

2021年度 前橋工科大学 入学試験

一般選抜 前期日程

生物工学科

入学試験問題 [理科]

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は、120分です。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、挙手して監督者に知らせてください。
4. 受験票は、座席番号の横に置いてください。また、机の上には、受験票記載の「試験中に使用を認めるもの」以外の所持品を置いてはいけません。
5. この問題冊子には、「化学基礎・化学」、「生物基礎・生物」の順に理科2科目が掲載されています。この2科目から1科目を選択して解答して下さい。
問題冊子は、表紙1枚、白紙1枚、問題用紙17枚、合計19枚があります。
(各科目の出題枚数は、化学基礎・化学：8枚、生物基礎・生物：9枚です)
解答用紙は、表紙1枚、解答用紙20枚、合計21枚あります。(各科目の解答用紙枚数は、化学基礎・化学：12枚、生物基礎・生物8枚です。)がとじてあります。
下書き用紙は4枚です。
6. 試験開始の合図後、用紙の枚数を確認してください。
7. 解答用紙の表紙の所定欄に、受験番号と氏名、解答する選択科目名を忘れずに記入して下さい。
8. 解答は、解答用紙の所定欄に書いてください。問題番号にあった解答欄に回答が記入されない場合は、採点されません。
9. 質問がある場合は、黙って挙手してください。
10. 試験中、物の貸し借りをしてはいけません。
11. 途中退室はできません。
12. 解答終了の合図があったら、直ちに筆記用具を置き、座ったまま指示を待ってください。
13. 監督者の指示に従わない場合には、不正行為とみなし、厳正に対処します。
14. 受験票は、各自持ち帰り大切に保管してください。
15. 試験終了後、問題冊子・計算用紙は持ち帰ってください。

化学基礎・化学

第1問 以下の各問に答えよ。ただし、原子量は $H=1.00$ 、 $C=12.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ 、 $Na=23.0$ 、 $S=32.0$ 、 $Cl=35.5$ 、 $Ca=40.0$ 、 $Cu=63.5$ 、気体はすべて理想気体とする。
なお、答えを導く計算の過程や説明も書き、答えは有効数字3桁で記せ。

問1 圧力 1.013×10^5 Pa で、 0°C の氷 50.0 g を加熱して、すべて 100°C の水蒸気にするためには何 kJ の熱量が必要か、答えよ。ただし、 1.013×10^5 Pa において、氷の融解熱を 6.00 kJ/mol、水 1.00 g の温度を 1.00 K 上げるのに必要な熱量を 4.20 J/(g·K)、水の蒸発熱を 41.0 kJ/mol とする。

問2 水 300 g に硫酸銅(Ⅱ)五水和物 60.0 g を溶かした。この溶液の硫酸銅(Ⅱ)の質量パーセント濃度(%)を答えよ。

問3 ベンゼン(液)の生成熱は次の熱化学方程式で表される。次の(1)、(2)に答えよ。



(1) ベンゼン(液)、炭素、水素の燃焼熱は、それぞれ 3268 kJ/mol、 394 kJ/mol、 286 kJ/mol である。これら各物質の燃焼反応を表す熱化学方程式をそれぞれ書け。なお、水が生成する場合は液体とする。

(2) Q の値を整数値で答えよ。

問4 pH 2.00 と pH 3.00 の塩酸を 20.0 mL ずつ混合した溶液を完全に中和するためには、 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か、答えよ。ただし、酸および塩基は水溶液中で完全に電離するものとする。

問5 炭素電極を用いて、塩化銅（Ⅱ）水溶液を電気分解した。ただし、流した電流はすべて電気分解に使われるものとする。また、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。次の（1）、（2）に答えよ。

- （1）陽極および陰極でおこった反応を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で書け。
- （2）0.300 A の電流で 50.0 分間電気分解したところ、水溶液中には塩化銅（Ⅱ）がまだ残っていた。陽極および陰極の質量は、それぞれ何 g 変化したか、答えよ。なお、質量が増加した場合は +（プラス）を、質量が減少した場合は -（マイナス）の符号をつけて答えよ。また、質量に変化がない場合は 0 g と答えよ。

第2問 酸化・還元に関する以下の各問に答えよ。ただし、原子量は $O=16.0$ とする。なお、答えを導く計算の過程や説明も書き、答えは有効数字3桁で記せ。

問1 次の文章中の ① から ⑭ にあてはまる適切な語句あるいは数値を答えよ。また、文章中の ㉔ および ㉕ にあてはまる電子 e^- を含むイオン反応式を書け。

物質の燃焼、漂白剤の作用、電池などでおこる化学変化では、酸化還元反応がおこっている。酸化還元反応において、酸化剤は相手の物質を (①) すると同時に自身は (②) される。このとき、酸化剤は相手の物質から電子を (③) 性質をもつので、その酸化剤の中にあるいずれかの原子の酸化数は (④) することになる。一方、還元剤は相手の物質を (⑤) すると同時に自身は (⑥) される。このとき、還元剤は相手の物質から電子を (⑦) 性質をもつので、還元剤の中にあるいずれかの原子の酸化数は (⑧) することになる。

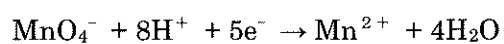
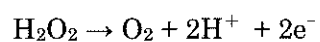
例として、マグネシウム Mg と酸素 O_2 の反応 $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ を考えてみる。このとき、マグネシウムは (⑨) として働き、酸化数は (⑩) から (⑪) に変化する。酸素は (⑫) として働き、酸化数は (⑬) から (⑭) に変化する。それぞれの働きを電子 e^- を含むイオン反応式で表すと、マグネシウムは (㉔)、酸素は (㉕) と書くことができる。

問2 以下にあげる物質について、それぞれ (1) から (3) について答えよ。

塩素 Cl_2 硫酸鉄(II) $FeSO_4$ 濃硝酸 HNO_3 シュウ酸 $(COOH)_2$

- (1) 酸化剤あるいは還元剤のどちらとして働くか、酸化剤の場合は「さ」、還元剤の場合は「か」と、解答欄に記せ。
- (2) (1) として働いたときの電子 e^- を含むイオン反応式を記せ。また、反応前後で酸化数が増える原子に下線を引いて示せ。
- (3) (2) で下線を引いた原子について、反応前および反応後の酸化数をそれぞれ記せ。

問 3 濃度不明の過酸化水素水 10.0 mL を希硫酸で酸性にし、これに 0.0400 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。滴下量が 25.0 mL のときに赤紫色が消えずにわずかに残った。過酸化水素水の濃度 (mol/L) を求めよ。ただし、過酸化水素および過マンガン酸イオンの反応は、それぞれ次の電子 e^- を含むイオン反応式で表される。



第3問 次の①～⑦の文章は、それぞれ元素 (i) ～ (vii) について説明したものである。
以下の各問に答えよ。

- 1 元素 (i) は人類が最も古くから利用している金属のひとつである。青銅はこの元素と銅との合金であり、はんだはこの元素を含む合金である。この元素の単体は室温では展性、延性に富む金属であり、(a)酸とも強塩基とも反応する性質を持っている。
- 2 元素 (ii) の単体は、火山の噴火口で産出される。また、(ii) の単体には**(b)3種類の同素体**が存在し、それらはいずれも、空気中で点火すると青い炎をあげて燃え、有毒なガスを生じる。
- 3 金属元素 (iii) の単体は、すべての金属の単体の中で電気伝導性と熱伝導性が最大である。この元素の1価陽イオンを含む水溶液に臭化物イオンを加えると、写真フィルムの感光剤として用いられる淡黄色の沈殿が生じる。
- 4 元素 (iv) は、地殻に最も多く存在する遷移金属元素であり、単体は灰白色の光沢のある金属である。2価陽イオンの水酸化物は緑白色の固体、3価陽イオンの水酸化物は赤褐色の固体である。
- 5 元素 (v) は、第4周期元素である。この元素の水酸化物の水溶液に二酸化炭素を通すと白色沈殿が生じ、(c)さらに二酸化炭素を通していくと白色沈殿は溶解する。最初に生じた白色沈殿を焼いて得られる酸化物は、紀元前から建築材料に利用されていた。
- 6 アルカリ金属元素 (vi) の化合物の利用は古く、この元素の化合物が清浄剤として用いられていたことが旧約聖書に記されている。この元素は価電子を1個持ち、常温の水と激しく反応して水素を発生し、水酸化物になる。この元素の化合物の水溶液を炎の中に入れると、黄色の炎色反応を示す。
- 7 元素 (vii) は、地殻に最も多く存在する金属元素であり、雲母や粘土を構成する元素である。この元素の単体は銀白色の軽金属で、常温の水とほとんど反応しない。また、1855年のパリ万国博において「粘土から得た銀」として展示されている。この元素の英語名は、この元素の化合物のひとつである「ミョウバン」にちなんで名づけられた。

- 問 1 元素 (i) ~ (vii) の元素記号を記せ。
- 問 2 下線部(a)で示した性質を持つ元素を一般に何と呼ぶか、名称を記せ。また、そのような性質を持つ元素を、元素 (i) 以外に元素記号で 2 つ記せ。
- 問 3 下線部(b)で示した 3 種類の同素体の名称をそれぞれ答えよ。
- 問 4 元素 (iv) は濃硝酸に溶けないが、その理由を簡潔に記せ。また、そのような状態を何というか名称を答えよ。
- 問 5 下線部(c)で示した反応を、化学反応式で記せ。
- 問 6 アルカリ金属元素 (vi) と同じくアルカリ金属に属し、炎色反応で「赤色」、「青(紫)色」を示す元素を、元素記号でそれぞれ記せ。
- 問 7 元素 (iv) の 3 価酸化物と元素 (vii) の単体の粉末を混ぜて点火すると、多量の反応熱を出しながら反応する。この反応を化学反応式で記せ。
- 問 8 問 7 とは逆に、元素 (iv) の単体と、元素 (vii) の 3 価酸化物を混ぜて点火しても、反応は進行しない。この理由を簡潔に記せ。

第4問 次の実験1～実験8の文章を読み、各問に答えよ。ただし、原子量はH=1.00、C=12.0、N=14.0、O=16.0とする。なお、答えを導く計算の過程や説明も書き、答えは有効数字3桁で記せ。

実験1 ベンゼンを濃硝酸と濃硫酸の混合物（混酸）と反応させると、主に芳香族化合物Aが生成した。

実験2 (a)芳香族化合物Aにスズと濃塩酸を加えて還元した後、水酸化ナトリウム水溶液を加えると、芳香族化合物Bが生成した。

実験3 芳香族化合物Bを無水酢酸と反応させると、芳香族化合物C（分子式 C_8H_9NO ）の無色固体が得られた。

実験4 ベンゼンの2つの水素がメチル基で置換された芳香族化合物Dを、過マンガン酸カリウムの塩基性水溶液で酸化した後に、希硫酸を加えると、芳香族化合物Eが生成した。芳香族化合物Eは、加熱により分子内脱水して、酸無水物Fが生成した。

実験5 芳香族化合物G（分子式 $C_{20}H_{16}N_2O_2$ ）を加熱により加水分解すると、芳香族化合物Bと芳香族化合物Eが得られた。

実験6 芳香族化合物Hは、ベンゼンスルホン酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを混ぜて加熱することで生成した。芳香族化合物Hに希硫酸を加えると、芳香族化合物Iが生成した。

実験7 芳香族化合物Hを高温・高圧下で二酸化炭素と反応させ、希硫酸を加えると、主としてオルト構造異性体の芳香族化合物J（分子式 $C_7H_6O_3$ ）が生成した。

実験8 芳香族化合物Jを硫酸酸性下で、メタノールと反応させると、芳香族化合物Kが生成した。また、芳香族化合物Jを無水酢酸と反応させると、芳香族化合物Lが生成した。

問1 C、G、K、Lの構造式を記せ。

問2 下線部（a）を化学反応式で記せ。

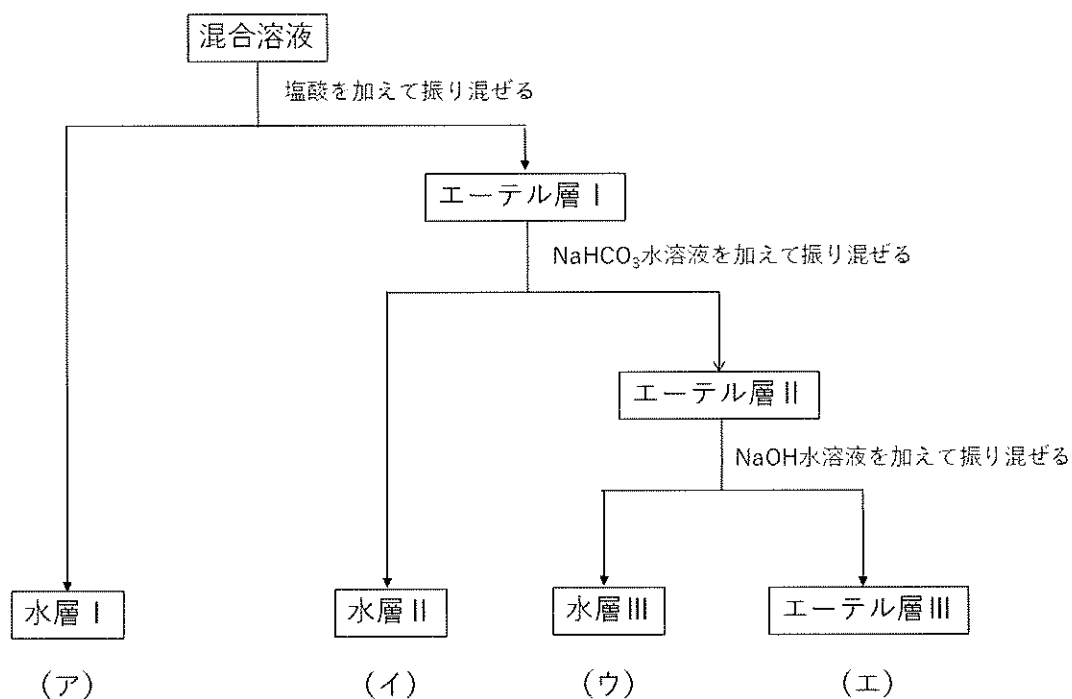
問3 実験4で、21.2 gのDを使用したところ、反応後にDとEの混合物が26.0 g得られた。何%のDが反応したか答えよ。

問4 実験5で、5.00 gのGを完全に加水分解すると、何gのBが得られるか答えよ。

問 5 A～Lのうち（ただし、BおよびHを除く）、塩化鉄（Ⅲ）水溶液を加えると呈色するのはどれか。記号ですべて答えよ。

問 6 A～Lのうち（ただし、Gを除く）、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると加水分解されるのはどれか。記号ですべて答えよ。

問 7 B、D、E、I、Jをジエチルエーテルに溶解させた混合溶液を、分液ロートを用いて下図に示す手順で分離操作を行った。B、D、E、I、Jは、それぞれ、水層Ⅰ（ア）、水層Ⅱ（イ）、水層Ⅲ（ウ）、エーテル層Ⅲ（エ）のどこに分離されるか、（ア）～（エ）の記号で答えよ。



生物基礎・生物

第1問 ヒトの体内環境の維持に関する次の文章を読み、以下の問1から問9に答えよ。

体の内側の細胞は、周囲を体液に囲まれており、体液がつくる環境を体内環境という。ヒトの体には体内環境をできるだけ一定に保とうとする調節のしくみがある。このしくみを(1)という。体液は、(2)、(3)、リンパ液に分けられる。(2)は、血液のうち、^(A) 有形成分である赤血球、血小板、白血球を除く液体成分のことであり、血液の重さの約55%を占める。心臓から送り出された血液は、動脈、毛細血管、静脈を経て、心臓へと戻る。(3)は、(2)の一部が毛細血管の壁を通過して、細胞や組織の隙間に流れ込んだ液体である。また、(3)の一部がリンパ管に入ったものがリンパ液である。

体液の状態を一定に保つうえで、肝臓や腎臓は重要な器官である。肝臓は、体内で最も大きな器官であり、さまざまな物質の合成、貯蔵、分解が行われている。^(B) 肝臓の重要なはたらきの一つが、血液中のグルコース濃度である血糖値の調節である。また、(2)の中に含まれるタンパク質や胆汁の合成も、肝臓の重要なはたらきである。腎臓は、腹部の背中側に左右一対ある器官であり、物質のろ過、再吸収、排出により、体内環境を一定に保つはたらきをしている。腎臓の断面には、外側から、(4)、髄質、(5)が見られる。(4)から髄質にかけては、(6)とよばれる構造があり、尿をつくるうえで重要な構造単位となっている。(6)は(7)と(8)からなり、(7)は毛細血管が絡み合った(9)とそれを取り囲む(10)から構成される。(7)は(8)につながっており、(8)は(11)につながる。腎臓では、(2)の成分のうち、タンパク質などを除く大半の成分が、(9)から(10)へろ過されて原尿となる。原尿が(8)を流れる際に、原尿中の水やグルコース、無機塩類などが周囲の毛細血管に再吸収され、(11)に流れ込んでからも水が再吸収されて、尿となる。尿は、(11)から(5)、輸尿管を経て、(12)に貯められた後、排出される。

肝臓や腎臓などの器官が正常にはたらくために、そのときどきの体内環境の状態をすばやく感知して調節するしくみが重要となる。この調節の役割を担うのが、自律神経系や内分泌系である。^(C) 自律神経系は、交感神経と副交感神経からなる。交感神経は、(13)から出ている末梢神経系で、運動時や緊張時などにはたらく。一方、副交感神経は、(13)の末端、中脳、(14)から出ており、休息時などにはたらく。交感神経と副交感神経が互いに拮抗的に作用することで、体内環境が一定の状態に保たれる。そのような自律神経系の中核としてはたらくのが(15)である。内分泌系は、ホルモンによって体内環境を調

節するしくみである。ホルモンは、内分泌腺の細胞から血液中に直接分泌され、^(D) 低濃度で特定の器官や細胞に作用する物質である。グルカゴン、インスリン、^(E) チロキシンなどは、いずれもホルモンである。血糖値が低下すると、⁽¹⁵⁾ で感知された刺激が、交感神経を通じてすい臓のランゲルハンス島の A 細胞に伝わり、グルカゴンが分泌される。^(F) グルカゴンは、主に肝臓に作用して、血糖値の上昇を引き起こす。一方、血糖値が上昇すると、^(G) インスリンが分泌され、血糖値を低下させる。

問 1 文章中の (1) から (15) にあてはまる適当な語句を答えよ。

問 2 下線部 (A) に関連して、血液中の有形成分に関する以下の(ア)から(カ)の記述のうち、誤っているものを2つ選び記号で答えよ。

- (ア)赤血球、血小板、白血球は、いずれも骨髄にある造血幹細胞からつくられる。
- (イ)白血球には核があり、好中球などのリンパ球、マクロファージなどに分化する単球などが含まれ、いずれも生体防御のうえで重要な役割を担っている。
- (ウ)赤血球は核をもたない細胞であり、酸素を運搬する。赤血球の内部には、酸素の運搬に重要なヘモグロビンという鉄を含んだ色素タンパク質が含まれている。
- (エ)赤血球に含まれるヘモグロビンは、酸素濃度が高いところでは酸素と結合し、酸素濃度の低いところでは酸素を放出する。また、ヘモグロビンと酸素との結合は、酸素濃度だけでなく、二酸化炭素濃度によっても影響を受け、同じ酸素濃度下では、二酸化炭素濃度が高いほどヘモグロビンは酸素と結合しにくくなる。
- (オ)古くなった赤血球は、ひ臓や肝臓で破壊される。このとき、ヘモグロビンが分解され、ビリルビンという物質ができる。ビリルビンは、胆汁の中に含まれる。
- (カ)血小板は血液凝固に関与し、血液中の有形成分の中で大きさは最も小さく、 1 mm^3 あたりに含まれる個数も最も少ない。また、血小板は、核をもたない。

問 3 下線部 (B) に関連して、肝臓には、文章中にあるような血糖値の調節や胆汁の合成などの他にも、重要なはたらきがある。文章中には記されていない「肝臓のはたらき」を2つ答えよ。

問 4 下線部 (C) に関連して、交感神経および副交感神経の末端から分泌される神経伝達物質の名称をそれぞれ答えよ。

- 問 5 下線部 (D) に関連して、ホルモンが特定の標的細胞のみに作用するしくみを 50 字以内で説明せよ。
- 問 6 下線部 (E) のチロキシンは、甲状腺から分泌され、全身の代謝を促進するホルモンである。血中のチロキシン濃度は、分泌の促進と抑制のバランスが維持されることにより、正確に調節されている。では、血中のチロキシン濃度が正確に調節されるしくみを、200 字以内で説明せよ。
- 問 7 下線部 (F) に関連して、グルカゴンの他にも、副腎髄質、副腎皮質からそれぞれホルモンが分泌され、血糖値の上昇を引き起こす。このとき、それぞれから分泌されるホルモンの名称を答えよ。また、各ホルモンは、どのような作用により血糖値の上昇を引き起こすか。それぞれ 20 字以内で説明せよ。
- 問 8 下線部 (G) のインスリンを分泌する細胞の名称を答えよ。
- 問 9 ある成分の尿中の質量パーセント濃度をその成分の (2) 中の質量パーセント濃度で割った値のことを、濃縮率という。1 日あたりの原尿および尿の液量が、それぞれ 170 リットル、1.6 リットルであり、尿素の濃縮率が 67 であるとする、尿素の再吸収率は何%になるか。小数第一位を四捨五入し、整数値で答えよ。

第2問 植物の環境応答に関する次の文章を読み、以下の問1から問8に答えよ。

植物は、生涯を通じて、光、温度、水などさまざまな環境要因の変化を感知し、それに合わせて発生や成長を調節している。環境要因の中でも植物にとって特に重要な光の感知には、光受容体ははたらく。植物の光受容体には、赤色光や遠赤色光を受容する（1）、青色光を受容する（2）や（3）がある。また、植物の体内では、植物ホルモンとよばれる一群の生理活性物質がはたらき、発生や成長の制御にかかわっている。植物が環境要因の変化を感知すると、多くの場合、植物ホルモンの生産量の変化や移動が起こる。つまり、植物の環境応答には、植物ホルモンの変動が深く関与している。

種子が成熟する際、貯蔵物質の蓄積と乾燥が誘導され、(A) 種子は乾燥に対する耐性を獲得して、休眠に入る。一定の休眠期間を経て発芽できるようになった成熟種子は、水に触れると、吸水して膨らむ。このとき、種子が適当な環境下であれば、発芽に至る。植物によっては、光を浴びることにより発芽が促進されるものもある。このような植物の種子を(B) 光発芽種子という。光発芽種子の発芽には、光受容体である（1）が深く関与している。赤色光の照射により発芽が促進され、遠赤色光を照射するとその効果が打ち消される。また、赤色光を照射した光発芽種子では、ジベレリンが合成され、それによって発芽に必要なさまざまな反応が引き起こされる。(C) イネやオオムギなどの穀類の種子の発芽においても、ジベレリンが関与する。

ジベレリンには、茎の伸長成長を促進するはたらきもあるが、(D) オーキシシンやブラシノステロイドも茎の伸長成長を促進する植物ホルモンである。オーキシシンの植物体内での移動には方向性があり、この移動は（4）とよばれる。オーキシシンの（4）には、細胞膜上にあるオーキシシン輸送タンパク質の分布が深くかかわっている。(E) 光屈性においては、青色光受容体である（2）による光の感知が発端となり、オーキシシン輸送タンパク質の分布が変化し、陰となる側へのオーキシシンの移動が促される。その結果、(F) 茎は正の光屈性を示す。さらに、オーキシシンは、頂芽優勢にも関与する。頂芽でつくられたオーキシシンが下方へ移動し、側芽の成長に必要な（5）の合成を妨げることによって、側芽の成長を抑えている。

葉が古くなると老化が始まり、タンパク質などが分解される。また、（6）が減少するため、緑色が薄くなる。葉の老化が進むと、葉柄の付け根に、(G) 離層とよばれる特別な細胞層が形成される。離層では細胞間の結合が弱まり、やがて葉の脱離が起きる。

- 問 1 文章中の（ 1 ）から（ 6 ）にあてはまる適当な語句を答えよ。
- 問 2 下線部（A）の現象に深く関与する植物ホルモンの名称を答えよ。
- 問 3 下線部（B）の例（植物の名称）を 2 つ答えよ。
- 問 4 下線部（C）にある穀類の種子の発芽の過程について、ジベレリンの役割にふれながら 100 字以内で説明せよ。
- 問 5 下線部（D）にあるように、オーキシシンもブラシノステロイドも茎の伸長成長の促進に関与するが、そのしくみは、オーキシシンとブラシノステロイドでは異なる。そのしくみについて、それぞれ 50 字以内で説明せよ。
- 問 6 下線部（E）にある「屈性」とはどのような性質であるか。説明せよ。
- 問 7 下線部（F）に関連して、根では、茎とは異なり負の光屈性を示す植物が多い。そのしくみを、オーキシシンと関連づけて 100 字以内で説明せよ。
- 問 8 下線部（G）に関連して、葉の老化が進み、離層が形成されるしくみを詳しく説明せよ。ただし、説明には、「葉柄」、「オーキシシン」、「エチレン」の 3 つの語句を必ず用いること。

第3問 次の文章を読み、以下の問1から問10に答えよ。

細胞の構造に着目すると生物は、(1) 生物と (2) 生物に2分される。近年、分子データを使用した系統解析が行えるようになると、それまでの分類や系統に大きな変更が加えられるようになった。(あ) らは、すべての生物が共通してもつ (3) の塩基配列を解析し、その遺伝的な差異を比較したところ、^(A) メタン菌などは(1) 生物に属する細菌類とは大きく異なるため、新たな別の界として分類するように主張した。この仲間は(4) とよばれるようになった。(4) の研究が進むにつれて、さまざまな形質が、細菌類や(2) 生物と大きく異なることがわかってきた。そのため、(あ) らは、界よりさらに上位の分類階級を設定し、全生物を細菌(バクテリア)、(4)、(2) 生物の^(B) 3つに分ける説を提唱した。

細菌は現在、知られている(1) 生物の大半を占める。有機物を取り入れて利用する(5) 栄養の細菌には、酸素を用いた呼吸を行うもの、^(C) 発酵を行うもの、窒素固定を行うものなどのさまざまな細菌が含まれる。独立栄養の細菌には、光合成を行う光合成細菌や化学合成を行う^(D) 化学合成細菌がある。シアノバクテリアは、植物と共通の光合成色素をもち、水を分解して(6) を放出する。シアノバクテリア以外の光合成細菌は植物と異なる光合成色素をもち、^(E) 光合成には水を利用しない。

(4) は、ほかの生物が生息できない^(F) 極限環境に生息していることが多いが、海水中や土壌中などのふつうの環境に生息する種も数多く見つかっている。

問1 本文中の(1) から(6) にあてはまる適当な語句を答えよ。

問2 本文中の(あ) にあてはまる人物名を答えよ。

問3 ホイットカーにより提唱され、マーグリスらによって修正された生物の分類体系の1つに五界説がある。生物をどのような5つの界に分類しているのか、5つの界を答えよ。

問4 下線部(A) のメタン菌の生息場所および生息環境を答えよ。

問5 下線部(B) の3つに分ける説を何というか、答えよ。

問6 下線部(C) の発酵を行う細菌、窒素固定を行う細菌の名称をそれぞれ1つ、答えよ。

(和名または慣用名も可)

問 7 下線部 (D) の化学合成細菌は炭素同化 (炭酸同化) に必要なエネルギーをどのように取得しているのか、55 字以内で答えよ。

問 8 シアノバクテリア以外の緑色硫黄細菌などの光合成細菌はどのような光合成色素をもっているのか、答えよ。

問 9 下線部 (E) の光合成には水を利用しないとあるが、何を利用するのか、答えよ。

問 10 下線部 (F) の極限環境とはどのような環境であるか。10 字以上で説明せよ。

第4問 次の文章を読み、以下の問1から問10に答えよ。

生体内では化学反応が効率よく進行している。これは、酵素とよばれる触媒がはたらい
ているためである。酵素の本体は (A) タンパク質でできている。

酵素が作用する物質をその酵素の基質という。酵素の立体構造には (1) 部位とよばれ
る部位があり、酵素反応が起こるとき、酵素は (1) 部位で基質と結合して (2) 複
合体をつくる。

それぞれの酵素の (1) 部位は、アミノ酸配列にもとづく固有の立体構造をもっている。
このため、酵素は (1) 部位の構造に適合する (B) 特定の物質にしか作用しない。

酵素反応は化学反応なので、温度の上昇とともに反応速度が増加する。しかし、多くの
酵素では 40℃ を越えるあたりから反応速度が逆に下がっていき、60～70℃ で酵素活性を失
う。酵素活性を失うことを酵素の (3) という。それぞれの酵素には反応に (C) 最も適した
温度がある。また、酵素反応は、反応溶液の pH の影響を受ける。多くの酵素は (D) 強い酸
性やアルカリ性のもとでは、はたらかなくなる。酵素反応の反応速度が最大のときの pH を
(4) という。

一定量の酵素に対して基質の濃度をしだいに増していくと、基質濃度がある濃度に達す
るまでは反応速度は上昇するが、それ以上では (E) 反応速度は一定になる。

酵素反応の速度は、基質と化学構造の似ている物質が存在すると低下することがある。
これは、酵素の (1) 部位をめぐる 2 種類の物質の間で奪い合いが起こり、酵素と基質
の結合が阻害されるためである。このような阻害物質の作用を (5) という。

ある基質 S から一連の酵素反応を経て生成物 P がつくられる場合、生成物 P がその生成
にかかわる酵素のはたらきを調節することがある。これをフィードバック調節という。酵
素反応のフィードバック調節では、多くの場合、最終生成物によって最初の段階に作用す
る酵素のはたらきが抑制される。

酵素活性には、酵素タンパク質とともに (F) 低分子の有機物が必要な場合がある。このよ
うな低分子の有機物のうち、酵素タンパク質とゆるく結合しているものを (6) という。

問1 本文中の (1) から (6) にあてはまる適当な語句を答えよ。

問2 下線部 (A) のタンパク質は、ポリペプチドからなる分子である。ポリペプチドはど
のような分子であるか、40 字以内で答えよ。

問3 下線部 (B) の特定の物質にしか作用しない性質のことを何というか、答えよ。

問 4 下線部 (C) の最も適した温度を何というか、答えよ。

問 5 下線部 (D) の強い酸性やアルカリ性のもとでは酵素がはたらかなくなる理由を 60 字以内で答えよ。

問 6 pH2 付近で最も活性が高くなる酵素の名称を 1 つ、答えよ。

問 7 下線部 (E) の反応速度が一定になる理由を 80 字以内で答えよ。

問 8 酵素には、(1) 部位以外の部位で、基質以外の特定の物質と結合することで、立体構造が変化し、はたらきが変わるものがある。このような酵素は何というか、答えよ。

問 9 フィードバック調節による制御が解除される条件を 50 字以内で答えよ。

問 10 下線部 (F) の低分子の有機物を 1 つ、答えよ。