

平成30年度  
前期日程

受験番号	
------	--

化学 解答用紙 (その1)  
(工学部・応用生物科学部)

1	問.1	ア 状態	イ 分圧	ウ 引力 (分子間力)
---	-----	------	------	-------------

(ファンデルワールス力)

問.2	(1) A	(2) D	(3) E
-----	-------	-------	-------

問.3	②
-----	---

問.4 (1)	$3.0 \times 10^{-1}$ mol	(2)	2.4 mol
---------	--------------------------	-----	---------

(3)	$6.0 \times 10^5$ Pa
-----	----------------------

(4)	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
-----	---

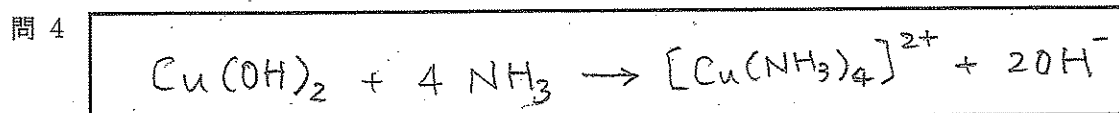
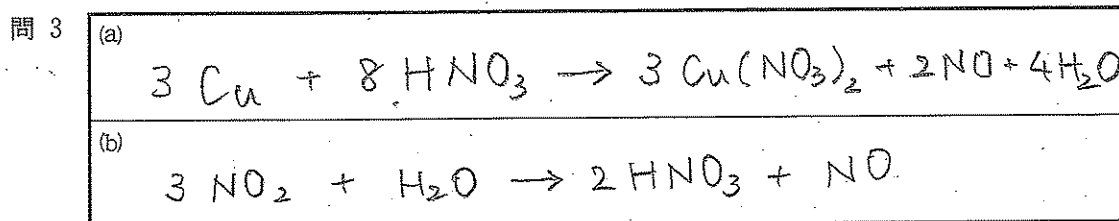
(5)	$1.1 \times 10^6$ Pa
-----	----------------------

得点

化学 解答用紙 (その2)  
(医学部)

2	問1	ア	イ	ウ	エ
		陽	陰	二酸化窒素	一酸化窒素
		オ	カ	キ	
		オストワルト	酸化銅(II)	塩基	

問2 (1)  $1.2 \times 10^{-1}$  mol (2) 15 %



問5 共通イオン

問6 (1) 青紫色 から 無色 へ変化

(2)  $2.5 \times 10^{-3}$  mol

得点

化学 解答用紙 (その3)  
(工学部・応用生物科学部)

3. 問1

<p>A</p>	
<p>B</p>	<p>C</p>
<p>D</p>	<p>E</p>
<p>F</p>	<p>G</p>

問2 ②, ③, ④

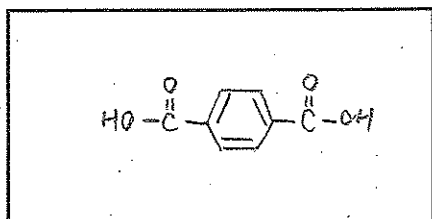
問3 二酸化炭素

得点

化学 解答用紙 (その4)  
(医学部)

4

問 1



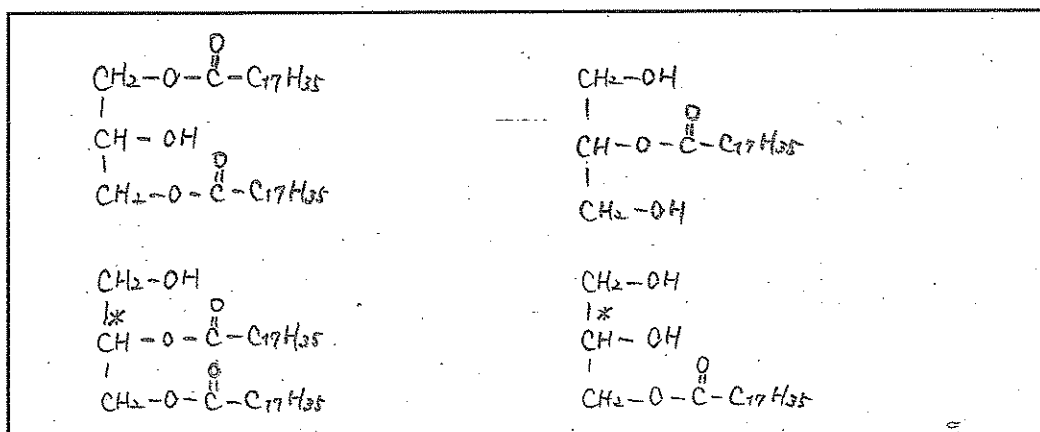
問 2

ア	付加
イ	アセトアルデヒド

問 3

ウ	低く	エ	高く	オ	低く
---	----	---	----	---	----

問 4



問 5

$7.4 \times 10^2$

問 7

41 %

問 6

CO <sub>2</sub>	$2.0 \times 10^5$ g
H <sub>2</sub> O	$8.2 \times 10^4$ g

問 8

①, ⑤

得 点

化学 解答用紙 (その5)  
(工学部・応用生物科学部)

5 問1 ア 大きければ イ 活性化

問2 ウ 経路 エ 初めの状態と終わりの状態

問3 (1) C(黒鉛)を完全燃焼させたとき  
$$C(\text{黒鉛}) + O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + 394 \text{ kJ}$$
  
CO(気体)を完全燃焼させたとき  
$$CO(\text{気}) + \frac{1}{2}O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + 283 \text{ kJ}$$

(2)  $1.1 \times 10^2$  kJ/mol

(3) 

二	酸	化	炭	素	を	発	生	す	る
反	応	も	同	時	に	お	こ	る	た
め	。								

問4 (1) メタン:エタン  
1 : 1 (2)  $6.1 \times 10^2$  kJ

問5 ①, ③

得点

# 化 学

医学部・工学部・応用生物科学部

## 問 題 冊 子

### 注意事項

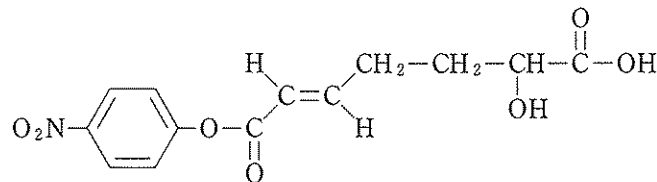
1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 本問題冊子は 10 ページで、医学部は解答用紙 4 枚、その他の学部は解答用紙 5 枚・白紙 3 枚である。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は医学部 4 枚、その他の学部 5 枚の解答用紙のそれぞれ指定した欄すべてに必ず記入すること。
4. 問題は 5 題である。工学部・応用生物科学部の受験生は、5 題すべてに解答すること。
5. 医学部の受験生は、問題 **1**，**2**，**3**，**4** に解答すること。
6. 解答は解答用紙の指定箇所に記入すること。指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
7. 解答用紙は持ち帰らないこと。問題冊子および白紙は持ち帰ること。
8. 大問ごとに満点に対する配点の比率を表示してある。
9. 必要があれば、次の数値を用いよ。計算結果は、特に指定のない限り有効数字 2 桁で示せ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Ni = 58.7, Cu = 63.6, Ag = 108

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ ，ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

10. 構造式は次の例にならい簡略に示せ。

(例)









1 次の文章を読み、以下の問1から問4に答えよ。(配点比率 医:25%, 工・応生:20%)

ボイルの法則とシャルルの法則を組み合わせたボイル・シャルルの法則は、「一定物質量の気体の体積は、圧力に反比例し、絶対温度に比例する」と定義される。ボイル・シャルルの法則や気体の **ア** 方程式に厳密にしたがう気体を理想気体という。理想気体においては、「混合した気体の全圧は、各成分気体の **イ** の和に等しい」という法則が成り立つ。この法則は、ドルトンの **イ** の法則という。実在の気体は、これらの法則や気体の **ア** 方程式に完全にはあてはまらない。これは、分子間に **ウ** が働くためと、分子が体積(大きさ)をもつためである。したがって、これらの二つが無視できる条件のもとでは、実在の気体にも理想気体の **ア** 方程式が適用される。<sup>(a)</sup>

問1. **ア** ~ **ウ** にあてはまる適切な語句を答えよ。

問2. 図1~図3に関する以下の(1)~(3)に答えよ。ただし、図1および図2では、物質量は一定とする。

- (1) 図1において、A, Bのうち高温条件を示した曲線はどちらか答えよ。
- (2) 図2において、C, Dのうち高压条件を示した直線はどちらか答えよ。
- (3) 図3において、E, Fのうち物質量が大きい条件を示した直線はどちらか答えよ。

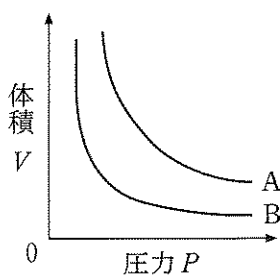


図1

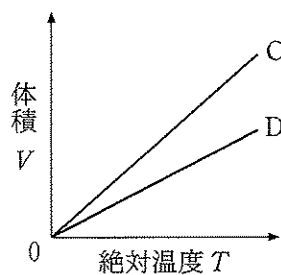


図2

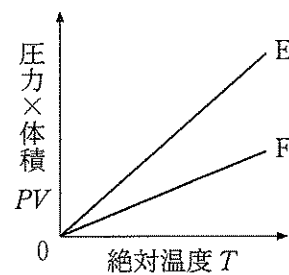


図3

問3. 下線部(a)が満たされるのは、温度と圧力がどの条件のときか。以下の①~④の中から適切なものを選び、記号で答えよ。

	①	②	③	④
温度:	高温	高温	低温	低温
圧力:	高压	低压	高压	低压

問 4. 図4のように、容器Aと容器BがバルブCをはさんで接続されている装置がある。容器Aと容器Bの容積は、それぞれ5.0 Lと10.0 Lである。[操作Ⅰ]から[操作Ⅲ]を行った。以下の(1)~(5)に答えよ。ただし、すべての気体は理想気体とし、容器A、B以外の部分の容積は無視できるものとする。

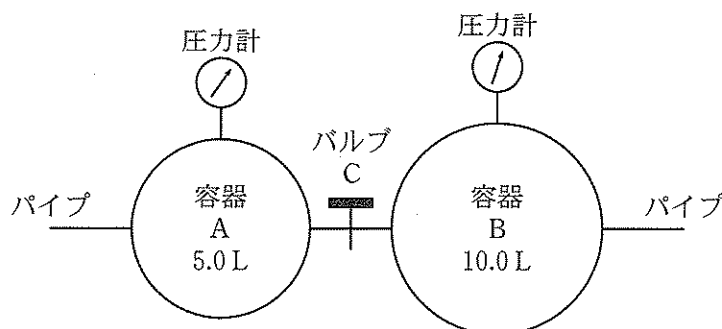


図4

[操作Ⅰ] バルブCを閉じ、真空にした容器Aに体積比1 : 1のアルゴンとプロパンの混合気体を充てんした。27 °Cにおける容器A内の圧力は $3.0 \times 10^5$  Paであった。

[操作Ⅱ] 同様に、真空にした容器Bに酸素を充てんし、27 °Cで圧力を測定した。容器Aと容器Bを27 °Cに保ちながら、バルブCを開き、気体を混合した。気体が両容器内に均一に拡散するまで放置した後、容器Aと容器B内の圧力を測定したところ $5.0 \times 10^5$  Paであった。

[操作Ⅲ] バルブCを閉じ、容器B内のプロパンを完全燃焼させた後、温度を327 °Cに保った。  
(b)

- (1) [操作Ⅰ]で、容器A内に充てんしたプロパンの物質質量[mol]を求めよ。
- (2) [操作Ⅱ]で、容器B内に充てんした酸素の物質質量[mol]を求めよ。
- (3) [操作Ⅱ]で、バルブCを開ける前の容器B内の酸素の圧力[Pa]を求めよ。
- (4) 下線部(b)における、プロパンの燃焼の化学反応式を示せ。
- (5) [操作Ⅲ]終了後の容器B内の圧力[Pa]を求めよ。ただし、水是水蒸気として存在すると仮定する。

2

次の文章を読み、以下の問1から問6に答えよ。(配点比率 医:25%, 工・応生:20%)

銅 Cu は延性・展性に富み、電気の伝導性が大きいため電線などの電気材料に用いられる。純度の高い銅は電解精錬により製造される。粗銅板を  極、純銅板を  極として、硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中で電気分解すると、 極で純銅が得られる。

銅は塩酸や希硫酸とは反応しないが、酸化作用の強い濃硝酸や希硝酸には反応して溶ける。濃硝酸と反応したときは赤褐色の有毒な気体である  が発生し、希硝酸との反応では、水に溶けにくい無色の気体である  が発生する。<sup>(a)</sup>発生するこれらの気体の違いは、 を温水に吸収させると硝酸と  が生成する反応と関係する。この反応は、<sup>(b)</sup>硝酸の工業的な製造方法である  法の工程のなかでも用いられている。

また、銅を空气中で加熱すると黒色の  が生じる。 は  性酸化物であり、希硫酸に溶解すると硫酸銅(II)になる。硫酸銅(II)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液、または少量のアンモニア水を加えると青白色の沈殿を生じる。この青白色の沈殿にアンモニア水を過剰に加えると、沈殿は溶解して深青色の水溶液となる。<sup>(c)</sup>

硫酸銅(II)水溶液に多量のヨウ化カリウム水溶液を加えると、 $\text{Cu}^{2+}$  は  $\text{Cu}^+$  に還元されて白色のヨウ化銅(I)  $\text{CuI}$  の沈殿を生じる。また、加えたヨウ化物イオンの一部は酸化されてヨウ素  $\text{I}_2$  が生じ、溶液はヨウ素ヨウ化カリウム水溶液となる。このとき生じたヨウ素を濃度がわかっているチオ硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液によりデンプン存在下で滴定すると、もとの硫酸銅(II)水溶液中の  $\text{Cu}^{2+}$  の物質量が求められる。<sup>(d)</sup><sup>(e)</sup>

問 1.  ~  にあてはまる適切な語句あるいは化合物名を答えよ。

問 2. 硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中で電気分解を 9.65 A で 40 分間行った。 極の銅の純度は質量パーセントで 79.5 % であり、ニッケルと銀のみを不純物として含んでいた。これらの割合は電気分解によって変化しなかった。電気分解中に  極では気体は発生しなかった。また、電気分解の効率 は 100 % であった。以下の(1)および(2)に答えよ。

(1) 析出した銅の純度は 100 % であった。 極に析出した銅の物質量 (mol) を求めよ。

(2)  極の質量は 8.00 g 減少した。 極のニッケルの含有量を質量パーセントで求めよ。

問 3. 下線部(a)および(b)について、これらの反応の化学反応式をそれぞれ示せ。

問 4. 下線部(c)について、この反応をイオン反応式で示せ。

問 5. 下線部(d)について、次の文中の ク にあてはまる適切な語句を答えよ。

ヨウ化銅(I)は水にわずかにしか溶解しない。水溶液中に多量のヨウ化物イオンが溶けていると、ク 効果により溶解する量はさらに減少する。

問 6. 下線部(e)について、この滴定のイオン反応式を下に示した。以下の(1)および(2)に答えよ。



- (1) この滴定の終点における溶液の色の変化を答えよ。
- (2) 0.100 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を 25.0 mL 滴下すると終点となった。硫酸銅(II)水溶液中の  $\text{Cu}^{2+}$  の物質質量[mol]を求めよ。

3

次の文章を読み、以下の問1から問3に答えよ。(配点比率 医:25%, 工・応生:20%)

化合物A(分子式 $C_{17}H_{16}O_4$ )は、2つのエステル結合と2つのベンゼン環をもつ化合物である。化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて2つのエステル結合を加水分解した後、希塩酸で酸性にしたところ、化合物B, C, Dが生成した。そこで化合物B, C, Dを分離して以下の実験を行った。

[実験I] 化合物Bを10.0 mgとり、完全燃焼させたところ、23.9 mgの二酸化炭素と5.4 mgの水が得られた。

[実験II]  $1.00 \times 10^{-3}$  molの化合物Bをナトリウムと反応させたところ、標準状態で22.4 mLの水素が発生した。また、 $1.00 \times 10^{-3}$  molの化合物Bをフェノールフタレイン指示薬存在下で $1.00 \times 10^{-1}$  mol/L水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和するのに10.0 mLを要した。

[実験III] 化合物Bに触媒を加えて反応させると、分子内から1分子脱水し、分子内に二重結合(トランス形)をもつ化合物Eが得られた。

[実験IV] 化合物Bをニクロム酸カリウムで酸化したところ、分子式 $C_9H_8O_3$ でカルボキシ基の炭素に直接カルボニル基が結合した構造をもつ化合物Fが生成した。

[実験V] 化合物Cに塩化鉄(III)水溶液を加えると紫色を呈した。

[実験VI] 化合物Dとエタノールの混合物に濃硫酸を少量加えて加熱したところ、果実臭をもつ無色で揮発性の化合物Gが生成した。また、化合物Dを炭酸水素ナトリウム水溶液<sup>(a)</sup>に加えると気体が発生した。

問 1. 化合物 A～G の構造式をそれぞれ示せ。なお、構造中に不斉炭素原子が存在する場合には、不斉炭素原子の右上に \* を付すこと。

問 2. 化合物 C が示す特徴を以下の①～⑤の中からすべて選び、記号で答えよ。該当するものがない場合は、解答欄に「なし」と記せ。

- ① 水にも有機溶媒にもよく溶ける。
- ② 水酸化ナトリウムと反応すると塩を生じる。
- ③ 水溶液中でわずかに電離して、弱酸性を示す。
- ④ ベンゼン環にヒドロキシ基が直接結合した構造をもつ。
- ⑤ さらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。

問 3. 下線部(a)について、発生した気体の化合物名を答えよ。

4 次の文章を読み、以下の問1から問8に答えよ。(配点比率 医:25%, 工・応生:20%)

エチレングリコールは2つのヒドロキシ基をもつ2価アルコールであり、ポリエチレンテレフタレート (PET) の原料として有用である。また、ヒドロキシ基は親水基であるため、エチレングリコールは任意の割合で水と混ざる。グリセリンは3つのヒドロキシ基をもつ3価アルコールであり、高級脂肪酸とのエステルは油脂と呼ばれる。アミロースやポリビニルアルコールはヒドロキシ基を多数もち、高分子としてはめずらしく温水に溶ける。ポリビニルアルコールは、形式的にはビニルアルコールが  重合してできる構造をもつが、ビニルアルコールは不安定であり、生成後ただちに安定な  に変化する。そのため、酢酸ビニルを  重合して得られるポリ酢酸ビニルをけん化することでポリビニルアルコールを合成する。

なお、ここで取り扱う高分子化合物はすべて十分な重合度を持ち、末端構造の影響は無視できるものとする。

問 1. 下線部(a)について、PET の合成に必要なエチレングリコール以外の単量体(モノマー)の構造式を示せ。

問 2.  および  にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 3. 下線部(b)について、次の文章中の  ~  にあてはまる適切な語句を { } 内から選んで答えよ。

エチレングリコールを水に溶かすと、その水溶液中の水の蒸気圧は、同じ温度の純粋な水の蒸気圧よりも  なる。また、純粋な水と比べて、水溶液の沸点は  なり、凝固点は  なる。

問 4. 1分子のグリセリンと3分子のステアリン酸  $C_{17}H_{35}COOH$  からなる油脂の水酸化ナトリウムによるけん化の途中で生成するヒドロキシ基を1つまたは2つもつ分子の構造式をすべて示せ。アルキル基は  $C_{17}H_{35}$  と簡略化してよい。なお、構造中に不斉炭素原子が存在する場合には、不斉炭素原子の右上に\*を付すこと。

問 5. 分子量  $4.0 \times 10^4$  のアミロース1分子中に含まれるヒドロキシ基の数を求めよ。

問 6. 平均分子量  $1.0 \times 10^4$  のポリビニルアルコール  $1.0 \times 10^5$  g を完全燃焼させたときに発生する二酸化炭素と水それぞれの質量(g)を求めよ。

問 7. ポリ酢酸ビニルのけん化によるポリビニルアルコールの合成では、エステル結合のけん化を部分的に行うことで水溶性などの性質を調整できる。 $1.0 \times 10^3 \text{ g}$  のポリ酢酸ビニルを部分的にけん化したところ、 $8.0 \times 10^2 \text{ g}$  のポリビニルアルコールが得られた。このとき、けん化されたエステル結合の割合〔%〕を求めよ。

問 8. 以下の①~⑤のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。該当するものがない場合は、解答欄に「なし」と記せ。

- ① 木綿、絹、天然ゴムの主成分のうち、ヒドロキシ基を含むものは木綿と絹の主成分である。
- ② デオキシリボ核酸中のアデニンにはヒドロキシ基をもつ。
- ③ ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の一部を無水酢酸と反応させるとビニロンが得られる。
- ④ 酸を触媒としてフェノールとホルムアルデヒドを反応させると、複数のフェノールのヒドロキシ基とホルムアルデヒドから生じるアセタール構造( $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$ )をもつノボラックが生成する。
- ⑤ デンプン水溶液に強い光線をあてるとチンダル現象が見られる。



5 次の文章を読み、以下の問1から問5に答えよ。

(配点比率 工・応生：20%)

物質は物質ごとに固有のエネルギーをもつので、化学反応により熱が入り出す。化学反応の進行に伴って放出もしくは吸収される熱のことを反応熱といい、反応物のエネルギーの和が生成物のエネルギーの和よりも **ア** {大きければ | 小さければ} 発熱反応となり、その逆であれば吸熱反応となる。実験による測定が難しい反応熱は、ヘスの法則を利用して求めることができる。例えば、黒鉛 C から一酸化炭素 CO を生成する反応の反応熱を直接測定することは困難であるが、<sup>(a)</sup>黒鉛 C の燃焼熱と一酸化炭素 CO の燃焼熱を用いて計算により求めることができる。<sup>(b)</sup> また、エネルギーは化学反応の進行にも関連する。化学反応が進行するためには、反応物どうしが衝突し **イ** 状態とならなければならない。このために必要なエネルギーは **イ** エネルギーという。

問 1. **ア** にあてはまる適切な語句を{ }内から選んで答えよ。また、**イ** にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 2. 下線部(a)を説明した次の文について、**ウ** および **エ** にあてはまる適切な語句を{ }内から選んで答えよ。

化学反応の反応熱は、反応の **ウ** {経路 | 温度 | 初めの状態と終わりの状態} によらず、反応の **エ** {経路 | 温度 | 初めの状態と終わりの状態} のみで決まる。

問 3. 下線部(b)に関する以下の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 1 mol の黒鉛 C を完全燃焼させたときの熱化学方程式と、1 mol の一酸化炭素 CO を完全燃焼させたときの熱化学方程式を示せ。黒鉛 C の燃焼熱は 394 kJ/mol、一酸化炭素 CO の燃焼熱は 283 kJ/mol とする。
- (2) 黒鉛 C から一酸化炭素 CO を生成する反応の反応熱 [kJ/mol] を求めよ。
- (3) 下線部(b)の理由を 25 字以内で説明せよ。

問 4. メタンとエタンの混合気体を標準状態で 11.2 L とり，完全燃焼させた。このとき，二酸化炭素が 33.0 g 発生した。メタンの燃焼熱を 890 kJ/mol，エタンの燃焼熱を 1560 kJ/mol として以下の(1)および(2)に答えよ。

(1) この混合気体中のメタンとエタンの物質量比を，最も簡単な整数値で答えよ。

(2) この混合気体を完全燃焼させたときに生じる熱量 [kJ] を求めよ。

問 5. 以下の①～⑤のうち，正しいものをすべて選び，記号で答えよ。該当するものがない場合は，解答欄に「なし」と記せ。

- ① 触媒には  エネルギーを小さくする働きがある。
- ② 触媒を用いることで生成物が安定化し，より多くの熱を放出するようになる。
- ③ 触媒には逆反応の  エネルギーを小さくする働きがある。
- ④ 温度を上げるほど  エネルギーが小さくなるため，反応が進みやすくなる。
- ⑤  エネルギーは通常，分子の構成原子の結合エネルギーの和よりも大きい。





