

(一般前期)

令和2年度入学試験問題

(2科目選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

注 意 事 項

1. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること.
2. 物理, 化学, 生物の中から2科目のみ解答すること.

(一般前期)

生 物 (問題用紙 1)

< 問題用紙は3枚ある >

< 漢字の生物用語は、原則として正しい漢字を用いて解答すること。 >

I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

血管系は、動脈・静脈・毛細血管に分けることができる。動脈壁は、内側から、内皮、、平滑筋、結合組織(外膜)の層からなる。動脈は心臓から送り出された血液の高いに耐えられるように筋肉層が発達している。静脈では、血液の逆流が起こりやすいために、内皮より内側にがある。毛細血管には平滑筋が存在せず、血管壁には内皮が存在し、器官によって内皮細胞間の隙間が様々となっている。内皮細胞間の隙間が狭い器官として、脳が挙げられる。末しょう血液の変化の影響を軽減するように、脳の血管にはが存在する。腎臓の毛細血管は特殊な構造となっており、血液のろ過に関わる毛細血管のかたまりをという。をとり囲むボーマンのうに続く細尿管の周囲にも毛細血管が分布し、細尿管でされた物質が、細尿管周囲の毛細血管から循環血液に戻っていく。細尿管の最後の部分は集合管となり、腎うにつながる。血管の中で酸素や二酸化炭素の運搬に重要な役割を果たす細胞が赤血球で、その細胞質は鉄イオンを含む色素と結合したで満たされている。血管内では、血管の破綻を防ぐ凝固と、血液が固まらないようにするがその活性の均衡を保つことにより、血流が維持されている。

問 1. 文章中の～に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 肺動脈に血液を送り出す心臓の部分は何か。

問 3. 下線部について、皮膚、筋肉、腸管、肝臓、腎臓などの器官への血液量の配分を調節するうえで、最も重要な血管の部分はどれか。

問 4. 節足動物などに見られる、毛細血管が存在しない血管系は何とよばれるか。

問 5. 運動時の心臓のはたらきや骨格筋の血流量の変化と、それらが生じるしくみについて、解答欄に75字以内で述べよ。

問 6. 次のうち、毛細血管の内皮細胞間の隙間が最も広い器官はどれか、記号で答えよ。

a. 筋肉 b. 皮膚 c. 腎臓 d. 肝臓 e. 小腸

問 7. ある人で、カルシウムイオンの質量パーセント濃度が血しょうで0.008%、尿で0.014%であった。この場合、カルシウムイオンの濃縮率はいくらか。

問 8. 組織で二酸化炭素が炭酸水素イオンに変わる反応式を、解答欄に記せ。

問 9. 血液凝固の際にトロンピンが触媒する反応を、解答欄に記せ。

II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

嗅覚や味覚の受容器は、化学物質を刺激として受容する。嗅覚の受容器であるは鼻腔の奥に存在し、空気中の化学物質がに並ぶ嗅細胞に感知されることで嗅覚が生じる。味覚の受容器であるは舌に存在し、食物に含まれる化学物質がを構成する味細胞に感知されることで味覚が生じる。嗅細胞や味細胞は、特定の化学物質に敏感に応答するを持ち、の応答により①膜電位が変化する。味覚は甘味など②5種類の基本的な味に分類され、それぞれの味に対応する5種類のが存在する。化学物質により生じた味細胞の反応は、味神経によって脳の味覚中枢へ伝えられる。味神経によって伝えられた情報は味覚を生じさせる一方で、唾液分泌の中枢へも伝えられ、唾液腺を支配する神経を介して、唾液の分泌を促す。神経は2系統あり、そのうち神経の末端からはアセチルコリンが、神経の末端からはノルアドレナリンが分泌される。

イヌに肉片を与えると、上述したしくみで唾液が分泌される。肉片を与えるときに、同時にブザー音を鳴らすことを何度か繰り返すと、もともと唾液分泌とは関係のなかったブザー音を聞かせるだけでも、唾液が分泌されるようになる。ブザー音は、ヒトと同じように、まず耳の鼓膜を振動させる。鼓膜の振動は、耳小骨を介して、内耳のうずまき管内のを振動させる。

の振動が伝わると、うずまき管内でが上下に振動する。の振動により、聴細胞に被さっていると聴細胞のが触れあってが変形することで、聴細胞が音刺激を感知する。聴細胞の反応は聴神経によって、脳の聴覚中枢へ伝えられる。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 2)

(Ⅱの続き)

前頁のイヌの例のように、③ 生得的に特定の反応を引き起こす刺激と、④ その反応とは本来全く関係のない刺激を同時に提示することで、本来関係のない刺激によって特定の刺激に対して生得的に起こると同じ反応を引き起こすことができるようになる場合がある。このような現象を [サ] とよぶ。

問 1. 文章中の [ア] ~ [サ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部①のような、感覚細胞に発生する膜電位変化を何とよぶか。

問 3. 下線部②の5種類の基本的な味とは何か。甘味以外に4つ挙げよ。

問 4. [サ] の現象において、下線部③と下線部④の刺激を、それぞれ一般に何とよぶか。

問 5. 肉片とブザー音の同時提示を繰り返すことで、脳内にどのような変化が起きたと考えられるか。30字以内で答えよ。

Ⅲ.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ウイルスなどの異物が初めて体内に侵入すると、ヒトの免疫系はこれにゆっくりと反応し、1~2週間かかって侵入異物が持つ抗原構造と結合する [ア] が体液中に検出されるようになる。侵入異物が体内から排除されれば、これと反応する [ア] の濃度は次第に低下していく。最初の侵入から数ヶ月後に同一の異物が二度目の侵入を起こすと、数日以内により強い [ア] の産生が起こり、異物は最初の侵入の時より素早く排除される。最初の侵入に伴う免疫反応を [イ]、二度目に起こるより速くより強い反応を [ウ] とよび、[ウ] があるのは、生まれつき備わった [エ] と異なる、[オ] の特徴である。

[オ] における [ウ] が [イ] に較べてより速く、より強く起こる理由は、最初に異物の持つ抗原構造による刺激を受けて分裂増殖したリンパ球の一部が [カ] とよばれる細胞になっているからである。[カ] となった [キ] は、同一の異物が二度目に侵入するとより素早く [ク] に分化し、大量の [ア] を分泌する。一方、リンパ球の中には直接 [ア] を産生しないが、① [キ] が [ク] へと分化するのを促進したり、② ウイルスに感染した細胞を攻撃して破壊したりする [ケ] も存在する。ヒトにウイルス感染が起こったあとには、[ケ] にも [カ] ができていることが知られている。

[ケ] はリンパ球同士の情報伝達に関わる [コ] とよばれるタンパク質を分泌し、他の [ケ] や [サ] などの食細胞を活性化させたり、[キ] から [ク] への分化を促進したりする。ウイルス感染に伴って [ケ] が活性化するときには、感染部位からリンパ節に移動した [シ] が提示する異物の抗原情報を受容体で認識し、自分自身の増殖を促す [コ] を分泌して分裂を始める。

問 1. 文章中の [ア] ~ [シ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部①と②の反応を担う [ケ] は、それぞれ何とよばれるか。

問 3. ある特定のウイルス抗原情報を認識する [ケ] と、それがいったん活性化して分裂増殖したあとに生じた [カ] について、自分自身の増殖を促す [コ] の産生経過を比較した。初めて抗原情報を認識した [ケ] は、自分自身の増殖を促す [コ] の mRNA の転写が始まるまでに18時間を必要とした。一方、同じ抗原情報を認識した [カ] では、6時間後には自分自身の増殖を促す [コ] の mRNA が転写されるようになっていた。しかし、抗原情報による刺激を初めて受けた [ケ] と、同じ抗原情報で刺激された [カ] で、自分自身の増殖を促す [コ] の遺伝子の塩基配列には何の変化も見られなかった。このことから、[カ] では自分自身の増殖を促す [コ] の遺伝子の発現調節にどのような変化が起こっていると考えられるか。80字以内で答えよ。

問 4. [オ] において、[ウ] が [イ] に比較してより速くより強く起こる理由として、個々のリンパ球の遺伝子発現調節の変化の他に、もう一つの理由が考えられる。それは何か。50字以内で答えよ。

問 5. 下線部①の反応を担う [ケ] が産生する [コ] には、[サ] による食作用を促進することにも、[キ] から [ク] への分化を促進することにもはたらくものがある。どのような異物が体内に侵入しても、[サ] による食作用が活発化することは異物の排除に有効である。これに対して、[キ] は、その時侵入した異物が持つ抗原構造とだけ反応する特定の [ア] を分泌する [ク] に分化しなければならない。[ケ] の産生する [コ] が、ある特定の抗原構造と反応する [ア] の産生だけを促せるしくみはどのようなものか。75字以内で答えよ。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 3)

IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

植物の葉における気体の交換は、気孔を通して行われる。ツユクサの気孔の周りには一対の [ア] 細胞があり、この細胞が膨らんだり収縮したりすることで、気孔が開閉する。[ア] 細胞は、植物体の表面を被う [イ] 細胞が分化してできたものである。[ア] 細胞には、[イ] 細胞と異なり [ウ] がみられ、顕微鏡観察では着色して見えることが多い。

① 気孔は太陽光が当たると開き、② 植物が乾燥状態になると閉じる。植物が持つ光の受容体としては、赤色光や [エ] 色光を受容して可逆的に分子構造が変わることで発芽などのスイッチとしてはたらく [オ] がよく知られている。一方、気孔の開閉には [カ] 色光を受容する [キ] が分子スイッチとしてはたらいている。[キ] が光を受容すると、細胞膜上にある水素③ イオンポンプ(プロトンポンプ)が駆動して H^+ が [ク] へと送られる。これにより細胞膜が④ 過分極すると、細胞外から細胞内への向きにだけイオンを流すカリウム⑤ イオンチャネルが開き、電気化学的ポテンシャルに従って K^+ が [ア] 細胞に取り込まれる。これにより生じた浸透圧差に従って水が移動し、細胞体積が増大するとともに細胞壁を圧す力、すなわち [ケ] がかかる。⑥ [ア] 細胞の細胞壁の厚みと伸縮性は部位により異なっており、[ケ] がかかると細胞の形状が変わり、気孔が開くようにできている。また、気孔の開鎖は、植物ホルモンの [コ] により誘導される。

- 問 1. 文章中の [ア] ~ [コ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。
- 問 2. 下線部①の生理的意義を25字以内で答えよ。
- 問 3. 下線部②の生理的意義を25字以内で答えよ。
- 問 4. 下線部③と⑤に関して、イオンポンプとイオンチャネルの一般的な相違点を50字以内で答えよ。
- 問 5. 下線部④にある過分極とはどのような状態を指すか。50字以内で説明せよ。
- 問 6. 下線部⑥について、細胞壁の厚みと伸縮性は [ア] 細胞の部位によりどのように異なっているか。解答欄に気孔の模式図を描き、部位による細胞壁の性質の違いがわかるように説明を加えよ。

(以上)