

2023年度 第2期学力入学試験・
大学入学共通テスト併用型入学試験

1時間目

生物・化学

2023年3月3日

10時00分～11時00分

注意事項

1. 獣医学類の受験者が解答すること。
2. 生物または化学のいずれか1科目を選択のうえ解答すること。
3. 化学には計算用紙が1枚ある（電卓等の使用は認めない）。
4. 解答用紙に受験番号を記入すること。記入のないものは無効とする。

酪農学園大学

第二章

在這裏，我們將要談論的是「生物」。生物是生物學的中心，生物學就是研究生物的一門學科。生物學的研究範圍很廣，它包括植物、動物、微生物、真菌、藻類等。生物學的研究方法也很廣，它包括觀察、實驗、測量、統計等。生物學的研究結果也很廣，它包括生物的形態、結構、功能、發育、繁殖、行為、生態等。

生物

生物是一切有生命的物體的總稱。生物是由細胞構成的，細胞是生物的基本單位。生物有許多種類，每種類都有其特殊的形態、結構、功能和生活習性。生物之間存在著各種各樣的關係，這些關係對生物的生存和繁衍起着重要作用。

生物學是一門古老的學科，但直到近世才開始得到較為系統的研究。生物學的研究方法和結果都與其他科學一樣，具有高度的準確性和可靠性。生物學的研究結果對人類的生活和生產具有重要的應用價值。

生物學的研究範圍很廣，它包括植物、動物、微生物、真菌、藻類等。生物學的研究方法也很廣，它包括觀察、實驗、測量、統計等。生物學的研究結果也很廣，它包括生物的形態、結構、功能、發育、繁殖、行為、生態等。

生物學的研究方法和結果都與其他科學一樣，具有高度的準確性和可靠性。生物學的研究結果對人類的生活和生產具有重要的應用價值。

生 物

[I] 次の文章を読み、各間に答えよ。

ヒトの耳は、外耳・中耳・内耳の3つの部分から構成される。音は外耳と中耳の境にある（①）を振動させる。^(a)振動は中耳の耳小骨で増幅され内耳に伝わり、次に増幅された振動は、リンパ液で満たされた（②）に伝わることにより、基底膜上にある（③）を振動させる。この振動は、基底膜上に存在する感覚毛をもつ聴細胞とおおい膜の接触を引き起こし、感覚毛が曲がることにより聴細胞が興奮する。この興奮が聴神経から中枢へ達し、^(b)音として認識される。また、内耳には平衡感覺器として前庭と半規管があり、^(c)からだの回転や傾きを感じることができる。

問1 文中の（①）～（③）にあてはまる名称を答えよ。

問2 下線部(a)について、内耳におけるリンパ液の振動に関与する経路として、次のア～エを正しく並べ、その順番を記号で答えよ。また、中耳に位置し、付随する筋肉により内耳への振動の調節を行う耳小骨の名称を答えよ。

- ア. 正円窓 イ. 卵円窓 ウ. 鼓室階 エ. 前庭階

問3 下線部(b)について、ヒトが高音、低音を聞き分けることができる理由として、最も適当なものを次のa～eから1つ選び、記号で答えよ。

- a. 音の高さによって、聴細胞に生じる興奮の長さが異なるから。
- b. 音の高さによって、聴細胞に生じる興奮の大きさが異なるから。
- c. 音の高さによって、聴細胞が興奮するための閾値が異なるから。
- d. 音の高さによって、興奮する聴細胞の位置が異なるから。
- e. 音の高さによって、興奮する聴細胞の数が異なるから。

問4 下線部(c)について、からだの回転は前庭と半規管のどちらで受容されるか、答えよ。

また、前庭の感覚毛を刺激し興奮を生じさせるものは何か、その名称を答えよ。

問5 耳管（エウスタキオ管またはユースタキー管）はどこからどこへとつながり、どのような役割があるか、30字以内で説明せよ。

〔II〕次の〈文章1〉と〈文章2〉を読み、各間に答えよ。

〈文章1〉

からだの一部に配偶子（生殖細胞）ができ、2つの配偶子の合体によってできた細胞から新個体ができる生殖法を有性生殖といい、配偶子によらない生殖法を無性生殖という。

問1 次のア～クの生物名と生殖法の組み合わせのうち正しいものをすべて選択し、その生殖法を有性生殖と無性生殖とに区別し、それぞれ記号で答えよ。

記号	生物名	生殖法
ア	アオカビ	栄養生殖
イ	アオサ	出芽
ウ	イソギンチャク	分裂
エ	ジャガイモ	栄養生殖
オ	ヒキガエル	受精
カ	ヒドラ	分裂
キ	ミズカビ	出芽
ク	ミドリムシ	分裂

〈文章2〉

ある生物には、2組の対立遺伝子Rとr, Gとgが存在している。Rとg, rとGの組み合せで連鎖していると考えられた遺伝子型RrGgの雌雄を交配したところ、生まれた子の表現型の比が [RG] : [Rg] : [rG] : [rg] = 33 : 15 : 15 : 1 となった。

問2 下線部の生物について、遺伝子型RrGgの個体がつくる配偶子の比 (RG : Rg : rG : rg)として最も適切なものを、次のア～カの中から1つ選べ。

- ア. 1:3:3:1 イ. 3:1:1:3 ウ. 1:3:1:3 エ. 3:1:3:1
 オ. 1:3:3:9 カ. 9:3:3:1

問3 下線部の生物について、連鎖している2つの遺伝子間の組換え価は何%か。

問4 下線部とは異なる個体で、RとG, rとgが連鎖している遺伝子型 RrGg の雌雄を交配したときに、問3と同じ組換え価で乗換えがおこっていたとする。生まれる子の表現型の比 ($[RG] : [Rg] : [rG] : [rg]$) として最も適切なものを、次のア～カの中から1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 3:1:1:3 イ. 9:3:3:1 ウ. 27:11:11:15 エ. 33:15:15:1
オ. 35:9:9:11 カ. 41:7:7:9

〔III〕次の文章を読み、各間に答えよ。

細胞や細胞小器官での物質の輸送には、^(a)生体膜を介して特定の物質を透過させる性質を持つ膜タンパク質が関与している。この物質の輸送方法には、濃度勾配に基づく拡散によっておこる（①）輸送や濃度勾配に逆らってATPのエネルギーを消費しておこる（②）輸送がある。生体膜での輸送に関わるタンパク質には、担体やイオンチャネル、ポンプなどがある。特定のイオンを通過させる膜タンパク質であるイオンチャネルは、膜電位の変化によりイオンの透過性が変化する^(b)電位依存性イオンチャネルや、ある分子と特異的に結合する受容体をもつ（③）依存性イオンチャネルがあり、細胞間における情報伝達に関与している。また、水の分子を通過させる膜タンパク質には、（④）がある。

細胞内における情報伝達の例として、嗅細胞での興奮があげられる。嗅細胞にて、匂い物質が嗅覚受容体に結合すると、細胞内にある（⑤）が活性化されることで、アデニル酸シクラーゼが活性化され、ATPから（⑥）が作られる。これが細胞膜にある（⑥）依存性イオンチャネルに結合し、興奮が生じる。（⑥）のように細胞内における情報伝達物質をセカンドメッセンジャーという。

問1 文中の（①）～（⑥）にあてはまる最も適切な語を答えよ。

問2 下線部(a)の性質の名称を漢字6字で答えよ。

問3 下線部(b)は、ニューロンでの興奮に関与している。次の文章を読み、文中の（⑦）～（⑯）にあてはまる最も適切な語を答えよ。ただし、同じ語を2回以上使っても良い。

細胞内外には電位差が生じており、細胞膜を隔てた電位差を膜電位という。細胞が刺激されていないときの膜電位を（⑦）電位という。膜電位が（⑦）電位から正の方向に変化することを（⑧）という。ニューロンが刺激され、一定の大きさの（⑧）が起こることにより、瞬間に膜電位が変化することを（⑨）電位という。（⑧）の大きさが閾値に達すると、電位依存性（⑩）チャネルが開いて細胞内に（⑪）イオンが移動し、膜電位が急激に上昇することで（⑨）電位が生じる。その後、電位依存性（⑫）チャネルが閉じる。遅れて、電位依存性（⑬）チャネルが開き、（⑭）イオンが細胞外に移動する。細胞外への（⑮）イオンの移動による影響が強くなり、膜電位は急激に下降する。やがて、電位依存性（⑯）チャネルも閉じ、ポンプのはたらきを介して（⑦）電位に戻る。

[IV] 次の文章を読み、各間に答えよ。

遺伝情報を担うDNAは二重らせん構造をとる高分子化合物であり、主鎖を形成する糖の（①）、（②）、そして4種類の塩基であるアデニン、グアニン、シトシン、チミンで構成されている。遺伝情報が発現するとき、まず、DNAの4種類の塩基配列に基づいてRNAポリメラーゼによって転写が行われ、mRNAと呼ばれる分子が合成される。RNAはその構成要素がDNAと類似しているものの、糖としては（③）が、塩基ではチミンの代わりに（④）が使われている。mRNAは、RNAとタンパク質からなる（⑤）に運ばれタンパク質合成が行われる。この過程は翻訳と呼ばれる。

遺伝子の中には、発現する量や時期が変化するものがある。（A）は、大腸菌では β ガラクトシダーゼなど3種類の酵素合成に関する遺伝子の発現を調節する遺伝子（調節遺伝子）があるという説を提唱した。大腸菌では、ラクトースがない場合、調節遺伝子により合成された（B）が（C）に結合することで、RNAポリメラーゼが（D）に結合することを阻害する。このため、 β ガラクトシダーゼなどの合成が（E）されることがわかっている。

問1 文中の（①）～（⑤）にあてはまる最も適切な語を答えよ。

問2 文中の（A）～（E）にあてはまる最も適切な語を次のア～コから選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|---------------|---------|
| ア. オペレーター | イ. ジャコブとモノー | ウ. 促進 |
| エ. プロモーター | オ. メセルソンとスタール | カ. 抑制 |
| キ. リプレッサー | ク. ワトソンとクリック | ケ. mRNA |
| コ. tRNA | | |

問3 下線部について、生育培地中にグルコースがなく、ラクトースがある場合では、 β ガラクトシダーゼなど3種類の遺伝子の発現調節機構はどのようにはたらくか、次の語群の語句をすべて用いて150字以内で説明せよ。なお、語群の語は複数回用いても構わない。

【語群】 代謝産物 結合 促進

[V] 次の文章を読み、各間に答えよ。

地球は太陽系の惑星の1つで、今から約46億年前に誕生した。誕生したばかりの地球は熱いマグマに覆われていたと推定されている。その後、原始大気が生じ、やがて地球表面の温度が下がると、大気中の水蒸気が凝縮して大量の水が生じ、原始海洋が形成された。生命が誕生した場所は、深海底だったとする説が有力である。生物が出現する前の、生物体に必要な物質が生み出されていく過程を(a) 化学進化という。これらの変化が起きたのは、(b) 先カンブリア時代である。

(c) 1953年、ミラーは原始地球の大気を想定した混合ガスに高圧電流を流して放電し、複雑な有機物の合成に成功した。

問1 図1は下線部(a)の過程を示している。図中の(A)～(C)にあてはまる最も適切な物質の組み合わせを次のア～ケのうちからそれぞれ選び、記号で答えよ。

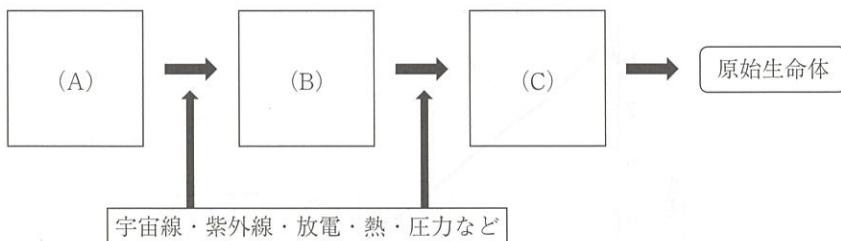


図1

- ア. 核酸、多糖、タンパク質
- イ. 多糖、タンパク質、メタン
- ウ. アンモニア、水、メタン
- エ. アミノ酸、アンモニア、核酸
- オ. アンモニア、多糖、水
- カ. アミノ酸、アンモニア、タンパク質
- キ. 核酸、スクレオチド、メタン
- ク. 单糖、タンパク質、水
- ケ. アミノ酸、单糖、スクレオチド

問2 下線部 (b) について、この時代にあてはまる出来事を次のア～サの中からすべて選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------------|----------------|------------|
| ア. カンブリアの大爆発 | イ. 真核生物の出現 | ウ. 原核生物の出現 |
| エ. 安定なオゾン層の形成 | オ. 三葉虫の出現 | カ. 酸素の発生 |
| キ. シアノバクテリアの繁栄 | ク. 無顎類の出現 | ケ. 陸上植物の出現 |
| コ. エディアカラ生物群の繁栄 | サ. バージェス動物群の繁栄 | |

問3 下線部 (c) について、ミラーの実験から得られた実験装置内の物質の時間経過とともに濃度変化を図2に示した。アミノ酸、アンモニア、シアノ化水素の濃度は、図中のA～Cのいずれか、それぞれ記号で答えよ。シアノ化水素は、この反応における中間生成物である。なお、アミノ酸は10³倍、アンモニアは10倍、シアノ化水素は10²倍の濃度で示されている。

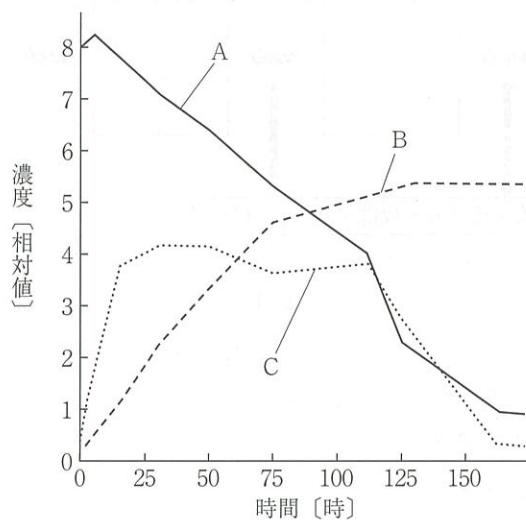


図2

学 科

動物の病状を診断するための知識と、治療するための技術を習得する。

動物の病状を診断するための知識と、治療するための技術を習得する。

動物の病状を診断するための知識と、治療するための技術を習得する。

動物の病状を診断するための知識と、治療するための技術を習得する。

化 学

動物の病状を診断するための知識と、治療するための技術を習得する。

動物の病状を診断するための知識と、治療するための技術を習得する。

動物の病状を診断するための知識と、治療するための技術を習得する。

化 学

(1) 次の文章を読んで、続く問い合わせに答えよ。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。また、必要があれば、原子量は H=1.00, N=14.0, O=16.0, Cl=35.5, Ca=40.0 を用いよ。

塩化アンモニウムと式量 74 の化合物 A を混ぜて加熱すると、塩化カルシウムとアンモニアと水が生じる。この反応では、塩化アンモニウム 21.4 g を完全に反応させた。

- 1) 文章中の化合物 A の物質名を答えよ。
- 2) 文章中の反応を化学反応式で答えよ。
- 3) 文章中の反応に必要な化合物 A は何 mol か、答えよ。
- 4) 文章中の反応で生成する塩化カルシウムは何 g か、答えよ。
- 5) 文章中の反応で発生するアンモニアの体積は、標準状態 (0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) で何 L か、答えよ。
- 6) 文章中の反応におけるアンモニアの捕集方法を答えよ。また、その理由をアンモニアの分子量を用いて、簡潔に説明せよ。ただし、空気は窒素と酸素が体積比で 4 : 1 の混合気体であるとする。
- 7) アンモニアは、肥料である尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ の原料として使われる。アンモニアから尿素をつくる反応を化学反応式で答えよ。
- 8) アンモニア水を塩酸で中和滴定するときに、最も適した指示薬は何か、答えよ。

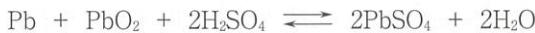
(2) 次の文章を読んで、続く問い合わせに答えよ。なお、ファラデー定数 $F=9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) における気体 1 mol の占める体積を 22.4 L とし、理想気体とする。また、必要があれば、原子量 H = 1.0, O = 16, S = 32, Pb = 207 を用いよ。

(①) 反応を利用して、化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置は、電池（化学電池）と呼ばれる。異なる2種類の金属を電池の電極とし、電解質の水溶液に浸すと、電子が流れる。このとき、導線から電子が流れこむ電極を（②）、導線に向かって電子が流出する電極を（③）という。これら（②）と（③）との間に生じる電圧は（④）といわれ、この値が大きいと電流を流そうとするはたらきが強い。

一次電池は充電による再利用ができないが、二次電池（または蓄電池）は充電によって繰り返し使用可能であり、その一つとして、自動車のバッテリーなどに使われている鉛蓄電池がある。この電池の構成（電池式）は、以下のように示される。



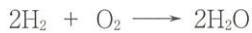
さらに、放電時と充電時の両極における変化をまとめて示すと、次の反応となる。



近年、一次電池や二次電池のほかに、化石燃料を燃やさずに、水素 H_2 と酸素 O_2 を用いて電気エネルギーを得る（⑤）電池が開発されている。この電池では、還元剤として水素、酸化剤として酸素を供給し、白金（Pt）触媒を付着させた多孔質の電極の間に、電解質として固体高分子膜が用いられている。この電池の電池式は、以下のように示される。



また、全体の反応は以下のように示される。



この電池は、都市ガスを燃焼させる発電よりもエネルギー効率が高く、水素を使用したときは、二酸化炭素を排出しないため、地球環境への負荷が小さいとして、自動車用や家庭用電気エネルギー源として実用化が進んでいる。

- 1) 文章中の（①）～（⑤）に適する語句を、それぞれ答えよ。
- 2) 鉛蓄電池の電極である（②）および（③）における放電の反応を、電子 e^- を含むイオン反応式で、それぞれ答えよ。
- 3) 鉛蓄電池を放電させて電子 e^- が 0.5 mol 流れたとき、各電極で生じた析出物は、すべて電極に付着していた。電極である（②）および（③）の質量は、それぞれ、何 g 増加したか、整数値で答えよ。
- 4) 文章中の（⑤）電池を 2.0 A で 80 分 稼働させた場合、標準状態として少なくとも何 L の酸素 O_2 を消費することになるか、小数第2位までで答えよ。

- (3) 次の文章を読んで、続く問い合わせに答えよ。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。また、必要があれば、原子量は C=12.0, O=16.0, Na=23.0, Cl=35.5 を用いよ。さらに、気体はすべて理想気体とする。

炭素は、木炭の形で有史以前から使用されていた元素である。この単体には、ダイヤモンド、黒鉛（グラファイト）、フラーレン等があるが、(a)これらは互いに（①）と呼ばれ、互いに異なる性質を有する。例えば、ダイヤモンドは、炭素原子間が共有結合で強く結びついた（②）構造が繰り返された立体構造のため、非常に硬い。黒鉛は、隣り合う3個の炭素原子と共有結合して、（③）の網目が繰り返された平面構造となっている。この平面構造どうしは、分子間力の一つである（④）により、比較的弱い力によって積み重なっており、平面方向に沿って薄くはがれやすく、やわらかい。

炭素や炭素化合物の不完全燃焼で生じる一酸化炭素は、高温では還元性が強く、鉄の製錬等に用いられる。また、血液中のヘモグロビンと強く結合して、酸素の運搬を妨げる。これに対し、炭素や(b)一酸化炭素を含む炭素化合物の完全燃焼で生じる二酸化炭素は、生物の呼吸などでも生成し、大気中に体積比で約0.04%含まれている。二酸化炭素の固体はドライアイスと呼ばれ、(c)1.01×10⁵ Pa の下では、−79.0°Cで固体から直接気化するときに周囲から熱を奪うので、冷却剤に用いられている。(d)水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を吹き込むと、白色の沈殿が生じるが、(e)これに過剰に二酸化炭素を通じると、無色透明な溶液となる。また、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込み、生じた沈殿を集めて焼くと、炭酸ナトリウムが生成する。これらの反応によって炭酸ナトリウムを製造する工業的製法は(f)アンモニアソーダ法（またはソルベー法）と呼ばれている。

- 1) 文章中の（①）～（④）に当てはまる語句を、それぞれ答えよ。
- 2) 文章中の下線部(a)について、ダイヤモンド、黒鉛、フラーレンの中で電気伝導性が最も高いものはどれか、物質の名称で答えよ。
- 3) 文章中の下線部(b)について、温度27.0°C、圧力1.01×10⁵ Paの一酸化炭素0.500 Lを完全燃焼させると、必要な酸素の体積は、温度27.0°C、圧力1.01×10⁵ Paにおいて何Lになるか、答えよ。
- 4) 文章中の下線部(c)について、このような物質の状態変化を何と呼ぶか、答えよ。
- 5) 文章中の下線部(d)および(e)の反応を、それぞれ、化学反応式で答えよ。
- 6) 文章中の下線部(f)について、5.00 kgの炭酸ナトリウム無水塩の製造には、塩化ナトリウムは少なくとも何kg必要か、答えよ。

- (4) 次の文章を読んで、続く問い合わせ答えよ。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。また、必要があれば、原子量は H=1.00, C=12.0, O=16.0 を用いよ。

炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物 A 100 mg を元素分析装置で完全燃焼させたところ、燃焼後に、塩化カルシウム管の質量が 104 mg、ソーダ石灰管の質量が 256 mg 増加した。

1) 文章中の有機化合物 A に含まれる炭素、水素、酸素の質量は、それぞれ何 mg か、答えよ。

2) 文章中の有機化合物 A の考えられる組成式を答えよ。

3) 文章中の有機化合物 A の分子量は 172 であった。有機化合物 A の分子式を答えよ。

4) 文章中の有機化合物 A が持つ官能基として、可能性のあるものを、以下の (ア) ~ (オ) のうちからすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ヒドロキシ基 (イ) エーテル結合 (ウ) ニトロ基 (エ) アミノ基
 (オ) アルデヒド基 (ホルミル基)

5) 文章中の有機化合物 A を、適当な酸化剤を用いて酸化すると、カルボン酸が生じた。A に含まれる構造として考えられるものを、以下の (ア) ~ (オ) のうちから選び、記号で答えよ。なお、R-, R'-, R''- は炭化水素基を示す。

