

クラス		受験番号		解答用紙番号・コード ※解答用紙冊子記載の番号とコードを転記してください。			
出席番号		氏名					

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

2021年度 第1回 全統共通テスト模試問題

理科① [物理基礎 化学基礎] (2科目 100点 60分)
[生物基礎 地学基礎]

理科② [物 理 化 学] (2科目 200点 120分)
[生 物 地 学] (1科目 100点 60分)

模擬試験の問題および解答解説は著作物であり、著作権法およびその他の法律で保護されています。法律上で認められている範囲を超えて、無断でコピーしたり、WEB上に掲載したりするなどの行為ならびに、その他厳正な試験の運営を妨げる行為を固く禁止します。

注 意 事 項

- 1 出題科目、ページ、選択方法及び解答用紙については、下表のとおりです。
* 理科の3科目選択は理科①から2科目と理科②から1科目の組み合わせに限り
ます。

理科①

出題科目	ページ	選 択 方 法	解答用紙
物理基礎	4~19	左の4科目のうちから、1科目又は2科目を選択し、解答しなさい。 * 大学入学共通テストを課す大学を志望する場合は、必ず2科目を選択し、解答しなさい。解答時間(60分)の配分は自由です。 * 1科目のみを解答する場合でも、2科目を解答する場合でも、試験時間は60分です。	[理科①]解答用紙に1科目又は2科目を解答しなさい。
化学基礎	20~31		
生物基礎	32~47		
地学基礎	48~61		

理科②

出題科目	ページ	選 択 方 法	解答用紙
物 理	62~85	左の4科目のうちから、1科目又は2科目を選択し、解答しなさい。 * 第1解答科目を指定している大学については、第1解答科目の成績を用いて合格可能性評価を行うので、注意して選択しなさい。	[理科②(第1解答科目)]と[理科②(第2解答科目)]の2種類があります。 1科目のみを選択する場合は、[理科②(第1解答科目)]解答用紙に解答しなさい。
化 学	86~111		
生 物	112~143		
地 学	144~172		

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

河合塾



化 学

(解答番号 ~)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	Li	6.9	O	16	Na	23
Mg	24	Al	27	S	32	Cl	35.5
Ca	40	Cu	64	Ag	108	Pb	207

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 21)

問 1 次ページの表 1 は、原子番号 Z から $Z+7$ の元素ア~ク(ただし、 $Z \leq 13$)について、原子のイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)と電子親和力、および単体の融点と沸点を示したものである。ただし、同素体が存在する元素では、 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ で最も安定な同素体の融点と沸点を示した。表 1 に関する次ページの問い(a・b)に答えよ。

表1 原子番号 $Z \sim Z+7$ の元素の原子・単体に関するデータ

	原子番号	イオン化エネルギー (kJ/mol)	電子親和力 (kJ/mol)	融点 ($^{\circ}\text{C}$)	沸点 ($^{\circ}\text{C}$)
ア	Z	1314	141	-218	-183
イ	$Z+1$	1681	328	-220	-188
ウ	$Z+2$	2081	<0	-249	-246
エ	$Z+3$	496	53	98	883
オ	$Z+4$	738	<0	649	1090
カ	$Z+5$	578	43	660	2470
キ	$Z+6$	787	134	1410	2360
ク	$Z+7$	1012	72	44	280

(注 ウ、オの原子の電子親和力は負の値であるが、正確な値は確定していない。)

a 表1中の元素のうち、単体が 25°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で気体であるものはいくつあるか。正しい数を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

b 表1中の元素に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① アとエからなる化合物として、アのイオンとエのイオンが1:2の数の比(ア:エ)で含まれるイオン結晶が存在する。
 ② イの単体は、二原子分子である。
 ③ ウの原子は、陽イオンにも陰イオンにもなりにくい。
 ④ キの単体の結晶は、分子結晶である。
 ⑤ クには、同素体が存在する。

化学

問2 非金属元素の原子どうしは、共有結合を形成して分子や多原子イオンをつくりやすい。分子や多原子イオンにおいて、それぞれの原子は、周期表で同じ周期の貴ガス元素の原子と同じ電子配置をとることが多く、この場合、共有電子対の総数について次の関係を導くことができる。

分子や多原子イオンを構成する原子について、

$$2 \times (\text{水素原子の数}) + 8 \times (\text{水素を除く原子の数}) = a$$

$$(\text{原子の最外殻電子の数の総和}) = b$$

とすると、共有しあう電子の総数は $a - b$ と表されることから、

$$(\text{共有電子対の総数}) = (a - b) \times \frac{1}{2}$$

となる。ただし、多原子イオンの場合は、イオンになる際に授受された最外殻電子の数を考慮して b を求める必要がある。

分子や多原子イオンに関する次の問い ($a \cdot b$) に答えよ。

- a 共有電子対の総数がメタン分子 CH_4 と等しいものは、次の分子または多原子イオンア～エのうちどれか。すべてを正しく選択しているものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

ア O_3

イ C_2H_2

ウ NH_4^+

エ CO_3^{2-}

① ア, イ

② ア, ウ

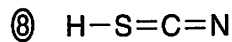
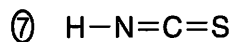
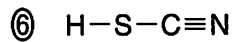
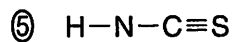
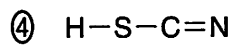
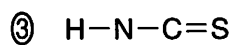
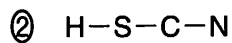
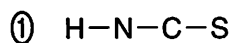
③ ア, エ

④ イ, ウ

⑤ イ, エ

⑥ ウ, エ

b H, C, N, Sの原子を1個ずつ含む分子には, 2種類のもの存在することが知られている。当てはまる構造式として適当なものを, 次の①~⑧のうちから二つ選べ。ただし, 解答の順序は問わない。 ·



化学

問3 金属結晶の原子配列は、単位格子が次の図1で表される体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造のいずれかになることが多い。金属の結晶格子に関する下の問い(a・b)に答えよ。

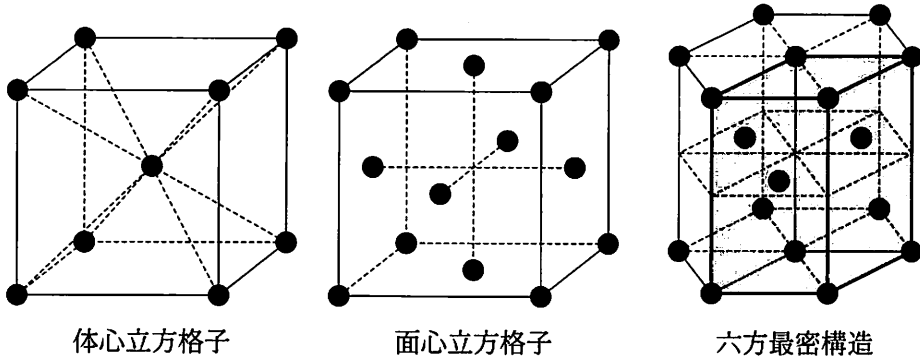


図1 金属結晶の単位格子

(六方最密構造の単位格子は灰色部分である。)

a 原子が結晶中の空間に占める体積の割合を充^{てん}填率という。ア(体心立方格子)、イ(面心立方格子)、ウ(六方最密構造)の充填率の大小関係として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 6

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① ア=イ=ウ | ② ア=イ<ウ | ③ ア<イ=ウ |
| ④ ア<イ<ウ | ⑤ イ<ア=ウ | ⑥ イ<ア<ウ |

- b 面心立方格子は、見る角度を変えると、図2に示す立方体の対角線を軸として、平面構造が層状に積み重なった図3に示す配列であることがわかる。原子を半径 r の球とし、最近接の原子どうしは互いに接するものとする、図3の層間の距離 l は r を用いてどのように表されるか。最も適当な式を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

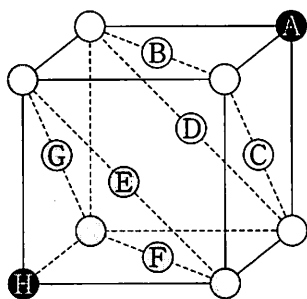


図2 面心立方格子

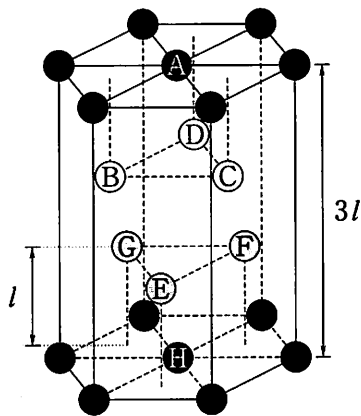


図3 面心立方格子での積層構造

① $l = \frac{2\sqrt{3}}{3} r$

② $l = \frac{2\sqrt{6}}{3} r$

③ $l = \sqrt{2} r$

④ $l = \sqrt{3} r$

⑤ $l = 2r$

⑥ $l = 3r$

化学

第2問 次の問い(問1・問2)に答えよ。(配点 21)

問1 原子は、原子核とそのまわりを取りまく電子からできている。 ^1H 原子を除く原子では、原子核は正の電荷をもつ陽子と電荷をもたない中性子からなる。一方、電子は負の電荷をもつ。陽子1個がもつ電気量の絶対値と電子1個がもつ電気量の絶対値は等しく、その値は、ファラデー定数とアボガドロ定数から求めることができる。次の問い(a～c)に答えよ。

a 原子に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 原子の質量は、原子核の質量にほぼ等しい。
- ② 原子の直径は、原子核の直径の10倍より大きい。
- ③ 原子に含まれる中性子の数を質量数という。
- ④ 原子に含まれる陽子の数と電子の数は等しい。

b ^{40}Ca 原子の原子核がもつ電気量の絶対値は何Cか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol、アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol とする。 C

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.6×10^{-19} | ② 3.2×10^{-19} | ③ 6.4×10^{-19} |
| ④ 1.6×10^{-18} | ⑤ 3.2×10^{-18} | ⑥ 6.4×10^{-18} |

- c 1 族および 2 族の金属元素やアルミニウムの原子は、最外殻電子をすべて放出して貴ガス型の電子配置をもつイオンに変化しやすい。同じ質量のリチウム Li, マグネシウム Mg, アルミニウム Al がそれぞれリチウムイオン, マグネシウムイオン, アルミニウムイオンに変化するとき、放出される電子のもつ電気量の絶対値の総和が小さい順に並べたものはどれか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

① $\text{Li} < \text{Mg} < \text{Al}$

② $\text{Li} < \text{Al} < \text{Mg}$

③ $\text{Mg} < \text{Li} < \text{Al}$

④ $\text{Mg} < \text{Al} < \text{Li}$

⑤ $\text{Al} < \text{Li} < \text{Mg}$

⑥ $\text{Al} < \text{Mg} < \text{Li}$

化学

問2 塩化アンモニウムと塩化ナトリウムが溶けている水溶液 X がある。この水溶液 X に含まれる塩化アンモニウムと塩化ナトリウムを定量するため、実験 I・実験 II を行った。この実験に関する下の問い(a～c)に答えよ。

実験 I 水溶液 X 20.0 mL をはかりとり、十分な量の硝酸銀水溶液を加えたところ、塩化銀の白色沈殿が生じた。このとき生じた沈殿の質量は 0.287 g であった。

実験 II 水溶液 X 20.0 mL をはかりとり、十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱することでアンモニアを発生させ、このアンモニアを 0.100 mol/L の塩酸 20.0 mL に完全に吸収させた。この吸収液(水溶液 Y とする)中の未反応の塩化水素を 0.100 mol/L の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 8.0 mL を要した。

a 水溶液 X 20.0 mL に含まれる塩化アンモニウムと塩化ナトリウムの物質量の合計は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

mol

① 3.2×10^{-5}

② 4.0×10^{-5}

③ 1.6×10^{-3}

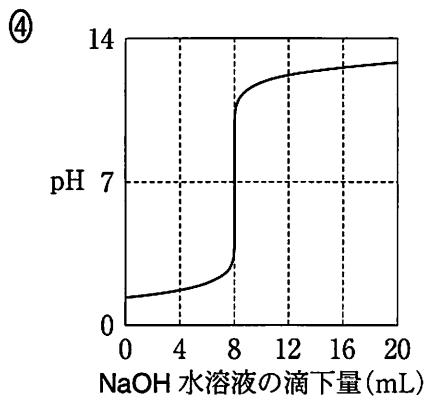
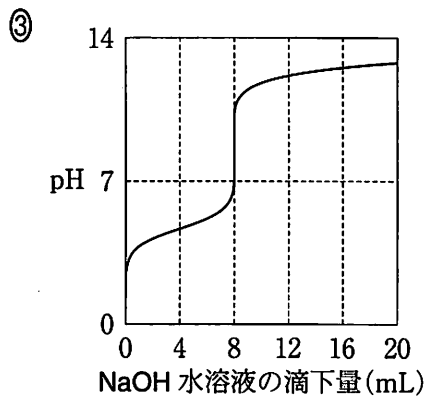
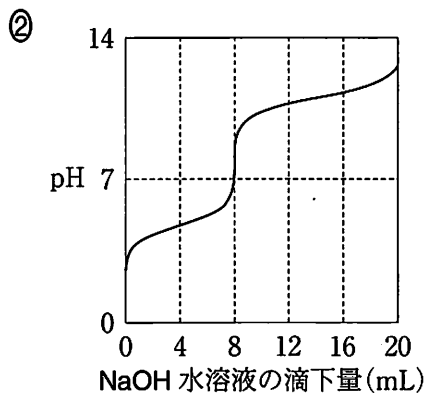
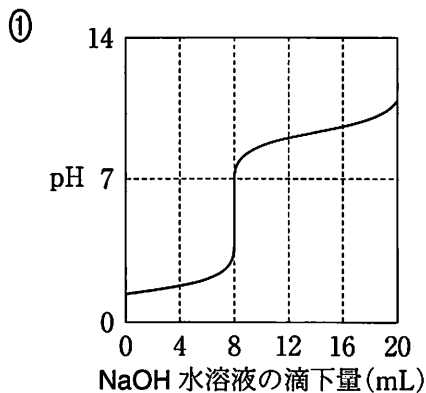
④ 2.0×10^{-3}

⑤ 1.0×10^{-2}

⑥ 8.0×10^{-2}

b 実験Ⅱにおいて、水溶液 Y を水酸化ナトリウム水溶液で滴定したときの滴定曲線として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

12



c 水溶液 X に含まれる塩化アンモニウムと塩化ナトリウムの物質量の比(塩化アンモニウム：塩化ナトリウム)として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

13

① 4 : 1

② 3 : 2

③ 1 : 1

④ 2 : 3

⑤ 1 : 4

化学

第3問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 22)

問1 内容積 0.83 L の容器を真空にした後、ある量の液体のメタノールを封入した。この容器内の温度を 27℃ から 77℃ までゆっくりと上昇させたところ、途中でメタノールがすべて気体になった。次ページの表1は、このときの容器内の温度と圧力の関係を示したものである。これに関する次ページの問い (a・b) に答えよ。ただし、気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とし、液体のメタノールの体積は無視できるものとする。また、必要があれば次の方眼紙を使うこと。

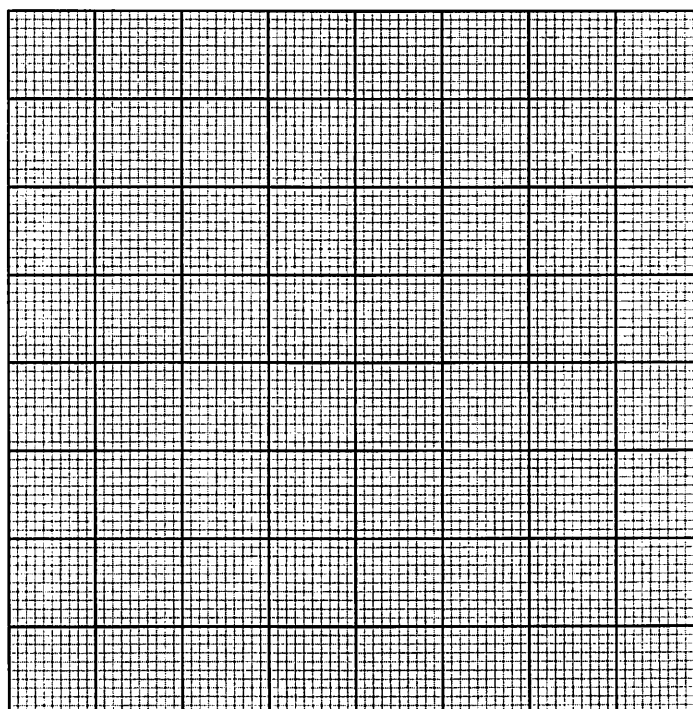


表1 容器内の温度と圧力の関係

温度(°C)	27	32	37	42	47	52
圧力(Pa)	1.89×10^4	2.45×10^4	3.10×10^4	3.95×10^4	4.94×10^4	6.15×10^4

温度(°C)	57	62	67	72	77
圧力(Pa)	6.60×10^4	6.70×10^4	6.80×10^4	6.90×10^4	7.00×10^4

- a 容器内に封入したメタノールの物質量は何 mol か。その数値を、有効数字2桁で次の形式で表すとき、それぞれに当てはまる数字を、次の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

$$\boxed{14} . \boxed{15} \times 10^{-\boxed{16}} \text{ mol}$$

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

- b 容器内に封入するメタノールの物質量を a で求めた量の半分にして、同様の実験を行った。メタノールがすべて気体になる温度は何 °C か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 $\boxed{17} ^\circ\text{C}$

- ① 33 ② 37 ③ 43
 ④ 47 ⑤ 53

化学

問2 二酸化炭素の水への溶解に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 18

- ① 二酸化炭素を水に溶かした水溶液の pH は、7 より小さい。
- ② 圧力を高くすると、水 1 L に溶ける二酸化炭素の質量は大きくなる。
- ③ 温度を高くすると、水 1 L に溶ける二酸化炭素の質量は大きくなる。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液 1 L に吸収させることのできる二酸化炭素の質量は、水 1 L に吸収させることのできる二酸化炭素の質量より大きい。

問3 60℃で、硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 30.0 g にある量の水を加え、硫酸銅(Ⅱ)五水和物を完全に溶かした。この水溶液を 20℃まで冷却したところ、5.0 g の硫酸銅(Ⅱ)五水和物が析出した。加えた水の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、硫酸銅(Ⅱ)無水物 CuSO_4 は、水 100 g に対して 20℃で 20 g、60℃で 40 g まで溶ける。

19 g

- | | | |
|------|------|-------|
| ① 37 | ② 48 | ③ 71 |
| ④ 75 | ⑤ 80 | ⑥ 125 |

問4 次の文章に関する下の問い(a・b)に答えよ。

塩化ナトリウムは海水中に含まれる主要な成分であり、我々の生活に役立っている。例えば、(a)氷水に塩化ナトリウムを加えると、氷水の温度が下がる。この現象は、アイスクリームやシャーベットをつくる時に利用される。また、水溶液 100 mL あたりに塩化ナトリウム 0.90 g が溶けている水溶液は、体液と同じ浸透圧を示し、(b)生理食塩水とよばれる。生理食塩水は、注射剤の希釈や点滴などに利用される。

a 下線部(a)に関連して、氷水 150 g に 1.17 g の塩化ナトリウムを加え、温度を -0.74°C に保った。このとき、氷は何 g 残っているか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、塩化ナトリウムはすべて水に溶け、完全に電離しているものとする。また、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。 g

- ① 25 ② 50 ③ 75
④ 100 ⑤ 125

b 下線部(b)に関連して、生理食塩水に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 生理食塩水の蒸気圧は、水の蒸気圧より低い。
② 生理食塩水を加熱して沸騰させると、沸騰中、水溶液の温度は一定に保たれる。
③ 生理食塩水の浸透圧は、温度が高いほど大きくなる。
④ 生理食塩水より高濃度の食塩水に赤血球を浸すと、赤血球は収縮する。

化学

第4問 次の文章を読み、問い(問1～4)に答えよ。(配点 22)

化学反応が起こって物質が変化すると、熱が放出または吸収される。これは、反応物のもつ化学エネルギーと生成物のもつ化学エネルギーの差が熱として放出または吸収されるためである。このようにして、化学エネルギーは熱エネルギーと相互に変換される。

化学エネルギーは、熱エネルギーのほかに電気エネルギーや光エネルギーなどとも相互に変換される。電池や電気分解では、化学エネルギーと電気エネルギーが相互に変換され、光合成や化学発光では、化学エネルギーと光エネルギーが相互に変換される。

問1 エネルギーに関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

22

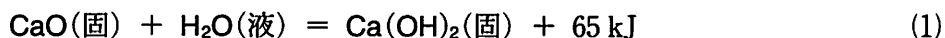
- ① 吸熱反応では、生成物のもつ化学エネルギーの総和は、反応物のもつ化学エネルギーの総和より大きい。
- ② 液体が気体になる変化では、物質のもつエネルギーは変化しない。
- ③ 電池(化学電池)は、化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。
- ④ 植物の光合成では、光エネルギーを利用して二酸化炭素と水から糖類が合成される。
- ⑤ 化学発光では、化学エネルギーが光エネルギーに変換される。

(下書き用紙)

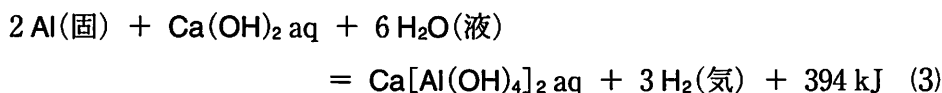
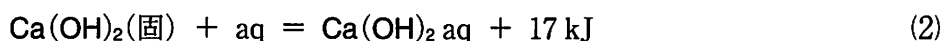
化学の試験問題は次に続く。

化学

問2 ヒートパックは、食品などを温める発熱剤として利用されている。従来のヒートパックは、酸化カルシウムと水が反応するときが発生する熱を利用しており、この熱化学方程式は、次の式(1)で表される。



現在では、酸化カルシウムにアルミニウム粉末を加え、これと水を反応させ、発熱量を大きくしたヒートパックも利用されている。このヒートパックでは、式(1)に加え、次の式(2)の溶解および式(3)の反応により発生する熱も利用されている。



これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a CaO(固)の生成熱を 635 kJ/mol, H₂O(液)の生成熱を 286 kJ/mol とすると, Ca(OH)₂(固)の生成熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 kJ/mol

① 526

② 713

③ 843

④ 856

⑤ 986

b CaO(固)とAl(固)の混合物に十分な量の水を加え、式(1)~式(3)によって238 kJの発熱量を得るのに必要なCaOとAlの質量の和は何gか。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、CaO、AlおよびCa(OH)₂はすべて反応し、いずれも反応後の容器内には存在しないものとする。 g

① 42

② 55

③ 70

④ 83

⑤ 110

化学

問3 次の表1は、5種類の電池について、それぞれの電池が放電するときに電池全体で起こる反応を示したものである。

表1 電池の種類と放電時に電池全体で起こる反応

電池	放電時に電池全体で起こる反応
ダニエル電池	$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$
水素-酸素燃料電池	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
酸化銀電池	$\text{Ag}_2\text{O} + \text{Zn} \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{ZnO}$
ニッケル-水素電池	$\text{NiO}(\text{OH}) + \text{MH} \longrightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{M}$ (Mは水素吸蔵合金)
鉛蓄電池	$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 電池とその電池が放電するときに負極で反応する物質の組合せとして誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

25

	電池	負極で反応する物質
①	ダニエル電池	Zn
②	水素-酸素燃料電池	H ₂
③	酸化銀電池	Zn
④	ニッケル-水素電池	NiO(OH)

- b 鉛蓄電池をある時間放電したところ、電解液の質量が 0.80 g 減少した。
このとき、正極の質量の変化として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 26

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ① 0.32 g 減少 | ② 0.40 g 減少 | ③ 0.48 g 減少 |
| ④ 0.32 g 増加 | ⑤ 0.40 g 増加 | ⑥ 0.48 g 増加 |

化学

問4 図1のように、電極A(銅板)と電極B(白金板)を硫酸銅(Ⅱ)水溶液に浸し、直流電源をつないで I (A)の電流を t (秒)流したところ、電極Bの質量が w (g)増加した。ファラデー定数を F (C/mol)、銅のモル質量を M (g/mol)とすると、 t (秒)を表す式として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 27 秒

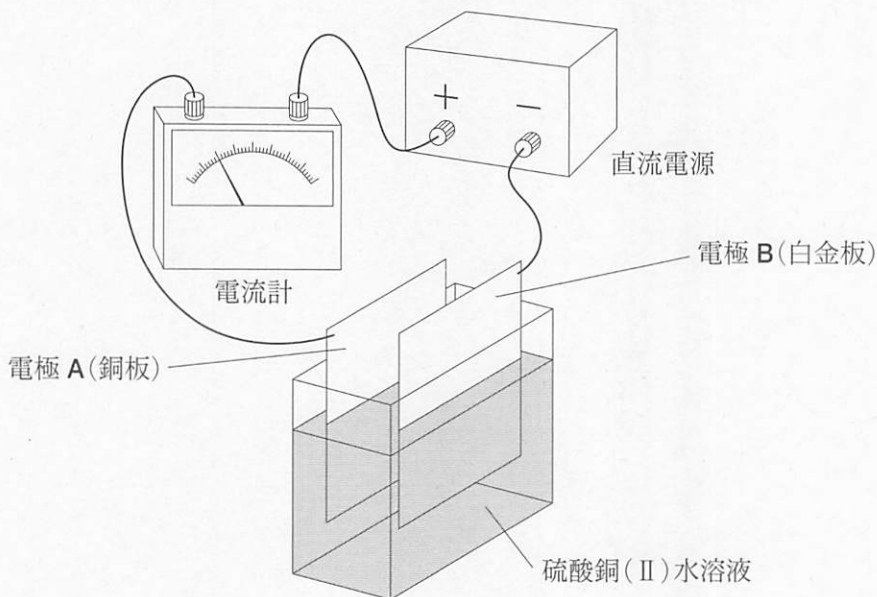


図1 電気分解の実験装置の模式図

① $\frac{IM}{2wF}$

② $\frac{IM}{wF}$

③ $\frac{2IM}{wF}$

④ $\frac{wF}{2IM}$

⑤ $\frac{wF}{IM}$

⑥ $\frac{2wF}{IM}$

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

化学

第5問 塩素および塩素系漂白剤に関する次の問い(問1・問2)に答えよ。

(配点 14)

問1 18世紀後半、スウェーデンの化学者シェーレは、酸化マンガン(IV)と濃塩酸から黄緑色の気体が発生することを確認した。その後、イギリスの化学者デーヴィーによって、この気体は単体の塩素であることが明らかになった。

塩素は水に少し溶け、溶けた塩素の一部は水と反応して塩化水素と次亜塩素酸 HClO になる。



これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

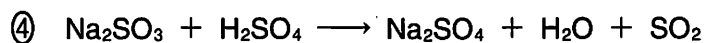
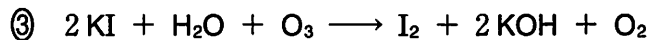
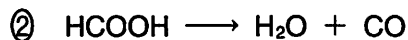
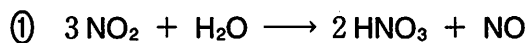
- a 式(1)の反応に関する次の記述中の **ア** ~ **エ** に当てはまる数値および語の組合せとして正しいものを、次ページの①~⑥のうちから一つ選べ。

28

式(1)の反応において、 Cl_2 から HCl の変化では Cl の酸化数は 0 から **ア** に変化しており、Cl は **イ** されている。また、 Cl_2 から HClO の変化では Cl の酸化数は 0 から **ウ** に変化しており、Cl は **エ** されている。

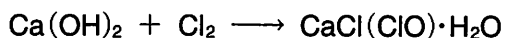
	ア	イ	ウ	エ
①	-1	酸化	+1	還元
②	-1	酸化	+3	還元
③	-1	還元	+1	酸化
④	-1	還元	+3	酸化
⑤	+1	酸化	-1	還元
⑥	+1	酸化	+3	還元
⑦	+1	還元	-1	酸化
⑧	+1	還元	+3	酸化

b 式(1)の反応のように、1種類の物質が酸化剤としても還元剤としてもはた
らいている反応を、次の①~④のうちから一つ選べ。 29



化学

問2 次亜塩素酸は強い酸化力をもつため、塩素水は殺菌剤や漂白剤として使われ始めたが、塩素の毒性や、不安定ですぐに分解してしまうなどの問題があった。これを解決するため、19世紀の初めに安価なアルカリである消石灰(水酸化カルシウム)に塩素を反応させたさらし粉 $\text{CaCl}(\text{ClO})\cdot\text{H}_2\text{O}$ がつくられた。

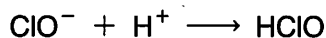


さらし粉は、塩化カルシウム CaCl_2 と次亜塩素酸カルシウム $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ からなる複塩である。現在では、水への溶解度の大きい CaCl_2 を除き、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を主成分とした高度さらし粉がおもに市販されている。

さらし粉や高度さらし粉など、次亜塩素酸塩を含む塩素系漂白剤には「まぜるな危険」と表示されている。これは塩酸と混ぜると有毒な塩素が発生するためである。この反応は、次のように考えることができる。

考察

1. 次亜塩素酸は弱酸であり、その塩に強酸である塩酸を加えると、弱酸の次亜塩素酸が遊離する。



2. 塩酸が十分な量存在すると、問1で示した式(1)の反応が左に進み、塩素が発生する。

さらし粉や高度さらし粉に塩酸を作用させたとき発生する塩素を有効塩素といい、さらし粉や高度さらし粉の質量に対して、これらから発生する塩素の質量をパーセントで表した数値を有効塩素量という。

ある高度さらし粉の有効塩素量を求めるために、次の操作Ⅰ～Ⅲからなる実験を行った。この実験に関する次ページの問い(a・b)に答えよ。

実験

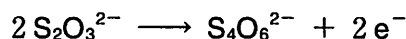
操作Ⅰ 高度さらし粉 1.00 g を正確にビーカーにはかりとり、適量の水を加

えてよく攪拌^{かくはん}して溶かした。この水溶液をすべて 250 mL のメスフラスコに入れ、水を標線まで加えた。メスフラスコをよく振り、均一になった水溶液 25.0 mL をホールピペットでコニカルビーカーにはかりとった。

操作Ⅱ コニカルビーカーに、さらに 1 mol/L のヨウ化カリウム水溶液を約 10 mL, 続いて 6 mol/L の塩酸を約 5 mL 加えてよく振ると、ヨウ素が生成し溶液は褐色になった。

操作Ⅲ コニカルビーカー内の溶液に、ビュレットから 0.100 mol/L のチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液を滴下した。溶液の色が淡黄色になったところで少量のデンプン水溶液を加え、さらにチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下すると、滴下量が 20.0 mL になったところで溶液の青紫色が消えて無色になったので、ここを滴定の終点とした。

- a 操作Ⅱで生成したヨウ素の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、操作Ⅲでは、チオ硫酸ナトリウムは還元剤として次のようにはたらいている。 30 mol



- ① 1.00×10^{-4} ② 5.00×10^{-4} ③ 1.00×10^{-3}
④ 2.00×10^{-3} ⑤ 2.50×10^{-3}

- b 試料の高度さらし粉の有効塩素量は何 % か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、操作Ⅱでは、高度さらし粉から発生した塩素がヨウ化カリウムを酸化し、ヨウ素が生成すると考えることができる。

31 %

- ① 36 ② 50 ③ 60
④ 71 ⑤ 90 ⑥ 98