

令和5年度  
一般選抜（前期）

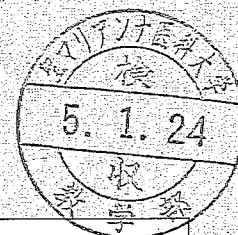
15時00分～17時30分

理 科  
問 題 冊 子

科目名	頁
物 理	1 ～ 10 頁
化 学	11 ～ 16 頁
生 物	17 ～ 22 頁

注 意 事 項

1. 試験開始の合図 [チャイム] があるまで、この注意をよく読むこと。
2. 試験開始の合図 [チャイム] があるまで、問題冊子は表紙を上、解答用紙は裏面を上置き、問題冊子は開かないこと。
3. 試験開始の合図 [チャイム] の後に問題冊子ならびに解答用紙の全ページの所定の欄に受験番号と氏名を記入すること。
4. 解答はかならず定められた解答用紙を用い、はっきり読みやすく記入すること。  
また解答欄以外には何も書かないこと。
5. 解答用紙のホチキスはずさないこと。
6. 試験開始60分以内および試験終了前10分間は、途中退場を認めない。
7. 途中退場、質問、トイレ、体調不良等で用件がある場合は、挙手のうえ監督者の指示に従うこと。
8. 問題冊子に、落丁や乱丁があるときは、挙手のうえ交換を求めること。
9. 試験終了の合図 [チャイム] があったときは、ただちに筆記用具を置くこと。
10. 試験終了の合図 [チャイム] の後は、問題冊子は表紙を上、解答用紙は裏面を上置き、通路側から解答用紙、問題冊子の順に並べて置くこと。いっさい持ち帰ってはならない。  
なお、途中退場の場合は、すべて裏返しにして置くこと。
11. 選択科目の変更は認めない。
12. その他、監督者の指示に従うこと。



受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

# 化学

[注意] 原子量は次の値を用いよ。また、用語の定義を参照せよ。

原子量：H=1.00 C=12.0 N=14.0 O=16.0 S=32.0 K=39.0

けん化価：油脂 1g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウム KOH の質量を mg 単位で表した数値

- 1 日本で行われている発電では石炭に代表される化石燃料がおもに利用されているが、近年、発電の一部を太陽光などから得られる自然エネルギーで補う試みがなされている。しかし、自然エネルギーは天候に左右されやすいため、自然エネルギーによる発電は電力の安定供給が難しい。そこで、自然エネルギーを利用してアンモニアを合成・貯蔵し、これを燃料として発電に利用することで電力供給をコントロールする技術開発が進められている。

[1] 下線部の取り組みは P2G (Power to Gas の略で、

電気エネルギーを可燃性ガスに変換するという意味) と呼ばれている。P2G では自然エネルギーから作られた電力を使って水から水素を生成し、この水素を窒素と反応させることによってアンモニアを合成する。アンモニアを燃焼させるとエネルギーを取り出すことができるため、このエネルギーを利用して発電を行う(図 1)。反応熱は常温常圧での値を用い、発熱反応には+、吸熱反応には-の符号をそれぞれ付する。有効数字は

3桁とし、次の問いに答えよ。

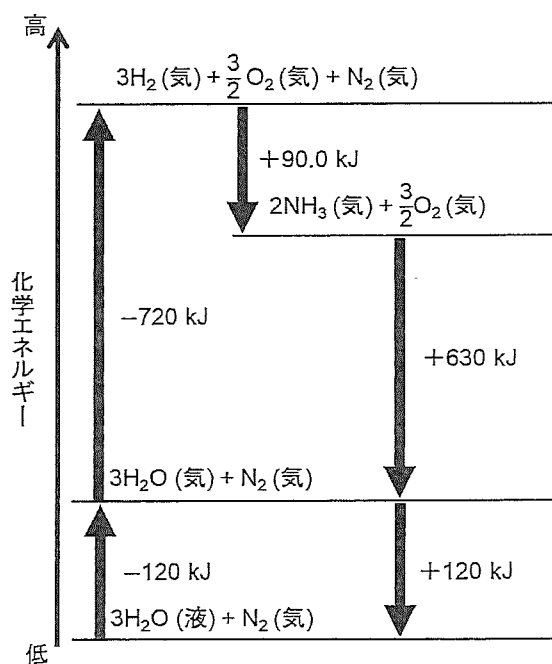
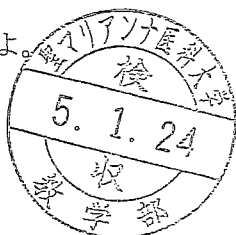


図 1





1)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  に代表される鉄を含む触媒を用いて、水素と窒素からアンモニアを直接合成する方法の名称を記せ。

2) P2G で合成したアンモニアを燃料として利用する方法は、化石燃料を利用するよりも温室効果が低減されると考えられている。その理由を2行以内で説明せよ。

3) 図1を用いて、次の反応熱を表す熱化学方程式を記せ。

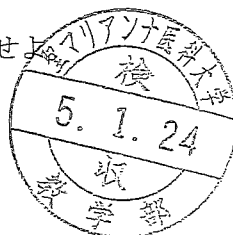
i) 水から1 molの水素ができるときの反応熱

ii) アンモニアの生成熱

iii) アンモニアの燃焼熱

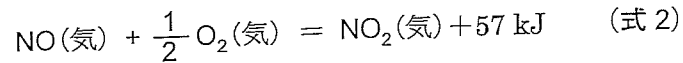
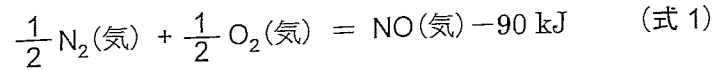
4) P2G において、水から可燃性ガスを合成するのに必要なエネルギーと、合成した可燃性ガスから取り出すことができるエネルギーの割合（エネルギー回収率）を求めたい。図1を用いて、1 molのアンモニアの合成に必要な水素を水から生成するのに必要な反応熱  $Q_1$  とアンモニアの燃焼熱  $Q_2$  との割合  $\frac{Q_2}{Q_1}$  の値を求めよ。

5) P2G では、水から生成した水素をそのまま燃料とする方が、アンモニアを合成して利用するよりもエネルギー回収率は高い。しかし、水素を常圧で液化して貯蔵することは、アンモニアの貯蔵と比べて難しい。アンモニアは $-33^\circ\text{C}$ で凝縮するのに対し、水素は $-253^\circ\text{C}$ にまで冷却しなければ凝縮しないからである。アンモニアと比べて水素が凝縮しにくい理由を、水素結合に言及して3行以内で説明せよ。





[2] 窒素は常温常圧では酸化されにくい、炉などのきわめて高い温度の環境下では酸化され、一酸化窒素を経て二酸化窒素となる (式1・式2)。反応熱の有効数字は2桁とする。



1) 一酸化窒素の生成熱と、1 mol の一酸化窒素が酸化されて二酸化窒素が生じるときの反応熱を、図1にならって1つのエネルギー図にまとめて描け。

2) 水素分子と窒素分子について、以下の問いに答えよ。

i) それぞれの構造を電子式で表せ。

ii) 常温常圧で、水素と酸素を適切な比率で混合して着火すると水素は直ちに酸化される。しかし、同じように窒素と酸素を混合して着火しても窒素は酸化されにくい。その理由を結合と反応熱に言及して3行以内で説明せよ。必要ならば図1および式1を参照せよ。

3) アンモニアの燃焼は、図1に示すように窒素と水しか生成されないことが望ましい。しかし、実際の燃焼では副生成物として一酸化窒素が生成する。これが大気中に放出されると、連続する2つの化学反応によって酸性雨の原因物質に変化する。その2つの反応の化学反応式を示し、反応によって生じた酸性雨の原因物質の名称を記せ。





(次頁に続く)





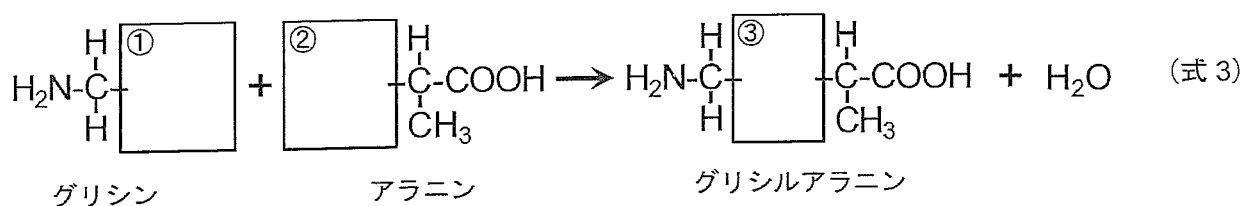
2 以下の問いに答えよ。【選択肢】は次から選び、記号ア)～キ)を五十音順で記せ。

各選択肢の示性式に付した括弧内の数値は分子量を示す。

- 【選択肢】 ア)  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$  (89)                      イ)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  (93)  
 ウ)  $\text{HSCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  (121)                      エ)  $\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  (149)  
 オ)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  (165)                      カ)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  (90)  
 キ)  $(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$  (884)

[1] グリシルアラニンはグリシンとアラニンの縮合反応で生成する (式3)。

ただし、式3においては各分子の構造の一部が枠①～③で隠されている。



1) 枠①と枠②で隠された官能基の名称を記し、さらにその構造を描け。

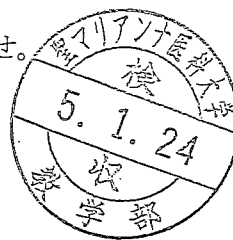
同様に、枠③で隠されたアミノ酸どうしの縮合結合の名称を記し、さらにその構造を描け。

ただし、構造は元素記号と価標を省略しないこと。

2) グリシルアラニンの分子量を自然数で求めよ。ただし、分子は電離していないものとする。

3)  $\alpha$ -アミノ酸のアラニン1分子とグリシン2分子の縮合によって生成する鎖状のトリペプチド

には、鏡像異性体を含めて何種類の異性体が存在するか記せ。





[2] 水溶液中で等電点をもつ分子を【選択肢】からすべて選び、記号で記せ。

[3] ニンヒドリン溶液を加えて加熱すると呈色反応を示す分子を【選択肢】からすべて選び、記号で記せ。

[4] タンパク質の構造について、以下の問いに答えよ。

- 1) タンパク質の一次構造とは何か。15文字以内で記せ。
- 2) タンパク質の二次構造にはなく、三次構造で見られる共有結合の名称を記せ。また、この結合で結びつくことが出来る分子を【選択肢】から2つまで選び(同じものを2回選んでもよい)、例にならって組み合わせを1つ記せ。(例: クーク、クーケ、など)

[5] 以下の問いに答えよ。

- 1) 油脂を【選択肢】から1つ選び、記号で記せ。
- 2) この油脂のけん化価を有効数字2桁で求めよ。
- 3) この油脂 1 mol がもつ炭素原子間の二重結合  $C=C$  すべてに水素を付加させた。付加させた水素  $H_2$  の物質量を自然数で求めよ。



