

令和4年度 生命環境学部 生命分子化学科  
学校推薦型選抜 総合問題

必要があれば，次の数値を用いよ。

原子量 H 1.0, C 12, O 16

【注 意】

- 1 机上に受験票を提示しておくこと。
- 2 監督者の指示があるまで，この冊子を開いてはいけない。
- 3 解答は必ず別紙の解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。
- 4 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名を必ず記入すること。  
受験番号・氏名が記載されていない答案は無効となる場合がある。
- 5 この冊子の問題は9ページからなっている。
- 6 この冊子のうち，落丁・乱丁，印刷の不鮮明な箇所があれば，手をあげて申し出ること。

- 1 現在, 世界中で広がっている新型コロナウイルスによる感染症 (COVID-19) について次の英文を読み, 問 1 ~ 問 6 に答えなさい。 (20 点)

(著作権の関係で不掲載)

(virus : ウイルス, vaccine : ワクチン)

(出典 : Microcosm, by American Society for Microbiology, spring, 2020, "Sars-Co V-2: tiny coronavirus, big problems" (pg. 8) から一部抜粋, 改変)

問 1 下線部①を日本語に訳しなさい。

問 2 COVID-19 の原因になっている新型コロナウイルスは, 核酸として 1 本鎖 RNA (mRNA) を含んでいる。RNA についての次の問いに対して日本語で答えなさい。

In mRNA, three consecutive nucleotide bases together determine the amino acid that is added to the growing polypeptide during translation. What is this three-base grouping?

(nucleotide : ヌクレオチド, base : 塩基, translation : 翻訳)

問3 問2にあるように新型コロナウイルスは核酸として1本鎖 RNA (mRNA) を含んでいる。新型コロナウイルスがヒトの細胞に感染し、翻訳の結果、この mRNA からタンパク質が作り出されることがわかっている。このタンパク質が、翻訳直後には 100 個のアミノ酸からできている場合、mRNA は少なくとも何塩基以上の長さになるか答えなさい。

問4 新型コロナウイルスに含まれる mRNA からできるものの1つに、スパイクタンパク質と呼ばれるものがある。このスパイクタンパク質は、ウイルス表層に局在して、感染する細胞に接着する機能を有することが分かっている。このような機能を持つスパイクタンパク質を、酵素と呼ぶことができるかどうか答えなさい。まず、できるかどうかを記載し、次にその理由を説明しなさい。

問5 新型コロナウイルスの感染による発症を予防するため、予防接種が行われている。その際に投与するワクチンとして mRNA を含むものが、日本では厚生労働省から認可され現在一般に注射による予防接種が行われている。このワクチンを製造する会社名を1つ答えなさい。

問6 細胞が有する染色体の2本鎖の DNA についての次の問いに日本語で答えなさい。なお、解答にいたる説明も加えなさい。

If a double-stranded DNA fragment is comprised of 33% adenine nucleotides, what percentage of the fragment is comprised of cytosine nucleotides? (double-stranded : 2本鎖の, adenine : アデニン, cytosine : シトシン)

2 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

(35点)

食塩の主成分であるNaClは、①ナトリウムイオンと塩化物イオンがイオン結合で結びついている。②これらのイオンが水和されると、NaClのイオン結晶は水に溶解する。

水の凝固点は0℃であるが、十分量のNaClを氷に混ぜると-21℃まで冷却することが可能である。このような現象を③凝固点降下といい、海水の凝固点は0℃より低い。

NaClはアンモニアソーダ法(ソルベー法)の原料として用いられる。本法は炭酸ナトリウムの工業的製法で、副材料のアンモニアと二酸化炭素を回収して再利用する点で非常に効率的である。

また④アンモニアは窒素 $N_2$ と水素 $H_2$ から合成される。鉄を主体とした触媒を用いるアンモニアの工業的製法はハーバー・ボッシュ法と呼ばれ、ハーバーは1918年に、ボッシュは1931年に、ノーベル化学賞を受賞している。しかし、⑤高温・高圧の反応条件を必要とするため、温和で効率的なアンモニア合成を目指し、現在、世界的に活発な研究が行われており、画期的な触媒が開発されつつある。

問1 Liの電子配置は下図のように表すことができる。下線部①に関して、ナトリウムイオンと塩化物イオンの電子配置を、下図にならって表しなさい。



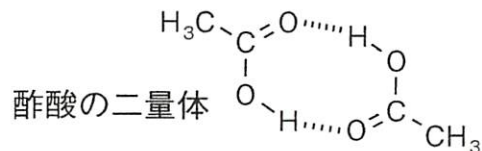
問2 下線部②に関して、ナトリウムイオンと塩化物イオンが水和されるとき、水分子とどのような相互作用をするか。それぞれのイオンと水分子の相互作用の様子を説明しなさい。なお、必要であれば図を描いて説明してもよい。

問3 下線部③に関して、凝固点降下度  $\Delta t$  (K) は、質量モル濃度  $m$  (mol/kg) とモル凝固点降下  $K_f$  (K·kg/mol) を用いて、次の式で表される。

$$\Delta t = K_f m$$

ここで、水のモル凝固点降下を 1.85 K·kg/mol、ベンゼンのモル凝固点降下を 5.1 K·kg/mol とするとき、次の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 0.10 mol/kg の NaCl 水溶液の凝固点を求めなさい。考え方と計算過程もあわせて示しなさい。なお、NaCl は水中で完全に電離するものとする。
- (2) 水 200 g に酢酸 2.4 g を溶かした水溶液の凝固点は  $-0.38^\circ\text{C}$  であった。この水溶液中での酢酸の電離度  $\alpha$  を有効数字 2 桁で求めなさい。考え方と計算過程もあわせて示しなさい。
- (3) 酢酸はベンゼン溶媒中で一部が会合し、下図のような二量体を形成している。ベンゼン 100 g に酢酸 1.2 g を溶かした溶液の凝固点は  $4.9^\circ\text{C}$  であった。ベンゼン中での酢酸の会合度  $\beta$  (分子どうしが溶液中で会合する割合) を有効数字 2 桁で求めなさい。考え方と計算過程もあわせて示しなさい。なお、ベンゼンの凝固点を  $5.5^\circ\text{C}$  とする。

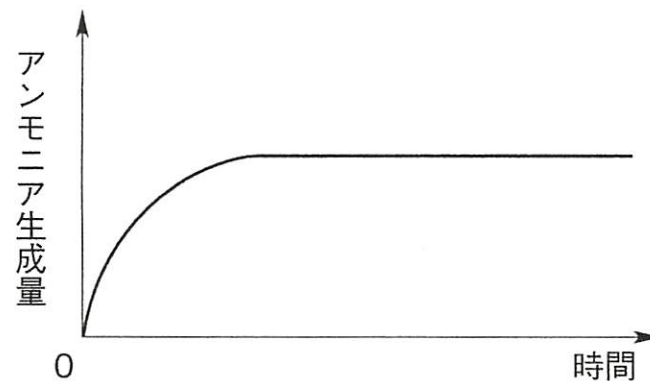


問4 下線部④について、アンモニアの合成反応は、1 mol の窒素  $N_2$  が反応すると 92 kJ の熱量が発生する発熱反応である。



下線部⑤に関して、次のグラフは、 $500^\circ\text{C}$ 、 $3.0 \times 10^7 \text{ Pa}$  で窒素と水素を反応させたときの、時間経過とアンモニアの生成量の変化を表している。いま、次の(1)~(3)のように反応条件を変えたとき、それぞれについて予想されるグラフを書きなさい。

- (1)  $300^\circ\text{C}$ 、 $3.0 \times 10^7 \text{ Pa}$  で反応させた場合
- (2)  $500^\circ\text{C}$ 、 $5.0 \times 10^7 \text{ Pa}$  で反応させた場合
- (3)  $500^\circ\text{C}$ 、 $3.0 \times 10^7 \text{ Pa}$  で触媒を加えた場合



(余 白)



3 次の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

(20点)

我々が日常生活で用いている温度はセルシウス温度またはセ氏温度と呼ばれる単位である。物理ではこのセ氏温度の代わりに絶対温度 (K) が用いられる。セ氏温度を  $t$ 、絶対温度を  $T$  とするとこれらの2つの温度の間には  $T = t +$   という関係がある。

では、温度とは一体、何なのであろうか。一般に物質を構成している分子や原子は不規則な熱運動をしている。温度はこの熱運動の激しさを表す物理量である。外部から物質に移動した熱運動のエネルギーを熱と呼び、その量は熱量という単位を用いて表される。熱量の単位はジュール (J) である。

同じ熱量を加えても温度の上昇が大きい物質と、そうでない物質がある。単位質量あたりの物質の温度を 1 K だけ上昇させるのに必要な熱量をその物質の比熱という。例えば、水の比熱は  $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  であるが、海水の比熱は約  $3.9 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  であり水よりも小さい。これより の方が温まりやすいと言える。熱量にはカロリー (cal) という単位も使われる。1 cal は 1 g の水の温度を 1 K 上昇させるのに必要な熱量であり、 $1 \text{ cal} =$   J という関係を使って J に変換できる。

一般に温度の異なる物体を接触させると、高温の物体から低温の物体へと熱が移動して両方の物体の温度はやがて等しくなる。この状態を と呼ぶ。外部との熱の出入りがなければ高温の物体が失う熱量と低温の物体が得る熱量は等しい。今、外部との熱の出入りが無い断熱容器に水 100 g を入れ、温度を  $10^\circ\text{C}$  にしたとする。ここに  $80^\circ\text{C}$  に熱した 100 g の鉄球を入れたとする。鉄の比熱を  $0.45 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とすると に達した後の温度は  $^\circ\text{C}$  となる。

自動車のエンジンは燃料を燃焼させて発生した熱を使ってピストンを動かして仕事をする。このように熱はエネルギーであり、物体の間を移動するだけでなく、他のエネルギーに変換することもできる。今、熱効率が 10% の熱機関を用いて 120 kg の物体を 10 m の高さに持ち上げたすると、熱機関がする仕事は  J となる。よって、熱機関に与えなければならない熱量は  J となる。この熱量は 100 W の電球を 分間点灯するのに必要な電力量と同じである。



- 問 1 空欄アに入る数値を答えなさい。
- 問 2 空欄イに入る物質には，水と海水のどちらが適切であるか，答えなさい。
- 問 3 空欄ウに入る数値を示しなさい。
- 問 4 空欄エに入る適切な語句を答えなさい。
- 問 5 空欄オに入る数値を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程もあわせて示しなさい。  
ただし，鉄球を入れたときの蒸発熱は無視できるものとする。
- 問 6 空欄カに入る数値を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程もあわせて示しなさい。  
ただし，重力加速度を  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。
- 問 7 空欄キに入る数値を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程もあわせて示しなさい。
- 問 8 空欄クに入る数値を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程もあわせて示しなさい。

4 次の問 1～問 3 に答えなさい。

(25 点)

問 1  $a + b = 2\sqrt{3}$ ,  $a^2 + b^2 = 8$  のとき,  $ab$ ,  $a^3 + b^3$ ,  $a^5 + b^5$  の値をそれぞれ求めなさい。

問 2 Five fair coins are tossed. What is the probability that exactly three heads and two tails turn up?  
上の英文に日本語で答えなさい。

問 3 1 辺が 4 m の正方形 ABCD がある。点 P が頂点 A を出発して毎秒 2 m の速さで B, C, D, A の順にこの周上を 1 周する。線分 AP を 1 辺とする正方形の面積  $y \text{ m}^2$  を, 出発後の時間  $x$  秒の関数で表し, そのグラフを書きなさい。

