

平成 31 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物，物理，化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。

良い例……………●

悪い例……………④ ⊗ ⊕

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6 桁の受験番号を算用数字で記入し，マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し，該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・ ア と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・ ア と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で 38 ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目 次

生 物	1～18 ページ(問題 I～IV)
物 理	19～25 ページ(問題 I～IV)
化 学	26～38 ページ(問題 I～III)

杏林大学 2019年度(平成31年度)入試問題 正誤表

◆医学部						訂正箇所
入試区分	試験日	科目①	科目②	頁	問題	
一般 前期	H31.2.1	理科	化学	P28	I 問2 (2) 詰問文	誤: ...上昇は(B)のためである。 正: ...上昇は(B)ためである。
一般 後期	H31.3.4	理科	生物	P5	II 問2 問4 詰問文	詰問文最後に追加 例えば、値が1.23の場合 <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> とせよ。
			化学	P7	I 問2 詰問文	誤: ...の条件下に、窒素80%、... 正: ...の条件下に、体積の割合で、窒素80%、...
	H31.2.1	理科	化学	P27	II 問3 (4)	誤: 常温で緑黄色野菜の... 正: 常温で緑黄色野菜の... 単体は常温で緑黄色野菜の...

化 学

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数に従うこと。

例：解答欄が指数形式の場合、190、19、1.9、0.019は、各々

$\times 10^{\text{$ }, $\times 10^{\text{$ }, $\times 10^{\text{$ },
 $\times 10^{-\text{$ と解答せよ。

：解答欄が2桁の場合、7は , 17は と解答せよ。

：解答欄が3桁の場合、7は , 17は ,

107は と解答せよ。

必要であれば、原子量、定数は以下の値を使用すること。

原子量 H: 1.00 C: 12.0 N: 14.0 O: 16.0

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

標準状態は 273 K, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ の状態とする。

I 以下の問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

1分 3分 5分

問 1 金属の結晶格子に関する記述として正しいものを下の①~⑥より2つ選べ。ただし、原子は剛体球とし、最近接の原子は互いに接触しているとする。

- ① 体心立方格子の配位数は12である。
- ② 六方最密構造の配位数は、面心立方格子の配位数より多い。
- ③ 面心立方格子の原子の充填率は、体心立方格子のものより小さい。
- ④ 単位格子中の原子の数は、体心立方格子より六方最密構造の方が多。
- ⑤ 面心立方格子において、1個の原子に接している原子の数は12である。
- ⑥ 単位格子の一辺の長さが等しい場合、体心立方格子の原子半径は面心立方格子のものより大きい。

問 2 図 1 は周期表の 14 族, 16 族, 17 族元素の水素化合物の分子量と沸点の関係を示したものである。

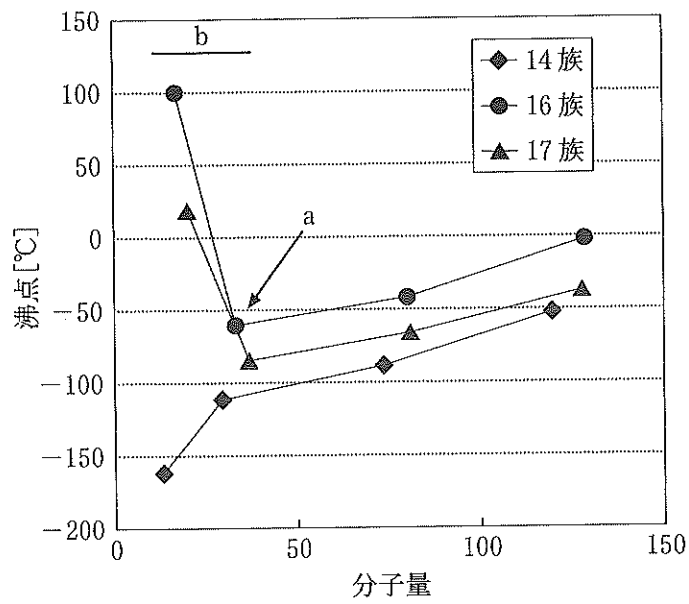


図 1

(1) a に該当する 16 族元素の水素化合物に関する記述として正しいものを下の①～⑦より 2 つ選べ。

1分 3分 5分

- ① 還元作用をもつ。
- ② 気体は無臭である。
- ③ 水溶液は弱い酸性を示す。
- ④ 気体は上方置換で捕集する。
- ⑤ 水溶液はガラスを腐食する。
- ⑥ 銀イオンと反応して白色沈殿を生じる。
- ⑦ カルシウムイオンと反応して白色沈殿を生じる。

- (2) 以下の文章の空欄(A), (B)に最も適当な文を, 下の①~⑦よりそれぞれ選べ。同じものを2度選んでもよい。

図1に示した14族元素の水素化合物において, 分子量の増加とともに沸点が上昇する原因は, (A)ためである。一方, 16族元素と17族元素において, bで示した範囲では分子量が小さい化合物の沸点が高くなる。この沸点の上昇は(B)のためである。

(A) (B)

- ① 分子がイオン化する
- ② 分子に極性が生ずる
- ③ 分子の極性が消失する
- ④ 水素結合が形成される
- ⑤ 共有結合が形成される
- ⑥ ファンデルワールス力が強くなる
- ⑦ ファンデルワールス力が弱くなる

問3 硫化ヒ素のコロイド溶液に電極を浸して直流電圧をかけると, コロイド粒子は陽極側に移動する。次の化合物①~⑦の0.1 mol/L水溶液のうち, 最も少ない体積で硫化ヒ素のコロイド粒子を沈殿させるものはどれか。1つ選べ。

- ① NaCl ② MgCl₂ ③ Al(NO₃)₃ ④ Na₂SO₄
- ⑤ KNO₃ ⑥ Na₃PO₄ ⑦ グルコース

問4 反応 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ を次の(1)または(2)の条件下で行う。密閉した反応容器にアルゴンガスを加えた場合, 反応の終点は, 加えない場合と比較して, どのように変化するか。最も適当なものを下の①~③よりそれぞれ選べ。同じものを2度選んでもよい。

- (1) 全圧一定, 温度一定の場合
- (2) 容積一定, 温度一定の場合

- ① 窒素と水素の物質が増える。
- ② アンモニアの物質が増える。
- ③ 変化しない。

問 5 メタン(g)が完全に燃焼すると、二酸化炭素(g)と水(l)が生成する。メタン(g)、酸素(g)、二酸化炭素(g)、水(l)の生成熱は、それぞれ74.8, 0, 393.5, 285.8 kJ/molである。したがって、1 molのメタン(g)の燃焼反応は(A)反応であり、(B)の方が(C)kJだけ大きなエネルギーをもつ。

1分 3分 5分

(1) Aに当てはまる適当な語を選べ。

- ① 発熱 ② 吸熱

(2) Bに当てはまる適当な語を選べ。

- ① 反応物 ② 生成物

(3) Cに当てはまる数値を小数点以下を四捨五入して答えよ。

問 6 下の化合物①～⑤のうちオキソ酸でないものを1つ選べ。

1分 3分 5分

- ① 亜硝酸 ② 塩酸 ③ ギ酸 ④ ホウ酸 ⑤ 硫酸

問 7 マグネシウムに関する記述として正しいものを下の①～⑥より3つ選べ。

1分 3分 5分

- ① アルカリ金属である。
② ジュラルミンの成分である。
③ イオンを含む水溶液は炎色反応を示す。
④ 単体は炭素や一酸化炭素で還元して得る。
⑤ 酸化物は緩下剤(医薬品)として用いられる。
⑥ 塩化物は豆腐を製造する際の凝固剤として利用される。

問 8 次の反応(1), (2)で発生した気体を捕集する方法として最も適当なものを下の①～③より選べ。同じものを2度選んでもよい。

1分 3分 5分

(1) メタノールに単体のナトリウムを加える。

ソ

(2) 酢酸ナトリウム(無水塩)と水酸化ナトリウムを混合して加熱する。

タ

- ① 上方置換 ② 下方置換 ③ 水上置換

問 9 次の化合物①～⑨のうち、塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると青色～赤紫色に呈色するものを4つ選べ。

1分 3分 5分

チ

- | | | |
|-------------|-----------|---------|
| ① アセチルサリチル酸 | ② アセトアニリド | ③ サリチル酸 |
| ④ サリチル酸メチル | ⑤ 1-ナフトール | ⑥ フェノール |
| ⑦ ベンジルアルコール | ⑧ ニトロベンゼン | ⑨ メタノール |

(問題Ⅱは31ページから)

II 以下の問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

問 1 設問(1)~(4)に答えよ。

(1) 水溶液中において、下の①~⑥にあげた2つの物質間で反応が起こるものをすべて選べ。

1分 3分 5分

- ① KBr と Cl₂ ② KI と Cl₂ ③ NaCl と Br₂
④ KI と Br₂ ⑤ NaCl と I₂ ⑥ NaBr と I₂

(2) 下の①~④の操作において、下線の物質が酸化されるものをすべて選べ。

1分 3分 5分

- ① 赤鉄鉱から鉄を製錬する。
② カリウムを水に加えて気体を発生させる。
③ 次亜塩素酸ナトリウムを用いて衣服の汚れを漂白する。
④ シュウ酸水溶液を用いて水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求める。

(3) 下の①~④の化合物を酸化剤として反応に使用する。①~④を、1 mol あたりに移動する電子が少ないものから順に並べよ。

1分 3分 5分

- ① オゾン ② 酸素 ③ 濃硝酸 ④ ニクロム酸カリウム

酸化剤 1 mol あたりの電子の移動 < < <

1分 3分 5分

(4) 4種類の金属 **キ** , **ク** , **ケ** , **コ** は, 下の①~⑨のいずれかである。表に **キ** ~ **コ** の熱水または酸との反応性を示す。また, 下記の文章(a)~(c)は **キ** ~ **コ** のイオンを含む溶液に関する記述である。 **キ** ~ **コ** に該当する金属を下の①~⑨より1つずつ選べ。

- ① 亜鉛 ② アルミニウム ③ カルシウム ④ 金 ⑤ 銀
 ⑥ 鉄 ⑦ ナトリウム ⑧ 鉛 ⑨ マグネシウム

表 熱水または酸との反応性

金属	キ	ク	ケ	コ
熱水	○	×	×	×
希硫酸	○	○	○	×
濃硝酸	○	○	×	○

○：反応する, ×：反応しない, またはほとんど反応しない

- (a) **キ** が熱水と反応して生成した溶液に希硫酸を加えると白色沈殿が生じる。
- (b) 塩基性条件下, **ク** , **ケ** , **コ** それぞれの硝酸塩水溶液に硫化水素を通じると, **ク** の硝酸塩水溶液では白色沈殿が生じ, **ケ** と **コ** の硝酸塩水溶液では黒色沈殿が生じる。
- (c) **ク** と **コ** それぞれの硝酸塩水溶液に銅線を浸すと, **コ** の硝酸塩水溶液のみで金属樹が生成する。

問 2 濃度不明の過酸化水素水 X の過酸化水素濃度を酸化還元滴定で求める実験を行った。下の [実験] を読み、以下の問に答えよ。

[実験]

コニカルビーカーに 10.0 mL の X を正確にはかり取り、(A) を加えて酸性にした。これを 2.00×10^{-2} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、20.0 mL を加えた時点で過酸化水素と過マンガン酸カリウムが過不足なく反応し、終点に達した。

(1) 下の①～⑦で下線の原子の酸化数が、過酸化水素の酸素原子の酸化数と同じものはどれか。すべて選べ。

- ① NaH ② H₂S ③ KI ④ FeCl₃
 ⑤ MnO₂ ⑥ N₂ ⑦ SO₂

(2) [実験]において、過酸化水素は(C)であり、電子を(D)はたらきをして(E)になる。(C)～(E)に入る語句の組み合わせとして正しいものを下表の①～⑧より選べ。

	(C)	(D)	(E)
①	酸化剤	与える	酸素
②	酸化剤	与える	水
③	酸化剤	受け取る	酸素
④	酸化剤	受け取る	水
⑤	還元剤	与える	酸素
⑥	還元剤	与える	水
⑦	還元剤	受け取る	酸素
⑧	還元剤	受け取る	水

(3) [実験]の過酸化水素と過マンガン酸カリウムとはどのような物質比で反応するか。最も簡単な整数比で答えよ。

過酸化水素：過マンガン酸カリウム = :

(4) 「実験」の(A)に入る適切な酸を下の①~③よりすべて選べ。

1分 3分 5分

- ① 希塩酸 ② 希硝酸 ③ 希硫酸

(5) (A)に不適切な酸を用いた場合、過酸化水素の濃度を正しく求めることができない。
下の現象1や現象2が生じる恐れがあるものどれか。下の①~④より該当するものをすべて選べ。

現象1：過酸化水素濃度が実際の値より高い値となる。

現象2：過酸化水素濃度が実際の値より低い値となる。

1分 3分 5分

- ① 希塩酸 ② 希硝酸 ③ 希硫酸 ④ 該当なし

(6) 下線部Bの終点は、コニカルピーカー中の溶液のどのような変化によって知ることができるか。最も適当な変化を下の①~⑦より選べ。

1分 3分 5分

- ① 気体の発生の終了
② 無色から赤紫色への変化
③ 赤紫色から無色への変化
④ デンプンを指示薬とし、青紫色から無色への変化
⑤ デンプンを指示薬とし、無色から青紫色への変化
⑥ フェノールフタレインを指示薬とし、赤色から無色への変化
⑦ フェノールフタレインを指示薬とし、無色から赤色への変化

(7) Xの過酸化水素濃度を、有効数字3桁で求めよ。ただし、解答欄の は符号とし、+の時は①を、-の時は②をマークせよ。

1分 3分 5分

. × 10 mol/L

III 以下の問に答えよ。〔解答欄 ア ~ タ〕

問 1 次の文章を読み、設問(1)~(5)に答えよ。

アミノ酸はタンパク質の構成成分であり、ヒトのタンパク質を加水分解すると約 20 種の α -アミノ酸が得られる。それぞれのアミノ酸は側鎖の違いによって、様々な性質を持つ。また、アミノ酸は分子内にカルボキシ基とアミノ基を持ち、分子内に正と負の両電荷をもつ双性イオンになることがある。一般式 $\text{RCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ で表され、側鎖 R が水素原子 H である ア を除いて不斉炭素原子があり、光学異性体が存在する。

アミノ酸は、酸と塩基の両方の性質を持ち、アミノ酸に イ と濃硫酸を加えて加熱すると、カルボキシ基が ウ され、酸としての性質を失う。一方、アミノ酸のアミノ基に エ を作用させると、オ され、塩基としての性質を失う。

(1) ア に当てはまるアミノ酸はどれか。下の①~⑩より 1 つ選べ。

1分 3分 5分

- | | | |
|-----------|------------|---------|
| ① アスパラギン酸 | ② アラニン | ③ グリシン |
| ④ グルタミン酸 | ⑤ システイン | ⑥ セリン |
| ⑦ チロシン | ⑧ フェニルアラニン | ⑨ メチオニン |
| ⑩ リシン | | |

(2) イ に適当な化合物はどれか。下の①~⑧より 1 つ選べ。

1分 3分 5分

- | | | |
|---------|---------|------------|
| ① アンモニア | ② エタノール | ③ 塩酸 |
| ④ 塩素 | ⑤ 硝酸 | ⑥ 水酸化ナトリウム |
| ⑦ 無水酢酸 | ⑧ フェノール | |

(3) ウ に適当な反応はどれか。下の①~⑦より 1 つ選べ。

1分 3分 5分

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| ① アルキル化 | ② エステル化 | ③ けん化 | ④ ジアゾ化 |
| ⑤ スルホン化 | ⑥ ニトロ化 | ⑦ ハロゲン化 | |

(4) エ に適当な化合物はどれか。下の①~⑦より 1 つ選べ。

1分 3分 5分

- | | | |
|---------|------------|--------|
| ① アンモニア | ② エタノール | ③ 塩酸 |
| ④ 塩素 | ⑤ 水酸化ナトリウム | ⑥ 無水酢酸 |
| ⑦ フェノール | | |

(5) に適当な反応はどれか。下の①～⑦より1つ選べ。

- ① アセチル化 ② アルキル化 ③ けん化 ④ ジアゾ化
⑤ スルホン化 ⑥ ニトロ化 ⑦ ハロゲン化

問 2 側鎖の性質の違いによって、アミノ酸を同定する方法がある。その同定方法について、以下の間に答えよ。

(1) アミノ酸水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、酸を加えて中和後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じる。この反応を示すアミノ酸を下の①～⑧より1つ選べ。

- ① アスパラギン酸 ② アラニン ③ グリシン ④ グルタミン酸
⑤ システイン ⑥ セリン ⑦ チロシン ⑧ リシン

(2) アミノ酸水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色に着色し、冷却後、アンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色を呈する。これはアミノ酸のチロシンを検出する方法である。この反応の名称、利用している反応、検出する官能基をそれぞれ1つずつ選べ。

反応の名称

- ① キサントプロテイン反応 ② 銀鏡反応 ③ ジアゾカップリング反応
④ ビウレット反応 ⑤ フェーリング反応 ⑥ ヨウ素デンプン反応

利用している反応

- ① アセチル化 ② アルキル化 ③ エステル化 ④ けん化
⑤ ジアゾ化 ⑥ スルホン化 ⑦ ニトロ化 ⑧ ハロゲン化

検出する官能基

- ① アゾ基 ② アルデヒド基 ③ アミノ基 ④ スルホ基
⑤ 二重結合 ⑥ ヒドロキシ基 ⑦ ベンゼン環 ⑧ メチル基
⑨ リン酸基

問 3 pH 6.0 の緩衝液で湿らせたろ紙の中心に、アミノ酸 A, B, C の混合水溶液をつけ (図 2(a)), 直流電圧をしばらくかけた。その後、ろ紙にニンヒドリン溶液を吹き付けて加温し、アミノ酸を発色させたところ、3つの発色点 1, 2, 3 が観察された (図 2(b))。この実験に関し、以下の間に答えよ。アミノ酸 A~C は、アラニン、グルタミン酸、リシンのいずれかであり、それぞれの等電点は、下表の通りである。

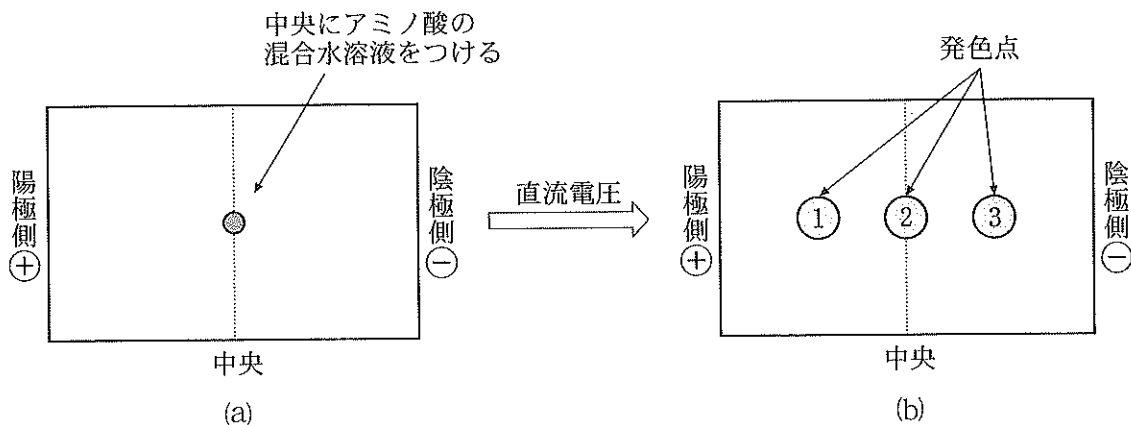


図 2

表 アミノ酸の等電点

アミノ酸	等電点
アラニン	6.0
グルタミン酸	3.2
リシン	9.7

(1) 発色点 1 がアミノ酸 A, 2 が B, 3 が C である時、アミノ酸 A, B, C は何か。下の①~③より選べ。

1分 3分 5分

A B C

① アラニン ② グルタミン酸 ③ リシン

(2) 同様の実験を pH 12.0 の緩衝液を用いて行う場合、アミノ酸 A, B, C は、どのように移動するか。最も適当なものを下の①～⑦より選べ。

1分 3分 5分

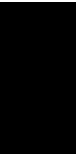
- ① A～Cのすべてが、中央から動かない。
- ② A～Cのすべてが、中央よりも陽極側に移動する。
- ③ A～Cのすべてが、中央よりも陰極側に移動する。
- ④ A と B が陽極側へ、C が陰極側に移動する。
- ⑤ A が陽極側へ、B と C が陰極側に移動する。
- ⑥ B が中央にとどまり、A が陽極側、C が陰極側に移動する。
- ⑦ B が中央にとどまり、A が陰極側、C が陽極側に移動する。

問 4 1 種類の α -アミノ酸のみで構成される、分子量約 10,000 の直鎖状のポリペプチドがある。
この α -アミノ酸は側鎖に窒素原子を含まない。

1分 3分 5分

このポリペプチド 0.524 g を分解促進剤の存在下、濃硫酸とともに加熱して α -アミノ酸まで完全に加水分解した。その後、過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、標準状態で 89.6 mL のアンモニアが発生した。このポリペプチドを構成する α -アミノ酸の分子量を求めよ。ただし、ペプチドの両末端の H, OH は無視して計算して良い。

α -アミノ酸の分子量



化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちから2つ選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：②と⑦と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
4	①	●	③	④	⑤	⑥	●	⑧	⑨	⑩

例えば、 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
6	●	②	●	④	●	⑥	●	⑧	●	⑩

例えば、 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
7	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
8	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩

2. 体積の単位リットルはLで表されている。

3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0 C = 12 O = 16 F = 19 Na = 23

Mg = 24 Al = 27

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

1 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

アルミニウムは 族に属し、酸・塩基の両方と反応する両性元素として知られている。また、アルミニウムは自然界では単体として存在せず、化合物として広く分布しており、地殻の構成元素としては質量比で3番目に多い元素である。一般にアルミニウムはボーキサイトから得られる酸化アルミニウム(アルミナ)を加熱・融解された(A)に溶かし、炭素を電極に用いて電気分解することで精製される。ボーキサイトを産出しない日本においては、明礬石からアルミナを生産し、アルミニウムを得ていた歴史がある。

1分 3分 5分

問1 に当てはまる数字として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選べ。

- ① 3 ② 5 ③ 7 ④ 9 ⑤ 11 ⑥ 13 ⑦ 15

問2 下線部アについて、次の(1)、(2)に答えよ。

1分 3分 5分

(1) 硝酸塩水溶液に過剰のアンモニア水を加えたとき、錯イオンを形成する両性元素として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① Ag ② Al ③ Cu ④ Fe ⑤ Pb ⑥ Zn

1分 3分 5分

(2) アルミニウムを希硫酸と反応させたときに発生する気体の性質とその捕集方法の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

	気体の性質	捕集方法
①	酸性	水上置換
②	酸性	上方置換
③	酸性	下方置換
④	中性	水上置換
⑤	中性	上方置換
⑥	中性	下方置換
⑦	塩基性	水上置換
⑧	塩基性	上方置換
⑨	塩基性	下方置換

問3 下線部イについて、地殻の構成元素のうち質量比で2番目に多い元素として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

1分 3分 5分

- ① B ② C ③ N ④ O ⑤ Si ⑥ P ⑦ S ⑧ Fe

問 4 下線部ウについて、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 塩や酸化物を融解し、電気分解して単体を得る操作を熔融塩電解という。(A)に入る化学式と、アルミニウム以外で一般に熔融塩電解によって製造される単体の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

1分 3分 5分

	(A)	単 体
①	Na_3AlF_6	Ag
②	Na_3AlF_6	Cu
③	Na_3AlF_6	Fe
④	Na_3AlF_6	Mg
⑤	MgAl_2O_4	Ag
⑥	MgAl_2O_4	Cu
⑦	MgAl_2O_4	Fe
⑧	MgAl_2O_4	Mg

- (2) 陽極ではCOとCO₂が物質比2：5で発生し2.94 kgの炭素が消費された。このとき陰極に析出したアルミニウムの質量[kg]を求めよ。 には一の位の数字を、 には小数第1位の数字を、 には小数第2位の数字をそれぞれマークせよ。小数第3位以下がある場合には四捨五入せよ。

1分 3分 5分

. kg

- 問 5 下線部エについて、日本のアルミニウム生産について書かれた記事には「明礬石から得られるアルミン酸ナトリウム(NaAlO_2)の水溶液を二酸化炭素と反応させて水酸化アルミニウムをつくり、これを焼成してアルミナとする。水酸化アルミニウムを取り除いた後には炭酸ナトリウム水溶液のみが残る。(日本初のアルミニウム生産の工業化、岩崎廣和、『化学と工業(67巻)』日本化学会 より一部改変)」とある。アルミン酸ナトリウムと二酸化炭素との反応の化学反応式における水酸化アルミニウムの係数として最も適切な1桁の数字をマークせよ。ただし、反応にはアルミン酸ナトリウム水溶液と二酸化炭素のみが関与し、その他の物質は関与しないものとする。

1分 3分 5分

2 次の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 純物質はその物質がおかれている温度と圧力によって状態が定まっており、それを図で示したものを状態図という。二酸化炭素の状態図の概要を図1に示す。下の二酸化炭素の状態変化に関する説明(1)~(3)について、正しいものには①、誤っているものには②をマークせよ。ただし、二酸化炭素の三重点は、 $-56.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $5.2 \times 10^5\text{ Pa}$ 、臨界点は $31.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $7.4 \times 10^6\text{ Pa}$ とする。

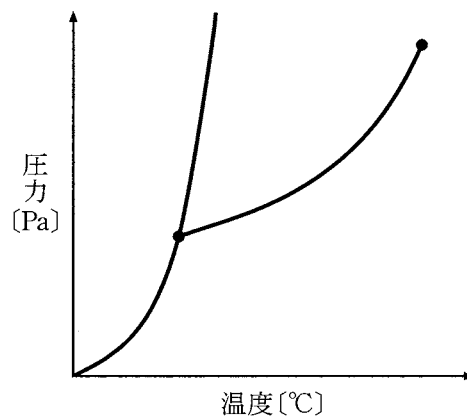


図1

1分 3分 5分

- (1) $1.0 \times 10^6\text{ Pa}$ のもとで固体を加熱すると、その固体は昇華する。
- (2) $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ のもとで液体にかかる圧力を下げると、その液体は凝固する。
- (3) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ において、ある圧力のもとで液体と気体とが平衡状態となる。

10

11

12

問 2 水の状態変化について、次のような実験を行った。

内部の圧力を設定した値に保持することができる気圧調整室内に、次の a ~ d の条件を満たした実験装置を設置した。その模式図を図 2 に示す。

- a 加熱・冷却器が装着されており、実験装置内部の温度を変化させることができる。
- b 測定用の検出器が挿入されており、実験装置内部の気体の温度と圧力を測定できる。
- c 実験装置内部から実験装置外部への一方向のみの排気ができる逆止弁が備え付けてある。実験装置内部の圧力が実験装置外部より高くないようになっている。
- d 実験装置内部の体積は、44.4 L である。

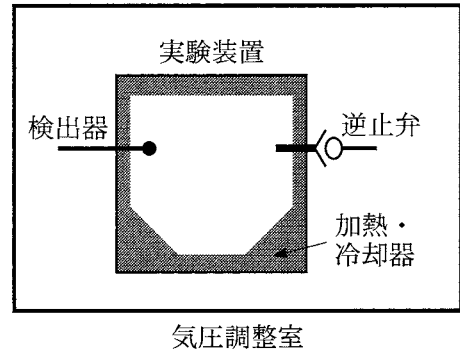


図 2

また、各温度における水の飽和蒸気圧を表 1 に、水の飽和蒸気圧曲線を図 3 に示す。

表 1 水の飽和蒸気圧

温度 [°C]	圧力 [$\times 10^5$ Pa]	温度 [°C]	圧力 [$\times 10^5$ Pa]	温度 [°C]	圧力 [$\times 10^5$ Pa]	温度 [°C]	圧力 [$\times 10^5$ Pa]
0	0.00611	70	0.312	140	3.61	210	19.1
10	0.0123	80	0.474	150	4.76	220	23.2
20	0.0234	90	0.701	160	6.18	230	28.0
30	0.0424	100	1.01	170	7.92	240	33.5
40	0.0738	110	1.43	180	10.0	250	39.8
50	0.123	120	1.99	190	12.6		
60	0.199	130	2.70	200	15.5		

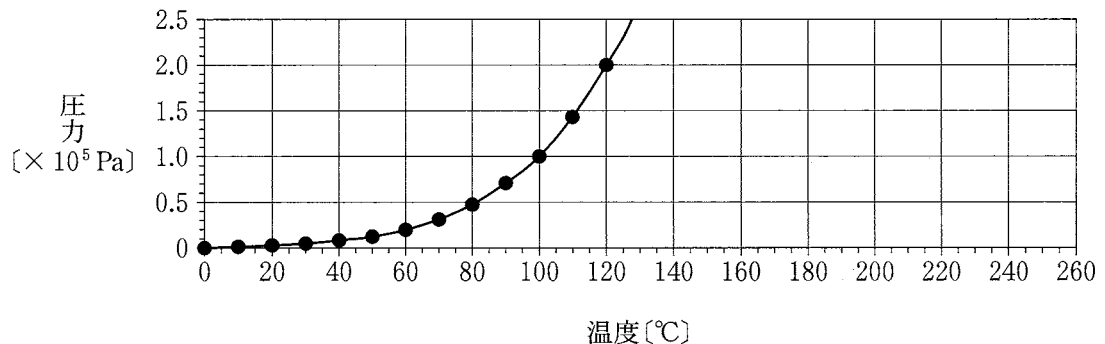


図 3

実験装置内部に 70 mL の液体の水 (25 °C) を入れ、実験装置内部の空気を水蒸気で置換し、気圧調整室内の圧力を 1.99×10^5 Pa に設定した上で、実験装置内部を加熱した。実験装置内部の水がすべて蒸発した後も加熱を続け、実験装置内部の温度が 171 °C になったところで、温度を一定に保った。ここまでの経過として、加熱時間に対する実験装置内部の温度変化の様子を模式的に図 4 に示す。このあと、実験装置内部の温度を 60 °C に低下させたところ、水蒸気の一部凝縮した。

再び、実験装置内部の温度を上昇させ、実験装置内部の温度が 245 °C に達した時点で、気圧調整室内の圧力を 1.00×10^5 Pa に設定した。しばらく実験装置内部の温度を 245 °C に保った後、実験装置内部の冷却を開始した。

次の(1)~(5)に答えよ。ただし、実験装置内部の温度分布は常に一様であるものとする。また、水の密度は 1.00 g/cm^3 であり、水と共存する場合においても水蒸気は気体の状態方程式にしたがうものとして計算せよ。

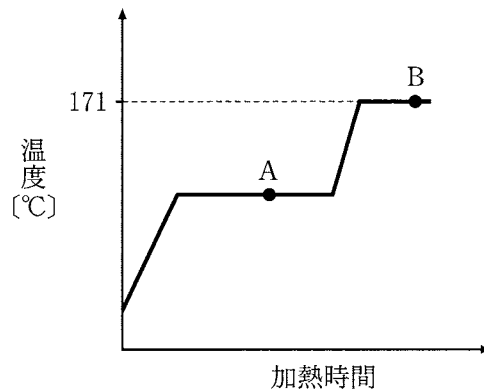


図 4

1分 3分 5分

(1) 図 4 の点 A における実験装置内部の温度 [°C] として最も近い数値を、次の①~⑨のうちから 1 つ選べ。

°C

- ① 70 ② 80 ③ 90 ④ 100 ⑤ 110
 ⑥ 120 ⑦ 130 ⑧ 140 ⑨ 150

1分 3分 5分

(2) 図4の点Bにおいて実験装置内部に存在する水の物質質量[mol]を求めよ。

には一の位の数字を, には小数第1位の数字を, には小数第2位の数字をマークせよ。小数第3位以下がある場合には四捨五入せよ。

. mol

1分 3分 5分

(3) 下線部アについて, 実験装置内部の気体の圧力[Pa]を求めよ。 には一の位の数字(0を除く)を, には小数第1位の数字を, には小数第2位の数字を, には1桁の指数の数字をマークせよ。小数第3位以下がある場合には四捨五入せよ。

. $\times 10^{\text{$ Pa

1分 3分 5分

(4) 下線部アについて, 実験装置内部に生じた液体の水の体積[mL]として最も近い数値を, 次の①~⑨のうちから1つ選べ。 mL

- ① 4.3 ② 5.7 ③ 21 ④ 37 ⑤ 39
⑥ 43 ⑦ 58 ⑧ 64 ⑨ 66

1分 3分 5分

(5) 下線部イについて, 実験装置内部の水蒸気が凝縮し始める温度[°C]として最も近い数値を, 次の①~⑨のうちから1つ選べ。 °C

- ① 70 ② 80 ③ 90 ④ 100 ⑤ 110
⑥ 120 ⑦ 130 ⑧ 140 ⑨ 150

次のページに続く

3 次の問い(問1～6)に答えよ。

問1 次の文章を読み、下の(1)、(2)に答えよ。

23 に濃硫酸を加えて、130～140℃で加熱すると(A)反応が起こり、
24 を生じる。また、23 に濃硫酸を加えて、160～170℃で加熱すると
(B)反応が起こり、25 を生じる。

1分 3分 5分

(1) 23 ～ 25 に当てはまる化合物として最も適切なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じ解答番号には同じものが入る。

- ① エタン ② エチレン ③ アセチレン
④ アセトン ⑤ エタノール ⑥ ジエチルエーテル

1分 3分 5分

(2) (A), (B)に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 26

	(A)	(B)
①	縮 合	脱 離
②	縮 合	置 換
③	脱 離	縮 合
④	脱 離	置 換
⑤	置 換	縮 合
⑥	置 換	脱 離

問2 エタン、エチレンおよびアセチレンについて述べた次の①～⑤のうちから、誤りを含むものを2つ選び、一緒にマークせよ。 27

1分 3分 5分

- ① いずれも脂肪族炭化水素である。
② いずれもアルカンである。
③ 暗所下で臭素水に通じたとき臭素水を脱色しないのは、エタンだけである。
④ 炭素原子間の結合がそれを軸に自由に回転できないのは、エチレンだけである。
⑤ 炭素原子間の結合距離が一番短いのは、アセチレンである。

1分 3分 5分

問 3 アセトン，エタノールおよびジエチルエーテルのうち，水と任意の割合で混じり合うものを，次の①～③のうちからすべて選び，一緒にマークせよ。ただし，混じり合うものが1つもない場合は④をマークせよ。 28

- ① アセトン ② エタノール ③ ジエチルエーテル

1分 3分 5分

問 4 次の①～⑤のうちから，誤りを含むものを2つ選び，一緒にマークせよ。 29

- ① エタンの沸点は，メタンの沸点より高く，プロパンの沸点より低い。
② エチレンを付加重合させて得られるポリエチレンは，ペットボトルに使用されている。
③ アセチレンに触媒を用いて水を付加させると，アセトアルデヒドが生成する。
④ アセトンは，クメン法によりフェノールを製造する過程で副生成物として得られる。
⑤ ジエチルエーテルはエタノールに比べて分子量が大きく，沸点が高い。

1分 3分 5分

問 5 不斉炭素原子をもつ鎖式炭化水素のうち，分子量が最も小さいものの分子式を求めよ。

30 , 32 には十の位の数字を，31 , 33 には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には④をマークせよ。

C 30 31 H 32 33

問 6 次の文章を読み、下の(1)~(5)に答えよ。

炭素、水素、酸素からなる有機化合物 X 33 mg を完全燃焼させ、生成した二酸化炭素と水^アの質量をそれぞれ測定した。また、有機化合物 X の分子量と化学的性質を調べたところ、有機化合物 X は、分子式 $C_4H_8O_2$ のエステルであることがわかった。分子式 $C_4H_8O_2$ で表されるエステルの異性体の数は 個である。有機化合物 X の構造式を決定するために、次の実験 I ~ III を行った。

実験 I 有機化合物 X を加水分解して、酸性の有機化合物 Y と中性の有機化合物 Z を得た。

実験 II 酸性の有機化合物 Y に

実験 III 中性の有機化合物 Z に

この実験結果から、有機化合物 X は酢酸エチルである、との結論に達した。

(1) に当てはまる数値として最も適切な 1 桁の数字をマークせよ。

(2) 実験 II, III の , に当てはまる記述として最も適切なものを、次の

①~④のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① 塩基性条件下でヨウ素を反応させたところ、 CHI_3 の沈殿を生じた。

② 塩基性条件下でヨウ素を反応させても、 CHI_3 の沈殿は生じなかった。

③ フェーリング液を加えて加熱したところ、 Cu_2O の沈殿を生じた。

④ フェーリング液を加えて加熱しても、 Cu_2O の沈殿は生じなかった。

(3) (2)に挙げた沈殿のうち、 CHI_3 の色は であり、 Cu_2O の色は である。, に当てはまる色として最も適切なものを、次の①~⑥のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① 赤 色

② 褐 色

③ 黄 色

④ 黒 色

⑤ 白 色

⑥ 灰白色

1分 3分 5分

- (4) 下線部アについて、二酸化炭素と水は理論上それぞれ何 mg 生成すると考えられるか。
 , には十の位の数字を, , には一の位の数字をマークせよ。小数点以下がある場合には四捨五入せよ。該当する位がない場合には⑩をマークせよ。

二酸化炭素 mg
水 mg

1分 3分 5分

- (5) 分子式 $C_4H_8O_2$ の有機化合物には、エステル以外にも異性体が多数存在する。次の a ~ d のなかで、分子式 $C_4H_8O_2$ の異性体として存在するものはどれか。下の①~⑩のうちから最も適切なものを1つ選べ。

- a 光学異性体が存在するカルボン酸
- b 幾何異性体が存在するアルデヒド
- c オゾン分解*したとき、生成物が1種類になる有機化合物
- d どの水素原子1つを他の原子または原子団で置換しても、生成物が1種類になる有機化合物

*オゾン分解とは、オゾンにより $C=C$ 結合が切断されて2つのカルボニル化合物になる反応である。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd