

令和5年度信州大学繊維学部 学校推薦型選抜
面接の参考にするための基礎学力テスト
＜応用生物科学科＞

試験時間 120分

注 意 事 項

- 1 この問題用紙は試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
- 2 問題用紙と解答用紙の指定の位置に受験番号を記入し、氏名を書いてはいけません。
- 3 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、監督者に申し出なさい。
- 4 この問題用紙は試験終了後回収します。

1

次の問 1～問 3 に答えよ。

引用箇所により略

引用箇所により略

出典(10 extraordinary Nature papers)

問3 次の英文の下線部(A)と(B)を日本語に訳せ.

引用箇所により略

出典(ラジオ英会話 2022年8月号 p118)

2 次の英文を読み、問 1～問 6 に答えよ。

引用箇所により略

(“カガク英語ドリル”[柳下ほか監修，シーエムシー出版] p182 より抜粋，一部改変)

gastric fluid: 胃液, precipitate: 沈殿する, transparent: 透明な, hemoglobin: ヘモグロビン,
oxygenate: 酸素を送り込む, conduction: 伝導, hypertension: 高血圧, sodium chloride: 塩化
ナトリウム

問 1 下線部(A)の文章を和訳せよ。

問 2 下線部(B)の文章を和訳せよ。

問 3 下線部(C)の言葉の意味を日本語で説明せよ。

問 4 英文中では、健康な状態において、血液が全身を一巡する間に、動脈血に含まれる酸素の約何%程度が利用されることになるか述べてよ。

問 5 英文中に記載されている、人体におけるナトリウムイオンの重要性および有害性について、日本語で説明せよ。

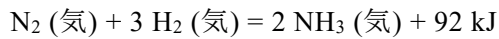
問 6 空欄(D)に入る英文として、下記の英単語を適切な順序に並べ替えよ。

(should be / much / careful / patients / to take / with hypertension / not / sodium chloride)

3 次の問 1～問 3 に答えよ。

問1 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

19 世紀において、空気中の窒素を肥料の原料になるアンモニアに変換する反応の開発は、人口増加に伴う食糧危機を防ぐために化学工業において重要な課題であった。窒素と水素から直接、アンモニアを合成する反応の熱化学方程式は次のように表される。



この反応は可逆反応であり、(A)低温で高圧な条件下でアンモニアが生成する向きに反応が進行しやすい。(B)比較的低温でも速やかに反応を進行させる触媒の開発と高圧に耐えられる装置の開発により、アンモニアの生成率の高い平衡状態を作ること成功した。この方法をハーバー・ボッシュ法という。

- (1) 窒素分子 N_2 およびアンモニア NH_3 の電子式を書け。
- (2) 下線部(A)について低温で高圧な条件下でアンモニア生成が起こりやすくなる理由を温度、圧力についてそれぞれ説明せよ。
- (3) 下線部(B)について、ある温度・圧力において触媒を添加せず、窒素と水素を反応させたときの時間によるアンモニア生成量のグラフを図 3-1 に示す。この図をもとにして同じ温度・圧力で触媒を添加したときの反応時間とアンモニアの生成量の変化についての概形を書け。

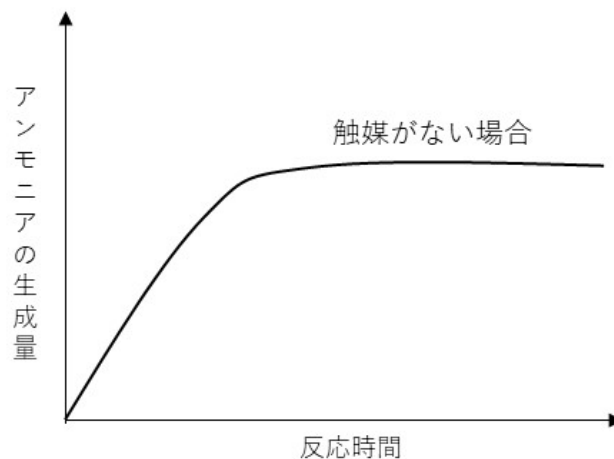


図 3-1 窒素と水素を反応させたときのアンモニア生成量の時間変化

問 2 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

化学工業において重要な反応のひとつに (c)イオン交換膜法という陽イオン交換膜を用いた塩化ナトリウム水溶液の電気分解がある。イオン交換膜法の模式図を図 3-2 に示す。

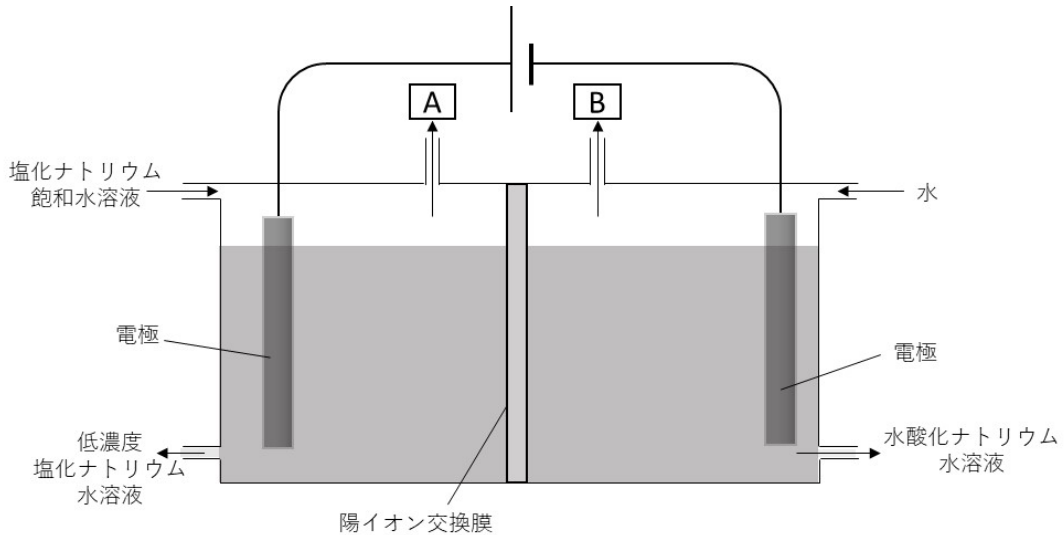


図 3-2 イオン交換膜法の模式図

- (1) 下線部(C) について、この反応により発生する気体 A および B が何か化学式を書け。
- (2) 陽イオン交換膜は陰イオンを通さない膜のことである。NaOH の製造において、陽イオン交換膜を用いることによりどのような効果があるのか説明せよ。

問 3 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

炭酸ナトリウムはガラスの材料のひとつとして工業的に広く利用されている。炭酸ナトリウムの工業的な製造法であるアンモニアソーダ法は (d)塩化ナトリウム、アンモニア、二酸化炭素、水から炭酸水素ナトリウムを析出させ、生成した (e)炭酸水素ナトリウムを熱分解して炭酸ナトリウムを得る手法である。

- (1) 下線部(D)および(E)の化学反応式を書け。
- (2) アンモニアソーダ法を用いて、塩化ナトリウム 117 g が全て反応し、炭酸ナトリウムが生成したとすると、得られた炭酸ナトリウムは理論上何 g となるか。ただし、H, Na, Cl, C, O の原子量はそれぞれ 1.00, 23.0, 35.5, 12.0, 16.0 とする。計算過程も示せ。

4 次の文を読み、問1～問6に答えよ。

様々な有機化合物は、われわれの生活に深く関わり活用されている。例えば、セッケンは^(A)油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱して加水分解することで得られる(高級)脂肪酸ナトリウム塩である。セッケンは(ア)と強塩基からなる塩で、その水溶液は(イ)性を示す。水溶液中のセッケンは、疎水性の炭化水素基部分を中心に、イオンとなったカルボキシ基部分を外側に多数集まった(ウ)として水の中に分散している。油にセッケン水溶液を加えて振り混ぜると、セッケンが油滴のまわりを囲み微粒子となり水中に分散する。この現象を(エ)といい、この作用によってセッケンは洗浄作用を示す。

また、サリチル酸誘導体は、解熱鎮痛・抗炎症剤として広く使用されている。サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応すると(化合物A)が得られ副作用の少ない解熱鎮痛剤として用いられている。サリチル酸とメタノールに濃硫酸を加えて加熱すると(化合物B)が生成し、芳香を持った揮発性液体となり消炎剤として使用されている。

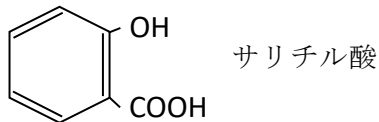
問1 空欄ア～エに入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部(A)の反応は一般的に何とよばれるか、答えよ。

問3 セッケンは、硬水中で泡立ちが悪くなり、洗浄力が低下する。その理由を説明せよ。

問4 油脂 44.2 g に 2.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を加え、加熱して、完全に反応させた。冷却後、反応しなかった水酸化ナトリウムを逆滴定により調べると、1.0 mol/L の塩酸が 50 mL 必要であった。この油脂のモル質量を求めよ。計算過程も示せ。

問5 サリチル酸の構造式を参考に化合物AとBの構造式と化合物名を答えよ。



問6 塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると赤紫色に呈色する化合物はサリチル酸、化合物A、化合物Bのいずれか、すべて答えよ。また、塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると赤紫色に呈色する理由も答えよ。

5 次の文を読み、問 1～問 5 に答えよ。

ジョン ガードンは、紫外線を照射して核を不活性にした未受精卵子に小腸上皮細胞から取り出した核を注入することによって、クローン個体を得ることに成功した (1962)。このことが発表された年に生まれた山中 伸弥は、皮膚から採取した細胞に 4 つの遺伝子を人工的に発現させることによって、ES 細胞のような性質を持つ iPS 細胞を作ることに成功した (2006, 2007)。ガードンと山中は 2012 年、(A) 分化した細胞核においても未分化な状態の細胞核に戻ることができる、(B) 生体を構成するさまざまな細胞に分化する能力を持たせられることを発見した功績によって、ノーベル生理学・医学賞を受賞した。

問 1 下線部 (A) および下線部 (B) を端的に表す語句を答えよ。

問 2 それぞれのノーベル賞受賞者が受賞に関係する実験で用いた動物種をすべて答えよ。

問 3 ガードンが行った核移植実験から 35 年後、クローン研究において画期的な発見があった。何がどのような手順で成し遂げられたのか、答えよ。

問 4 (1) iPS 細胞と ES 細胞が共通して持つ性質を答えよ。

(2) 再生医療への応用を考えたときに iPS 細胞が ES 細胞よりも優れている点をすべて答えよ。

問 5 インスリン分泌に問題がある糖尿病に iPS 細胞を利用した移植医療を適用する場合、

(1) iPS 細胞を何の細胞に分化させてから移植すればよいか、答えよ。

(2) インスリンの作用の反対の働きをするホルモンには何があるか、すべて答えよ。

6 次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

大腸菌などの細菌は、動物と同じく多くは (ア) 生物である。しかし、細菌にも光エネルギーや、無機物の酸化によって得られるエネルギーを利用して、有機物を合成する (イ) 生物が存在する。原核生物である細菌は、葉緑体を持たないが、中には光合成を行うものが存在する。そのうち、(A) 電子伝達系の出発物質として (ウ) の代わりに (エ) を利用する緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌などが存在し、光合成色素として (オ) を利用して光合成を行う。一方、(B) ネンジュモなどのシアノバクテリアは、光合成色素として (カ) をもち、植物とよく似た光合成を行う。

一方、光の届かない深海の海底熱水噴出孔からは、(エ) などを含んだ熱水が放出されており、硫黄細菌などが生息している。硫黄細菌は (エ) などの無機物を (キ) し、このとき放出されたエネルギーで合成した (ク) を用いて、有機物を合成する。また、土壌中には (ケ) イオンを亜硝酸イオンに (キ) する亜硝酸菌、亜硝酸イオンを硝酸イオンに (キ) する硝酸菌が生息しており、これらの細菌は、このエネルギーを利用して有機物を合成している。このような炭酸同化を行う細菌は (コ) と呼ばれる。

(C) 一部の細菌は、空気中の窒素を取りこんで、(ケ) イオンに (キ) して利用することができる。このようなはたらきを窒素固定といい、シアノバクテリアにも 窒素固定を行う種が知られている。レンゲソウなどの (サ) 科植物の根に見られる根粒は、窒素固定細菌の一種である根粒菌が根の細胞に入りこんでできたものである。

問1 文章中の (ア)～(サ) に適切な用語を入れよ。

問2 下線部 (A) について、以下の (1), (2) に答えよ。

- (1) 光合成色素は色素ごとに吸収される光の波長が異なる。光の波長と吸収の割合との関係を示したグラフを何というか。
- (2) 緑色硫黄細菌の光合成の反応式を答えよ。

問3 下線部 (B) について、植物の葉緑体は、ほかの細胞にシアノバクテリアが内部共生し、進化したものと考えられている。以下の (1)～(5) に答えよ。

- (1) 植物の葉緑体がほかの細胞にシアノバクテリアが内部共生したものと考えられている理由は何故か。理由を説明せよ。
- (2) 植物の葉緑体内の光合成色素が含まれる部分を何というか。
- (3) 植物の葉緑体内の光合成色素が含まれる部分には、色素タンパク質が集まってできた光化学系 I および光化学系 II という二つの反応系がある。光化学系 I から生じた電子によって還元される補酵素は何か。
- (4) 光化学系 I で還元された補酵素は、植物の葉緑体のどの部位で起こる反応に用いられるか。またその反応経路は何と呼ばれているか。
- (5) シアノバクテリアや植物の行う光合成の反応式を答えよ。

問4 下線部 (C) について、窒素固定細菌には根粒菌や一部のシアノバクテリアの他に、どのような細菌が知られているか。好気性および嫌気性の細菌をそれぞれ答えよ。