秒      (イ) 1 ミリ秒      (ウ) 0.1 ミリ秒      (エ) 0.01 ミリ秒

問 6. 下線部⑤に関して、強い適刺激と弱い適刺激で、個々のニューロンの活動電位にどのような違いが生じるか、40 字以内で説明しなさい。

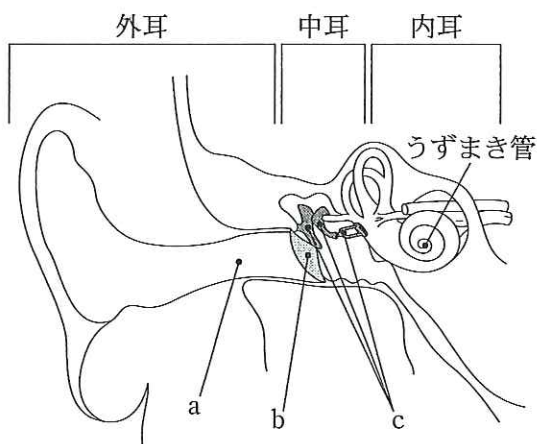


図 1 耳の構造

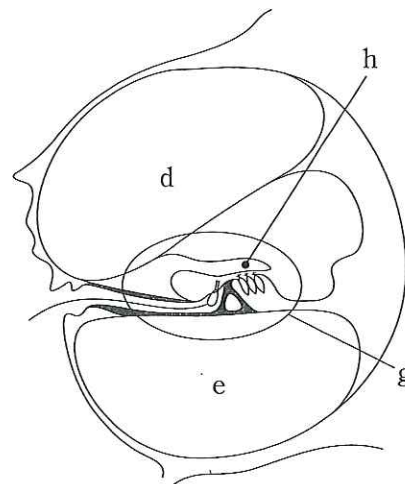


図 2 うずまき管の断面

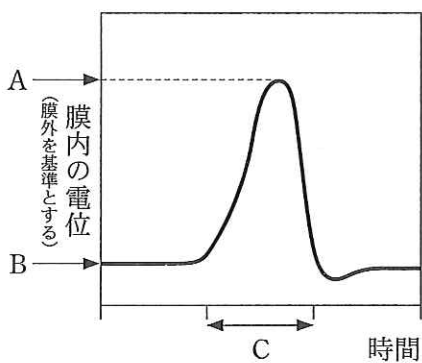


図 3 活動電位

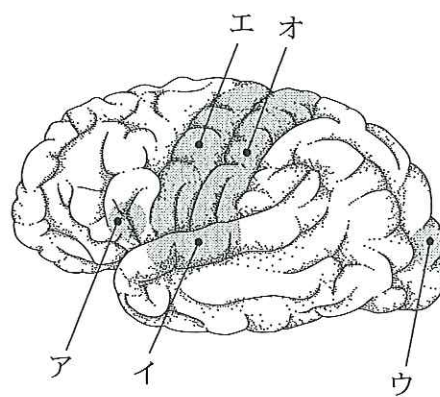


図 4 大腦の左半球