

(2017年度)

1 化学問題 (90分)

(この問題冊子は26ページ, 6問である。)

受験についての注意

1. 試験監督者の指示があるまで, 問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に, 試験監督者から指示があったら, 解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し, 所定の欄に氏名を記入すること。次に, 解答用紙の右側のミシン目にそって, きれいに折り曲げてから, 受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し, 机上に置くこと。
3. 試験監督者から試験開始の指示があったら, この問題冊子が, 上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は, HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能, 計算機能, 辞書機能やスマートウォッチなどのウェアラブル端末を使用してはならない。
5. 解答は, 解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで, そのマーク欄をぬりつぶすこと。
6. マークをするとき, マーク欄からはみ出したり, 白い部分を残したり, 文字や番号, ○や×をつけたりしてはならない。また, マーク箇所以外の部分には何も書いてはならない。
7. 訂正する場合は, 消しゴムでていねいに消すこと。消しきらずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり, 破ったりしてはならない。
9. 試験監督者の許可なく試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子, 計算用紙は必ず持ち帰ること。

解 答 上 の 注 意

- (1) 数値による解答は、各問に指示されたように記述せよ。

答えが0(ゼロ)の場合、特に問中に指示がないときはa欄をマークせよ。

有効数字2桁で解答する場合、位取りは、次のように小数点の位置を決め、記入例のようにマークせよ。

$$0.30 \rightarrow 3.0 \times 10^{-1}$$

$$1.24 \rightarrow 1.2 \times 10^0$$

$$17.5 \rightarrow 1.8 \times 10^{+1}$$

記入例： 3.0×10^{-1}

1 の 桁										0.1 の 桁										指 数											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	+	0	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9

指数が0(ゼロ)の場合は正負の符号にはマークせず、0(ゼロ)のみマークせよ。

指 数											
+	0	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9

- (2) 計算を行う場合、必要ならば次の値をもちいよ。

原子量 H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Na : 23.0

 Si : 28.0 P : 31.0 S : 32.0 Cl : 35.0 K : 39.0

 Ca : 40.0 Fe : 56.0 Br : 80.0 I : 127 Ba : 137

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

0 K(絶対零度) = -273°C

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

- (3) 標準状態(0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)での気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。
- (4) pH は水素イオン指数である。
- (5) 単位として使われている L はリットルを、mL はミリリットルを表す。
- (6) $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ はそれぞれ 1.414, 1.732 とする。

1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

モル濃度 x mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液をホールピペットで 10.0 mL はかりとってビーカーへ移した。ここに、 y g の炭酸ナトリウム Na_2CO_3 を加え、溶解させ室温にした。これをアルカリ混合溶液 A とする。この x と y の値を求めるため、濃度が正確にわかっている塩酸をもちいて、以下のような滴定実験をおこなった。なお、フェノールフタレインの変色域は pH 8.0 (無色) ~ pH 9.8 (赤色)、メチルオレンジの変色域は pH 3.1 (赤色) ~ pH 4.4 (橙黄色) である。

操作 I アルカリ混合溶液 A をすべて 50 mL のメスフラスコに移し、標線まで水を加え、アルカリ混合溶液 B をつくった。また、適切な方法でビュレットに 0.100 mol/L 塩酸をみたした。⁽ⁱ⁾

操作 II 溶液 B をホールピペットで 10.0 mL はかりとってコニカルビーカーに移し、指示薬としてフェノールフタレイン溶液を 1 滴加えた。この溶液に 0.100 mol/L 塩酸をビュレットから滴下していき、溶液の色が赤色から無色に変わったところを第 1 中和点とした。第 1 中和点までに加えた塩酸の体積は p mL であった。

操作 III 操作 II に続き、さらに指示薬としてコニカルビーカー内の溶液にメチルオレンジ溶液を 3 滴加え、0.100 mol/L 塩酸で滴定を続けた。溶液の色がわずかに変色した時点で滴定を一時中断し、反応溶液を穏やかに加熱した。⁽ⁱⁱ⁾ 溶液を室温まで冷却した後、さらに塩酸を滴下して溶液の色がわずかに赤く変色したところを第 2 中和点とした。操作 II と III で加えた塩酸の体積の合計は q mL であった。

操作 IV 操作 I でつくった溶液 B を、別にホールピペットで 10.0 mL はかりとってコニカルビーカーに移し、溶液に 1.0×10^5 Pa, 37.0 °C の呼気を 83.0 mL 吹き込んだ。このとき、沈殿の発生は見られなかった。その後、操作 II・操作 III と同様の滴定をおこなったところ、第 1 中和点までに加えた塩酸の体積は p' mL であり、第 2 中和点までに加えた塩酸の体積の合計は q' mL であった。

操作V 操作Iでつくった溶液Bを、別にホールピペットで20.0 mLはかりとってコニカルビーカーに移した。この溶液に、白色沈殿が生じなくなるまで0.100 mol/L塩化バリウム BaCl_2 水溶液を十分に加えた。さらに指示薬としてフェノールフタレイン溶液を1滴加え、0.100 mol/L塩酸をビュレットから滴下した。溶液の色が赤色から無色に変わったところを中和点とした。このとき、中和点までに加えた塩酸の体積は r mLであった。

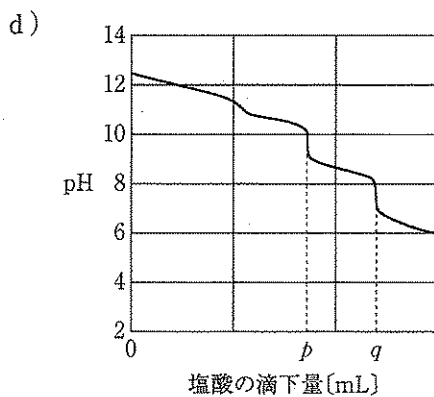
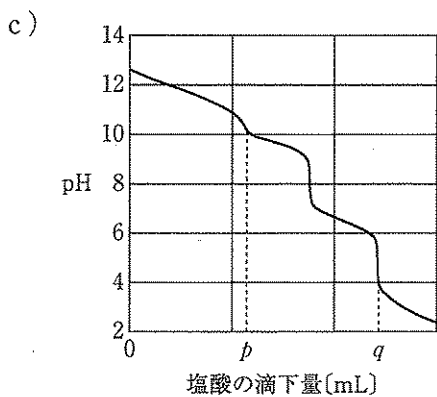
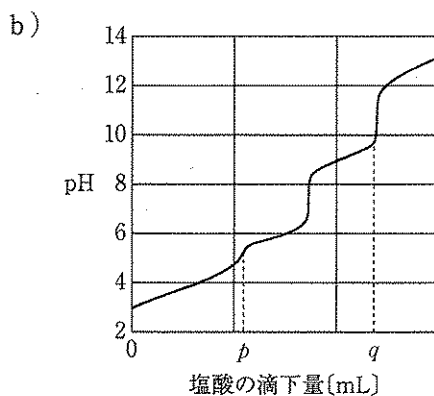
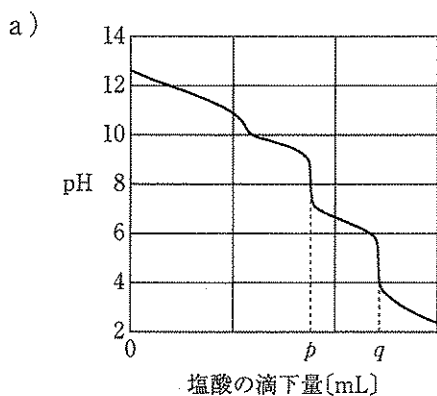
問1 下線部(i)の方法として、もっとも適切なものを、次のa)～e)から1つ選べ。

- a) 滴定にもちいる塩酸を少量もちいてビュレットを数回洗ったのち、そのまま塩酸を入れる。
- b) 滴定にもちいる塩酸を少量もちいてビュレットを数回洗い、乾燥したのち、塩酸を入れる。
- c) 滴定にもちいる塩酸でビュレットを一度みだし、そのすべてを捨てたのち、塩酸を入れる。
- d) ビュレットを純水で数回洗ったのち、そのまま塩酸を入れる。
- e) ビュレットを純水で数回洗い、乾燥したのちに塩酸を入れる。

問2 下線部(ii)の操作を行う理由として、もっとも適切なものを、次のa)～f)から1つ選べ。

- a) 発生した炭酸水素ナトリウムを完全に分解するため。
- b) 溶液中に存在する二酸化炭素を追い出すため。
- c) 滴定により増大した溶液の量を適度に減らすため。
- d) 指示薬の発色反応を完全に進ませるため。
- e) 溶液中に存在する酸素を追い出すため。
- f) 中和反応は吸熱反応であるため。

問3 操作ⅡとⅢの滴定でのpH変化を示す図として、もっとも適切なものを、次のa)～d)から1つ選べ。



問4 アルカリ混合溶液B 10.0 mL 中の水酸化ナトリウムと反応した塩酸の体積は、 p 、 q をもちいてどのように表すことができるか。次のa)～f)から1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

a) p b) $q - p$ c) $2p - q$

d) $2q - p$ e) $\frac{q - p}{2}$ f) $\frac{p + q}{2}$

問5 $p = 17.0$ mL, $q = 25.0$ mL のとき、 x [mol/L] と y [g] の値はそれぞれいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問6 操作Ⅳの結果、 p と p' の値は異なっていた。 $p = 17.0 \text{ mL}$ 、 $q = 25.0 \text{ mL}$ のとき、 p' と q' の大小関係について正しい記述を、次のa)～f)から1つ選べ。ただし、呼気中の二酸化炭素 CO_2 濃度は体積比で3.1%とし、呼気中のほかの成分は反応に影響を与えなかったとする。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

a) $p' > 17.0 \text{ mL}$ かつ $q' > 25.0 \text{ mL}$

b) $p' > 17.0 \text{ mL}$ かつ $q' = 25.0 \text{ mL}$

c) $p' > 17.0 \text{ mL}$ かつ $q' < 25.0 \text{ mL}$

d) $p' < 17.0 \text{ mL}$ かつ $q' > 25.0 \text{ mL}$

e) $p' < 17.0 \text{ mL}$ かつ $q' = 25.0 \text{ mL}$

f) $p' < 17.0 \text{ mL}$ かつ $q' < 25.0 \text{ mL}$

問7 $p = 17.0 \text{ mL}$ 、 $q = 25.0 \text{ mL}$ のとき、操作Ⅴにおいて中和点までに加えた塩酸の体積 r は何 mL か。有効数字2桁で答えよ。

2 次の文章を読み、問8～問12に答えよ。

密閉された容器中で水素 H_2 とヨウ素 I_2 を加熱するとヨウ化水素 HI が生成する(反応式(1))。

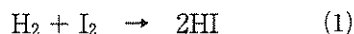
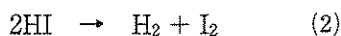


表1は、ある温度でのヨウ化水素 HI の生成反応における、ヨウ化水素の物質質量変化を示している。このとき、反応前の水素 H_2 とヨウ素 I_2 の単位体積あたりの物質質量 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ は、ともに 0.120 mol/L であった。

表1 ヨウ化水素の生成反応における単位体積あたりの物質質量 $[\text{HI}]$

反応時間 [s]	$[\text{HI}]$ [mol/L]
0	0.00
60	3.50×10^{-2}
120	6.00×10^{-2}
180	8.00×10^{-2}
240	9.50×10^{-2}
300	1.06×10^{-1}

一方、密閉容器の中でヨウ化水素を加熱すると、水素とヨウ素に分解される(反応式(2))。

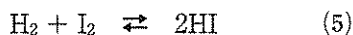


水素とヨウ素との加熱において、ヨウ素はすべて気体になっているとし、式(1)、(2)以外の反応が起こらないとすると、式(1)、(2)の反応速度 v_1 、 v_2 は反応物の単位体積あたりの物質質量と速度定数 k_1 、 k_2 をもちいて、次のように表すことができる(式(3)、(4))。

$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2] \quad (3)$$

$$v_2 = k_2[\text{HI}]^2 \quad (4)$$

式(1), (2)の反応のように, 左右どちらの向きにも進む反応を可逆反応といい, 式(5)のように表される。



反応時間の経過とともに反応速度が変化していき, あるところで v_1 と v_2 が等しい平衡状態となる。このとき平衡定数 K は式(6)のように表される。

$$K = \frac{k_1}{k_2} \quad (6)$$

式(1), (2)の反応では活性化状態とよばれるエネルギーの高い中間状態がある。反応物を活性化状態にするのに必要な最小のエネルギーを活性化エネルギーという。触媒がないときの式(1), (2)の反応の活性化エネルギーはそれぞれ 174 kJ/mol, 184 kJ/mol である。これらは水素とヨウ素の結合エネルギーの和 581 kJ/mol より低い。一方, 触媒をもちいると活性化エネルギーは変化する。例えば, 白金触媒をもちいた式(1)の反応の活性化エネルギーは 49 kJ/mol になる。これは活性化エネルギーがより小さい反応経路で反応が進行することを表している。

問 8 表 1 のデータから, 反応時間 60~120 秒間における水素の減少速度は, 平均で何 mol/(L·s) となるか。有効数字 2 桁で答えよ。

問9 反応速度定数 $k_1 = 5.02 \times 10^{-2} \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ のとき、式(3)における反応速度 v_1 と反応時間の関係はどのようなになるか。表1のデータから求められる曲線としてもっとも適しているものを、図1中の曲線 a) ~ f) から1つ選べ。

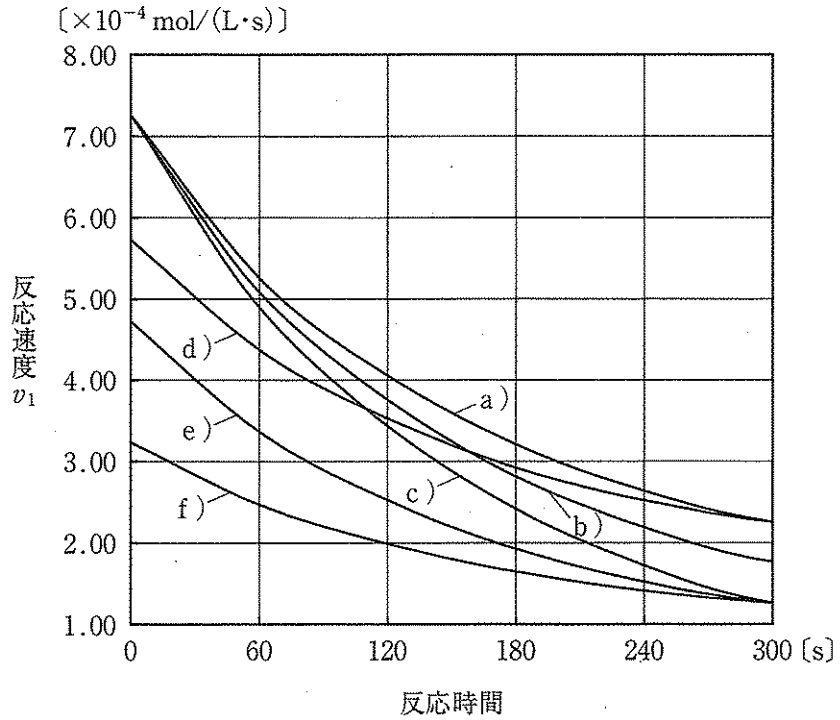


図1 反応速度 v_1 と反応時間の関係

問10 式(1), (2)の反応に関する正しい記述を, 次の a) ~ e) からすべて選べ。

該当する選択肢がない場合は, z 欄をマークせよ。

- a) 式(1)の反応では, 反応の温度が高くなるにつれ, 活性化エネルギーを超える大きな運動エネルギーをもつ分子の割合も増加していく。
- b) 式(1)の反応では, 最初に水素とヨウ素の分子すべてが原子の状態となり, 続いて活性化状態になることによって反応が進行する。
- c) 式(2)の反応熱は 5 kJ/mol である。
- d) 白金触媒をもちいたとき, 式(2)の反応速度は, 白金触媒をもちいないときと変わらない。
- e) 白金触媒をもちいたとき, 式(2)の反応の活性化エネルギーは 59 kJ/mol である。

問11 水素 2.2 mol とヨウ素 2.2 mol を密閉容器に入れ, 容器の体積を 10.0 L にして温度 T に保ったところ, 式(5)の可逆反応が平衡状態に達し, その平衡定数は 49 であった。次に, 温度を変えずに, この容器の体積を 10.0 L から 5.0 L にしたところ, 容器内の気体はふたたび平衡状態に達し, 平衡定数は 49 であった。この一連の操作について, 容器の体積を a) 10.0 L と b) 5.0 L としたときの, 平衡状態におけるヨウ化水素の容器内の物質量は, それぞれ何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。

問12 様々な物質比の水素とヨウ素を、合計で1.00 mol になるように体積が5.0 L で一定の密閉容器にそれぞれ入れ、温度 T での式(5)の可逆反応の平衡状態における各物質の物質量を調べた。いずれの場合でも、この可逆反応の平衡定数は64であった。このときの反応前の水素の単位体積あたりの物質量と、平衡状態での水素の単位体積あたりの物質量との関係を示した曲線にもっとも適したものを、次の図2中の曲線 a) ~ f) から1つ選べ。

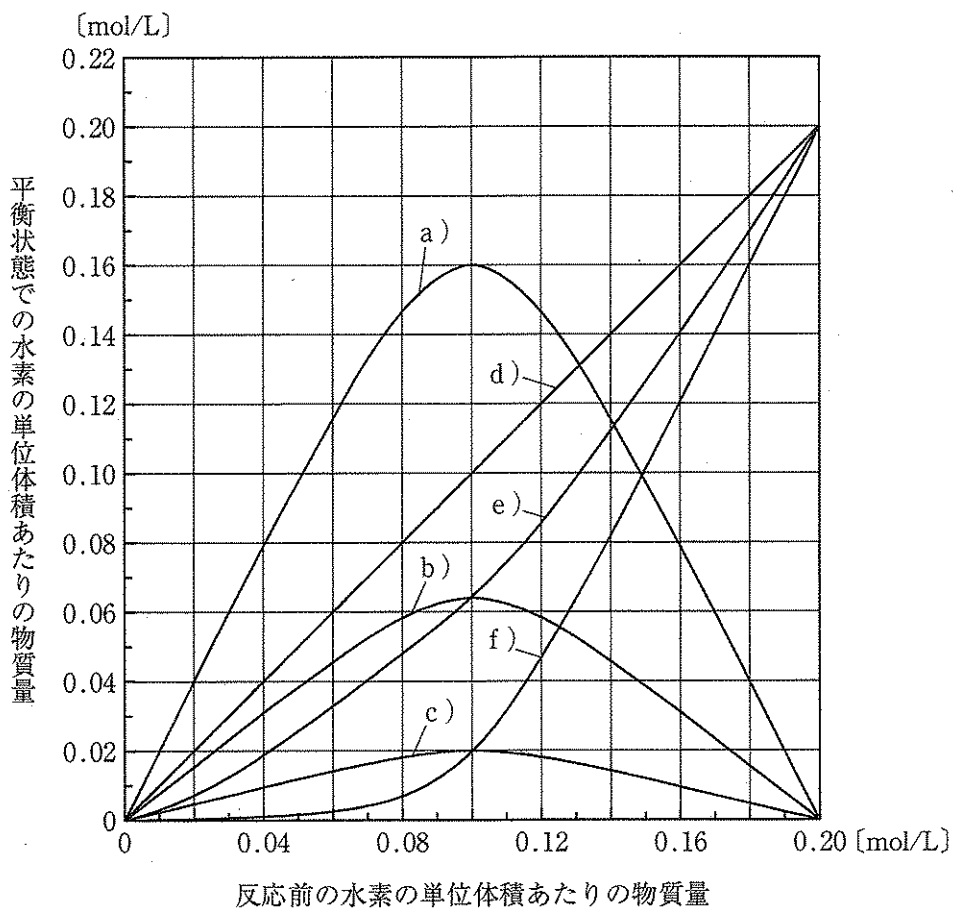


図2 反応前と平衡状態での水素の単位体積あたりの物質量 $[H_2]$ の関係

3 次の文章 I, II を読み, 問 13~問 16 に答えよ。

I 物質は固有のエネルギーをもつので, 物質が変化するときは, エネルギー保存の法則により, エネルギーの出入りがある。化学反応の進行にともなって, 放出または吸収されるエネルギーを反応熱という。また, エネルギーを放出する反応を発熱反応といい, エネルギーを吸収する反応を吸熱反応という。

反応熱には, いくつかの種類がある。表 2 にはいくつかの物質について, 25°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における生成熱, 燃焼熱, 溶解熱の値を示した。

表 2 反応熱 [kJ/mol] (25°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における値)

[生成熱]		
エタン	C_2H_6 (気)	84
プロパン	C_3H_8 (気)	106
一酸化炭素	CO (気)	111
二酸化炭素	CO_2 (気)	394
酸化鉄(Ⅲ)	Fe_2O_3 (固)	824
水	H_2O (液)	286
水蒸気	H_2O (気)	242
アンモニア	NH_3 (気)	46
[燃焼熱]		
メタン	CH_4 (気)	891
メタノール	CH_3OH (液)	726
ヘキサン	C_6H_{14} (液)	4167
一酸化炭素	CO (気)	283
[水への溶解熱]		
硝酸カリウム	KNO_3 (固)	-35

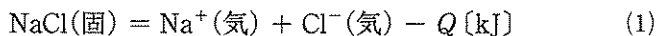
問13 表2のデータをもとにして、熱に関する正しい記述を、次のa)～e)からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

- a) 一酸化炭素 CO 2 mol と酸素 O_2 1 mol から二酸化炭素 CO_2 2 mol が生成するときに 566 kJ の熱が発生する。
- b) メタン CH_4 8 g を燃焼させるときに発生する熱は、メタノール CH_3OH 24 g を燃焼させるときに発生する熱よりも大きい。
- c) 窒素 N_2 1 mol と水素 H_2 1 mol からアンモニア NH_3 が生成するとき、46 kJ の熱が発生する。
- d) 25°C における水の蒸発熱は、44 kJ/mol である。
- e) 水に硝酸カリウム KNO_3 を溶解させると、水溶液の温度はもとの水の温度よりも上昇する。

問14 酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 は、高炉の中でコークス(主成分: C)から生じた一酸化炭素 CO と反応して、鉄 Fe と二酸化炭素 CO_2 になる。この反応において、酸化鉄(Ⅲ) 1 mol を完全に反応させたときの反応熱は何 kJ/mol か。有効数字2桁で答えよ。

問15 エタン C_2H_6 0.50 mol とプロパン C_3H_8 1.50 mol からなる 25°C の混合気体を完全燃焼させたときに発生した熱と、 25°C のヘキサン C_6H_{14} x mol を完全燃焼させたときに発生した熱が等しかった。 x は何 mol か。有効数字2桁で答えよ。ただし、燃焼によって生じた水は液体の状態であるとする。

II イオン結晶において、1 mol の結晶を気体状態のイオンにするのに必要なエネルギーを、格子エネルギーという。例えば、塩化ナトリウム NaCl の結晶の格子エネルギー Q [kJ/mol] は式(1)で表すことができる。



塩化ナトリウムの格子エネルギーは直接測定できないため、ヘスの法則をもちいて、各過程の熱化学方程式から求めることができる。また、これらの熱化学方程式のエネルギーは図3として表すことができる。このような、実験値に基づき格子エネルギーを算出するための循環過程を、ボルン・ハーバーサイクルという。

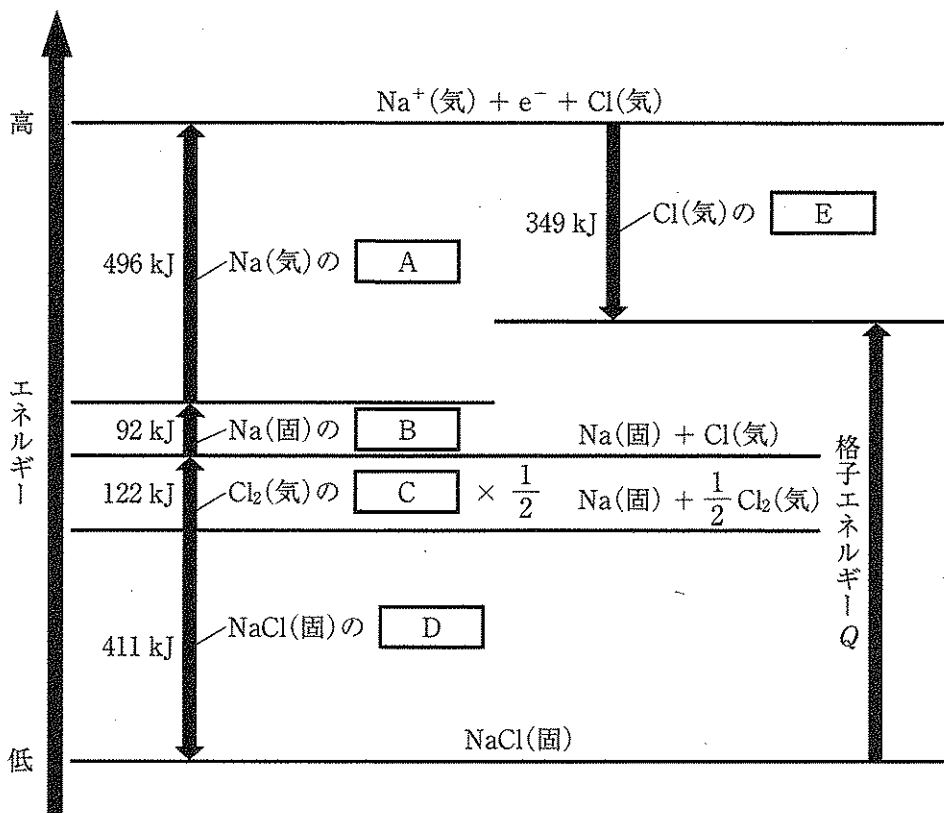


図3 ボルン・ハーバーサイクル

問16.

A

 ~

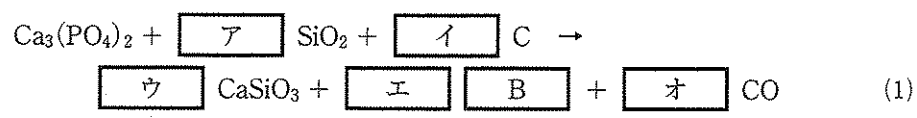
E

 にあてはまる語句を、次の a) ~ o) からそれぞれ1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- | | | |
|--------------|-------------|-----------|
| a) イオン化エネルギー | b) 活性化エネルギー | c) 凝固熱 |
| d) 凝縮熱 | e) 結合エネルギー | f) 昇華熱 |
| g) 蒸発熱 | h) 生成熱 | i) 電気陰性度 |
| j) 電子親和力 | k) 電離度 | l) 熱エネルギー |
| m) 光エネルギー | n) 非共有電子対 | o) 融解熱 |

4 次の文章を読み、問 17～問 20 に答えよ。

リンは、リン鉱石(主成分： $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)にケイ砂(主成分： SiO_2)とコークス(主成分： C)を混ぜたものを高温で反応させてつくられる。このときに発生したリンの蒸気を、水中で固化させると、A が得られる。この反応は式(1)のように表される。



A は分子式 B で表され、C 中で自然発火する。一方、C を遮断して 250°C で A を加熱すると D になる。

(i) D を酸素中で燃焼させると、E になる。E を水に加えて加熱すると、F の結晶になる。

問17 A ～ F にあてはまる語句を、次の a) ～ m) からそれぞれ 1 つ 選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ b) P c) P_4
- d) 黄リン e) 空気 f) 十酸化四リン
- g) 真空 h) 赤リン i) 窒素
- j) ニリン酸 k) リン酸 l) リン酸エステル
- m) リン酸カルシウム

問18 ～ にあてはまる数を、次の a) ～ m) からそれぞれ 1つ選べ。同じ選択肢を何度使用しても良い。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) $\frac{1}{4}$ b) $\frac{1}{3}$ c) $\frac{1}{2}$ d) 1 e) 2
f) 3 g) 4 h) 5 i) 6 j) 7
k) 8 l) 9 m) 10

問19 下線部(i)について、 の性質として誤りを含むものを、次の

a) ～ e) から 1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) と比べて融点が高い。
b) と比べて密度が高い。
c) と比べて発火点が低い。
d) と比べて毒性が低い。
e) と は互いに同素体である。

問20 リン鉱石と硫酸 H_2SO_4 を反応させると、リン酸二水素カルシウム $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ とセッコウ CaSO_4 との混合物である過リン酸石灰が得られる。リン鉱石中のリン酸カルシウム $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の質量比が 93 % のとき、1000 kg のリン鉱石と反応させるのに必要な硫酸の量は何 kg か。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、硫酸の質量パーセント濃度は 98 % とし、リン鉱石中の不純物は硫酸と反応しないものとする。

5 次の文章 I, II を読み, 問 21~問 27 に答えよ。

I 組成式 CH で表される化合物 A は, 室温で気体の脂肪族炭化水素である。はじめに化合物 A は 39.0 g あった。これを 13.0 g ずつに分け, 次の三つの反応をおこなった。

- 1) 化合物 A 13.0 g に, 硫酸水銀(II)を触媒として水 9.00 g と反応させると, 化合物 B が得られた。化合物 B にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると, 黄色沈殿が生じた。化合物 B を触媒と酸素をもちいて酸化すると, 分子量が 60 の化合物 C が得られた。
- 2) 化合物 A 13.0 g に, 酢酸亜鉛を触媒として, 1) でつくった化合物 C を付加させると化合物 D が得られた。
- 3) 化合物 A 13.0 g を鉄触媒とともに加熱することにより, 組成式 CH で表される芳香族化合物 E が得られた。

問21 化合物 A の分子式を C_aH_a , 化合物 E の分子式を C_bH_b としたとき, a, b をそれぞれ 1~9 までの整数で答えよ。10 以上の場合は, z 欄をマークせよ。

問22 化合物A～Eに関する説明として正しいものを、次のa)～g)からそれぞれ1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

- a) 水に溶けて弱酸性を示す。濃硫酸を触媒として、エタノールとともに加熱すると脱水縮合し、エステル化合物が得られる。
- b) 縮重合を起し、高分子化合物を与える。得られる高分子化合物は衣料用の繊維などにもちいられる。
- c) 重合反応の原料となり、付加重合してできる高分子化合物を加水分解すると、水溶性の高分子化合物が得られる。
- d) カルシウムカーバイド CaC_2 と水との反応から得られる。燃焼熱が大きいため酸素とともに燃焼させ、金属の溶接や切断にもちいられる。
- e) アンモニア性硝酸銀水溶液とともに加熱すると、容器に銀鏡が生じる。
- f) 濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて 60°C で反応させると、ニトロ化合物が得られる。このニトロ化合物を還元した化合物は染料の原料となる。
- g) 疎水基と親水基をバランスよくもちあわせ、洗浄作用を示すので、合成洗剤の主成分としてもちいられる。

問23 化合物A 7.80 gに臭素 Br_2 を反応させた。完全に反応させるためには少なくとも何gの臭素が必要か。有効数字2桁で答えよ。

問24 標準状態で9.00 Lの化合物Aをもちいて、上の文章Iの1), 2)の方法と同様に、化合物Dをつくりたい。最大で何gの化合物Dをつくることができるか。有効数字2桁で答えよ。

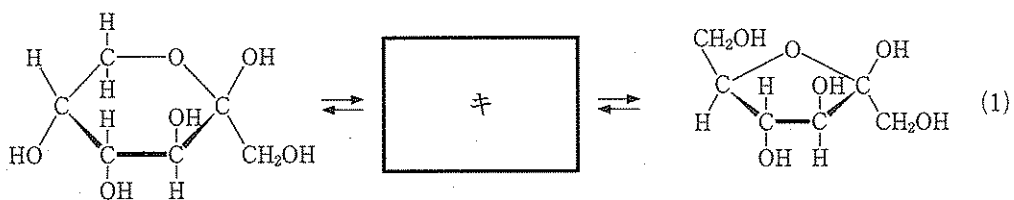
II 糖類のうち、単糖類には **ア** , フルクトース, ガラクトースなどがある。これらはいずれも還元糖であり, 水溶液は **イ** 反応を示す。一方, $C_xH_yO_z$ の分子式をもつ **ウ** 類には **エ** , マルトース, ラクトースなどがあり, このうち **エ** は還元糖ではない。 **エ** は加水分解して2分子の単糖を生じるが, この反応を **オ** といい, 得られる単糖を **オ** 糖という。マルトースは, デンプンにアミラーゼという酵素を作用させると得られ, マルトースを加水分解すると2分子の **ア** が得られる。 **ウ** 類やデンプンに見られる, 単糖どうしが結合した部分を特に **カ** 結合という。

問25 **ア** ~ **カ** にあてはまる語句を, 次の a) ~ t) からそれぞれ1つ選べ。該当する選択肢がない場合は, z欄をマークせよ。

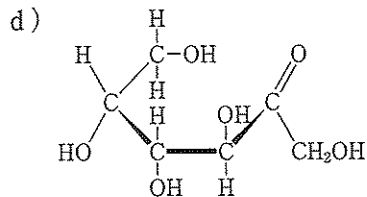
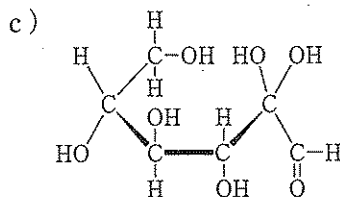
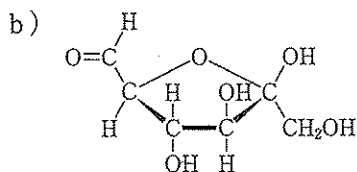
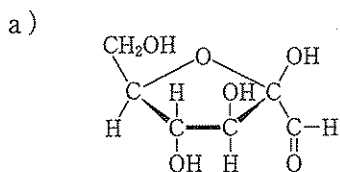
- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| a) アミド | b) アルドース | c) エステル |
| d) オリゴ | e) 希少 | f) 銀鏡 |
| g) グリコーゲン | h) グリコシド | i) グルコース |
| j) ケトース | k) 合成 | l) スクロース |
| m) セロビオース | n) 多糖 | o) デキストリン |
| p) 転化 | q) 二糖 | r) ニンヒドリン |
| s) ビウレット | t) 変性 | |

問26 下線部(i)について, x, y, zに入る数をそれぞれ2桁までの整数で答えよ。ただし, 答えが1桁の場合, 10の桁は0(ゼロ)の欄をマークせよ。

問27 ある糖は、水溶液中で式(1)のような平衡状態にあるために還元性を示す。



キ にあてはまる構造として適当なものを、a) ~ d) から1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。



6 次の文章 I, II を読み, 問 28~問 33 に答えよ。

I 機能性高分子の一つであるイオン交換樹脂は, 水溶液中のイオンを交換するために使用する合成樹脂である。一般に, スチレンに少量の *p*-ジビニルベンゼン(図 4)を加えて, **K** 重合により共重合させると, ポリスチレン鎖が架橋され, 三次元的な網目構造の高分子ができる。これに, スルホ基-SO₃H を導入したものを, **A** イオン交換樹脂という。また, アルキルアンモニウム基-N⁺R₃ を導入したものを, **B** イオン交換樹脂という。

塩化ナトリウム水溶液を **C** イオン交換樹脂に通すと, 水溶液中のナトリウムイオンとイオン交換樹脂中の **L** イオンが交換して, 流れてくる溶液は **M** になる。次に, この溶液を **D** イオン交換樹脂に通すと純水が得られる。イオン交換樹脂がイオンを交換する反応は, いずれも **N** 反応である。**E** イオン交換樹脂の機能が低下した場合, 多量の酸を流すと, その機能はもとに戻る。この操作をイオン交換樹脂の **O** という。

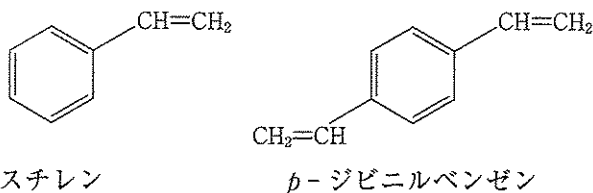


図 4 スチレンと *p*-ジビニルベンゼンの構造式

問28 A ~ E に該当するイオン交換樹脂は何か。陽イオン交換樹脂には⊕, 陰イオン交換樹脂には⊖をマークせよ。該当する選択肢がない場合は, z欄をマークせよ。

問29 K ~ O にあてはまる語句を, 次のa) ~ p) からそれぞれ1つ選べ。該当する選択肢がない場合は, z欄をマークせよ。

- a) 塩化物 b) 塩基性 c) 可逆 d) 還元
e) 再生 f) 酸化 g) 酸性 h) 修復
i) 縮合 j) 水酸化物 k) 水素 l) 脱水
m) 中性 n) 中和 o) ナトリウム p) 付加

問30 スチレン 52 g に物質質量比が 13 : 1 (スチレン : *p*-ジビニルベンゼン) になるように *p*-ジビニルベンゼンを混合し, 共重合して高分子化合物 X を得た。これを濃硫酸でスルホン化すると, 高分子化合物 X 中にあるスチレン由来のベンゼン環のパラ位だけがすべてスルホン化されたイオン交換樹脂 Y が得られた。イオン交換樹脂 Y は, 最大で何 g 得られるか。有効数字 2 桁で答えよ。

問31 イオン交換樹脂 Z を 1.0 g はかりとり, カラムにつめた。これに, 十分な量の塩化ナトリウム水溶液を流し, 完全にイオン交換した。流出したすべての溶液を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ, 中和点までに加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積は 20 mL であった。カルシウムイオン 200 mg を含む水溶液 1.0 L 中のすべてのカルシウムイオンをイオン交換するには, イオン交換樹脂 Z が少なくとも何 g 必要か。有効数字 2 桁で答えよ。

II ゴムノキから得られる白い樹液を **A** という。 **A** はコロイド溶液であり、これに酸を加えて凝析させたものを天然ゴムという。天然ゴムは **B** が **C** 重合した構造をもち、 $(C_5H_8)_n$ の分子式で表される。これに硫黄を加えて加熱すると架橋構造が形成される。この操作を **D** という。 **D** によってゴムの **E** が大きくなり、生じたゴムを **E** ゴムという。

F ゴムは、1,3-ブタジエンやクロロプレンなど **B** に似た構造の **G** を **C** 重合して得られる。スチレンと1,3-ブタジエンを共重合させるとスチレン-ブタジエンゴム(SBR)が得られる。

問32 **A** ~ **G** にあてはまる語句を、次のa) ~ n) からそれぞれ1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

- | | | | |
|----------|----------|--------|-------|
| a) イソプレン | b) エポナイト | c) 可塑化 | d) 加硫 |
| e) 強度 | f) 合成 | g) 縮合 | h) 単体 |
| i) 単量体 | j) 弾性 | k) 生 | l) 付加 |
| m) ペンタン | n) ラテックス | | |

問33 触媒存在下でスチレン-ブタジエンゴム(SBR) 2.0 gと水素 H_2 を反応させたところ、標準状態で0.56 Lの水素を必要とした。このSBRを合成するとき、スチレンの物質質量に対して1,3-ブタジエンは物質質量比で何倍もちいたか。もっとも近い値を、次のa) ~ n) から1つ選べ。ただし、もちいたスチレンと1,3-ブタジエンはすべて反応したものとし、水素はスチレンのベンゼン環とは反応しないものとする。

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| a) 0.17 | b) 0.20 | c) 0.25 | d) 0.33 | e) 0.50 |
| f) 1.0 | g) 2.0 | h) 3.0 | i) 4.0 | j) 5.0 |
| k) 6.0 | l) 7.0 | m) 8.0 | n) 9.0 | |