

2019年度

全学部統一入試

化学基礎・化学

[60 分]

注意 解答に必要なならば、下記の原子量を用いなさい。

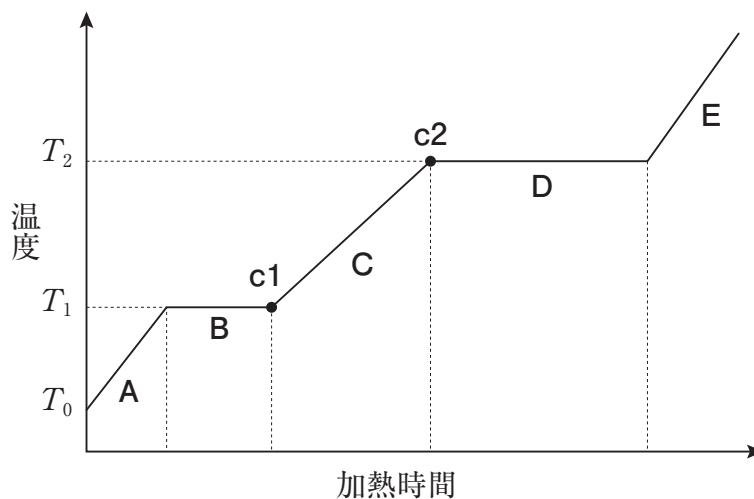
H=1.0 C=12 N=14 O=16 Cl=35.5 Al=27

標準状態において 1 mol の気体が占める体積 = 22.4 L

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

1 次の各問い（問 1～問 4）に答えなさい。

問 1 温度 T_0 の固体の純物質を 1 気圧 (1.013×10^5 Pa) のもとで完全に気体になるまで加熱した。図のグラフは、このときの加熱時間と温度との関係を示している。図に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 1



図

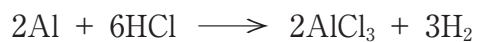
- ① T_1 の温度は、凝固点に等しい。
- ② 領域 A では、液体は存在しない。
- ③ 領域 B での物質の体積は、領域 E の体積より小さい。
- ④ (削除)
- ⑤ 領域 D で温度が一定であるのは、状態変化がないからである。
- ⑥ 点 c1 と点 c2 では、点 c2 のほうが分子の熱運動が激しい。

問2 極性に関する次の記述 (ア)~(ウ) の下線部について、正誤の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 2

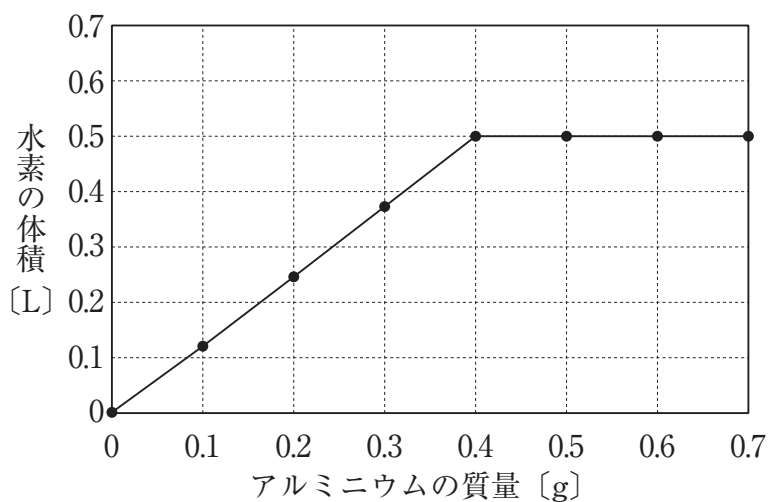
- (ア) N-H, O-H, F-H, Cl-H および Br-H 結合の中で、極性の一番大きな結合は Br-H 結合である。
- (イ) アンモニアとメタンは同程度の分子量にもかかわらず、アンモニアの沸点の方が 100℃ 以上高いのは、分子間に水素結合があるからである。
- (ウ) 二酸化炭素が無極性分子であるのは、C=O 結合に極性がないからである。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問3 濃度未知の塩酸 40 mL とアルミニウム粉末を反応させて水素を発生させた。この反応は次の化学反応式で表される。



アルミニウムの質量と発生した水素の体積（標準状態）の関係は図のようになった。反応に用いた塩酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 mol/L



図

- ① 0.11 ② 0.28 ③ 0.55 ④ 1.1 ⑤ 1.7 ⑥ 2.5

問4 ある化合物を用いて調製した 0.01 mol/L 水溶液がある。この水溶液 100 mL をビーカーにとり、指示薬としてフェノールフタレインを加え、0.1 mol/L 塩酸または 0.1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を試みた。次に指示薬をメチルオレンジに変えて同じ実験を行った。この実験により、以下の結果を得た。水溶液に入っていた化合物として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 4

【結果】 フェノールフタレインを用いたときの色の変化：無色から赤に、急激に変化した。
メチルオレンジを用いたときの色の変化：赤から黄に、徐々に変化した。
中和に要した液量：20 mL

- | | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| ① NH_3 | ② KOH | ③ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ |
| ④ CH_3COOH | ⑤ $(\text{COOH})_2$ | ⑥ H_2SO_4 |

2

次の文章を読んで、各問い（問1～問5）に答えなさい。

化合物AとBは室温では反応しないが加熱することで反応し、化合物Cが生成する。0.2 mol/LのAと1.4 mol/LのBだけを容器に入れ、触媒のない条件で反応を開始し、各化合物のモル濃度を測定したところ、図1の実線A～Cのような変化を示した。また、触媒を用いて反応を開始したところ、Bのモル濃度変化は破線（B*）のようになった。

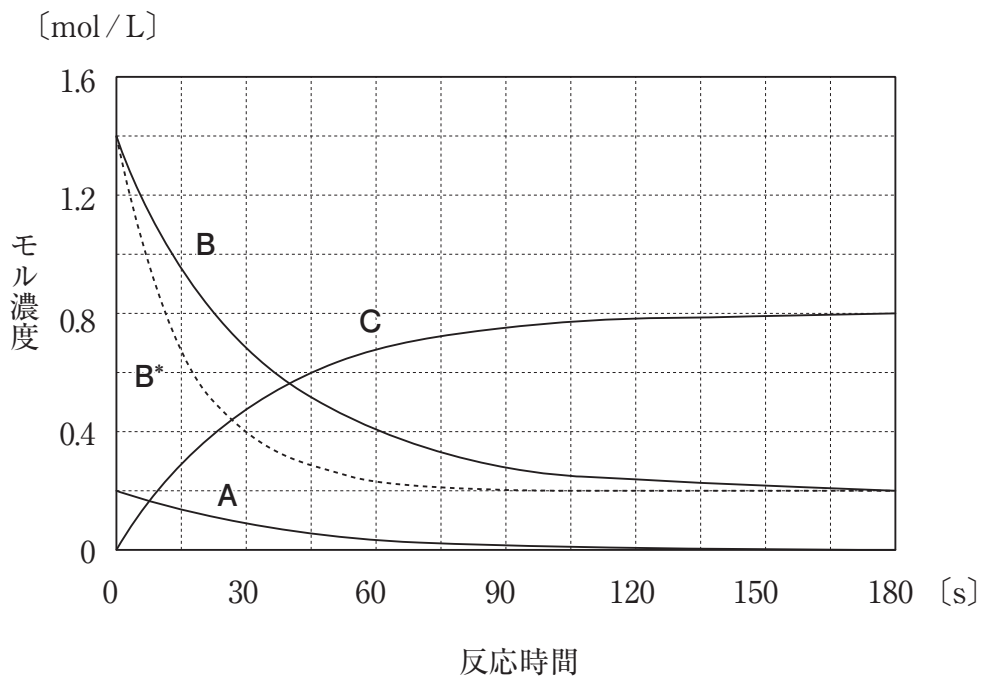


図1

問1 下線部に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 5

- ① 加熱することで活性化エネルギーは変化しないが、反応物の粒子のエネルギーが増大し、反応が進む。
- ② 加熱することで反応のしくみが変わり、活性化エネルギーがより小さい経路で反応が進む。
- ③ 加熱することで反応速度定数は変化しないが、反応速度が大きくなるため反応が進む。
- ④ 加熱することで反応物の粒子のエネルギーは変化しないが、衝突回数が増加するため反応が進む。
- ⑤ 加熱することで、反応物は活性化状態を経由しないで反応が進む。

問2 この反応の化学反応式として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。
ただし、このとき体積の変化はないものとする。 6

- ① $A + 4B \longrightarrow 2C$ ② $A + 5B \longrightarrow 2C$
 ③ $A + 6B \longrightarrow 2C$ ④ $A + 4B \longrightarrow 4C$
 ⑤ $A + 5B \longrightarrow 4C$ ⑥ $A + 6B \longrightarrow 4C$

問3 AとBのモル濃度とCの生成速度との関係について調べた。反応開始時のAとBのモル濃度を変えて、反応開始直後のCの生成速度を求めると、次の表に示す結果が得られた。この時の反応速度定数として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 7

実験	Aのモル濃度 [mol/L]	Bのモル濃度 [mol/L]	Cの生成速度 [mol/(L·s)]
1	0.30	2.0	1.8×10^{-2}
2	0.90	2.0	1.62×10^{-1}
3	0.90	4.0	3.24×10^{-1}

- ① $0.030 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{s})$ ② $0.060 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{s})$ ③ $0.10 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{s})$
 ④ $0.030 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$ ⑤ $0.060 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$ ⑥ $0.10 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$

問4 問3の実験1のとき、反応開始直後のBの減少速度として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 8 mol/(L·s)

- ① 6.0×10^{-3} ② 9.0×10^{-3} ③ 1.2×10^{-2}
 ④ 1.8×10^{-2} ⑤ 2.7×10^{-2} ⑥ 7.2×10^{-2}

問5 触媒を用いて反応を行ったときのCのモル濃度変化を示す曲線として正しいものを、図2の①～⑤の中から一つ選びなさい。 9

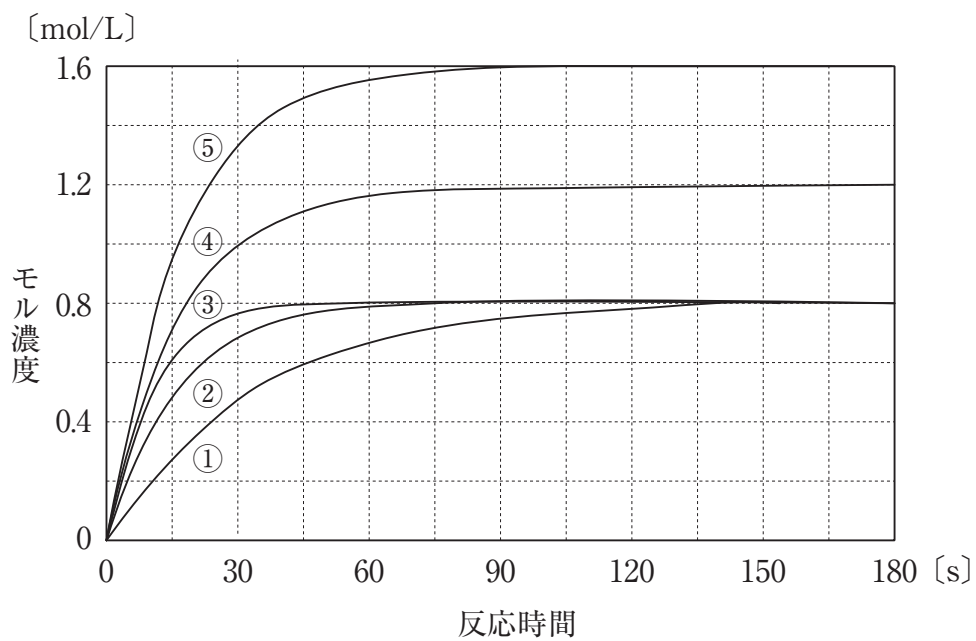


図2

3

次の各問い（問1～問4）に答えなさい。

問1 下の表は、周期表の第2周期と第3周期の元素である。この表の(a)～(m)の元素に関する記述(ア)～(ウ)のうち正しいものすべてを選んだものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。 10

周期 \ 族	1	2	13	14	15	16	17	18
2	Li	Be	B	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
3	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)

- (ア) 常温・常圧で気体の元素は、(c)、(d)、(e)、(l)、(m)の単体だけである。
 (イ) 元素(h)の単体は、展性・延性に富み、電気伝導性が大きい。
 (ウ) 元素(f)の単体は体心立方格子の金属で、エタノールと反応して水素を発生する。

- ① (ア)のみ ② (イ)のみ ③ (ウ)のみ ④ (ア), (イ)
 ⑤ (ア), (ウ) ⑥ (イ), (ウ) ⑦ (ア), (イ), (ウ)

問2 窒素に関連する記述のうち下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 11

- ① アンモニアを実験室で得るには、塩化アンモニウムと強塩基の混合物を加熱する。
 ② 単体の窒素は、窒素-窒素二重結合を含む。
 ③ 単体の窒素を工業的に得るには、液体空気を分留する。
 ④ 一酸化窒素は、酸素と反応して二酸化窒素を生じる。
 ⑤ 二酸化窒素は、水と反応して硝酸を生じる。
 ⑥ 二酸化窒素は、常温で一部が四酸化二窒素となる。

問3 カルシウムとマグネシウムの両方にあてはまる記述をすべて選んだものを，次の①～⑦の中から一つ選びなさい。 12

- (ア) 酸化物は水と反応しにくい。
- (イ) 水酸化物の水溶液は強い塩基性を示す。
- (ウ) 炭酸塩は塩酸に溶ける。

- ① (ア) のみ
- ② (イ) のみ
- ③ (ウ) のみ
- ④ (ア), (イ)
- ⑤ (ア), (ウ)
- ⑥ (イ), (ウ)
- ⑦ (ア), (イ), (ウ)

問4 鉄と銅の実験に関する次の記述を読み，以下の各問い (1)，(2) に答えなさい。

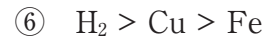
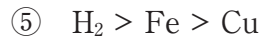
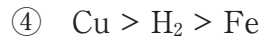
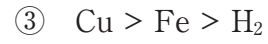
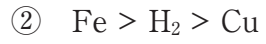
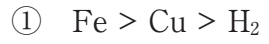
- 実験1** 濃硝酸に銅片を加えたところ反応し，赤褐色の気体が発生した。
- 実験2** 濃硝酸に鉄片を加えたところ，反応は起こらなかった。
- 実験3** 希硝酸に銅片を加えたところ反応し，無色の気体が発生した。
- 実験4** 希塩酸に銅片を加えたところ，反応は起こらなかった。
- 実験5** 希塩酸に鉄片を加えたところ反応し，無色の気体が発生した。

(1) **実験1～3** に関する次の文章を読んで，文中の (ア)，(イ) にあてはまる語句として適切な組み合わせを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 13

「**実験1** と**実験3** において，同じ質量の銅片から発生する気体の標準状態での体積は，(ア) の場合の方が大きい。また，**実験2** と同様に濃硝酸に加えても反応が起こらない金属として (イ) がある。」

	(ア)	(イ)
①	実験1	Zn
②	実験1	Ni
③	実験1	Ag
④	実験3	Zn
⑤	実験3	Ni
⑥	実験3	Ag

(2) 実験4と実験5の結果から、鉄、銅、水素をイオン化傾向の大きいものから順に並べたものとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 14



問2 アニリンを希塩酸に溶かし、氷冷しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた後、昇温すると気体を発生しながら弱酸性の物質 **A** が生成した。この実験および関連事項についての記述のうち、誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 16

- ① 発生した気体は窒素である。
- ② **A** の水溶液に FeCl_2 の水溶液を加えると赤紫色を呈する。
- ③ 亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた後、昇温せずに2-ナフトールを加えると、鮮やかな橙色～赤色の物質が得られる。
- ④ **A** は、イソプロピルベンゼンの酸化を経ても得ることができる。
- ⑤ **A** を濃硝酸と濃硫酸の混合物（混酸）と反応させると、強い酸性を示す黄色の物質が得られる。

問3 次の文章を読んで、各問い(1)~(3)に答えなさい。

分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコール **A** ~ **D** に関して**実験ア**~**ウ**を行った。ただし、反応中に炭素原子のつながり方が変化したり、二重結合の位置が移動したりする反応は起こらないものとする。**実験ウ**に関しては、枠内の記述に注意すること。

実験ア：アルコール **A** ~ **D** に対し硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると、**B** ~ **D** は溶液が橙赤色から緑色に変化したが、**A** のみ色の変化は見られなかった。

実験イ：160 ~ 170 °C に加熱した濃硫酸にアルコール **A** ~ **D** を少しずつ加えると、脱水反応が進行してアルケンが生成した。このとき、**A** と **D** からは同じ構造のアルケンが生成した。

実験ウ：**実験イ**で得たアルケンに対してリン酸を触媒として用い、高温、高圧の水蒸気と反応させた。このとき、**A** と **C** 由来のアルケンからはそれぞれ元のアルコールが得られた。一方、**B** と **D** 由来のアルケンからは分子式は同じであるが、元の構造とは異なるアルコールが主生成物として得られた。

一般に、アルケンに対してリン酸を触媒として用い、高温、高圧の水蒸気と反応させると二重結合に水が付加してアルコールが得られる。



分子構造が二重結合に対して対称でないアルケンに HX 型 (H-Cl , H-OH など) の分子が付加する場合、アルケンの二重結合を形成する炭素原子のうち、水素原子の多いほうに H が、水素原子の少ないほうに X が付加しやすい。

(1) A～Dのうち，第三級アルコールの数として最も適当なものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 17 個

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4

(2) A～Dのうち，不斉炭素をもつものをすべて選んだものを，次の①～⑩の中から一つ選びなさい。 18

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ AとB
 ⑥ AとC ⑦ AとD ⑧ BとC ⑨ BとD ⑩ CとD

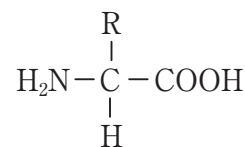
(3) BとD由来のアルケンに対する実験ウの主生成物として得られるアルコールの組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑨の中から一つ選びなさい。 19


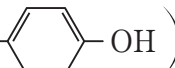



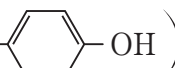


	Bからの主生成物	Dからの主生成物
①	A	A
②	A	B
③	A	C
④	C	A
⑤	C	B
⑥	C	C
⑦	D	A
⑧	D	B
⑨	D	C

- (1) 【実験V】で検出される官能基と、泳動結果の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑨の中から一つ選びなさい。 20

	ニンヒドリンで検出される官能基	泳動結果
①	-OH	陽極側へ移動
②	-NH ₂	陽極側へ移動
③	-NH-CO-	陽極側へ移動
④	-OH	ほとんど移動しない
⑤	-NH ₂	ほとんど移動しない
⑥	-NH-CO-	ほとんど移動しない
⑦	-OH	陰極側へ移動
⑧	-NH ₂	陰極側へ移動
⑨	-NH-CO-	陰極側へ移動

- (2) 化合物BとCの名称の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。なお、置換基Rの構造を()内に示す。 21



	化合物B	化合物C
①	ロイシン (-CH ₂ -CH(CH ₃)-CH ₃)	フェニルアラニン (-CH ₂ - )
②	ロイシン (-CH ₂ -CH(CH ₃)-CH ₃)	チロシン (-CH ₂ - )
③	フェニルアラニン (-CH ₂ - )	ロイシン (-CH ₂ -CH(CH ₃)-CH ₃)
④	フェニルアラニン (-CH ₂ - )	グリシン (-H)
⑤	グリシン (-H)	フェニルアラニン (-CH ₂ - )
⑥	グリシン (-H)	チロシン (-CH ₂ - )
⑦	チロシン (-CH ₂ - )	ロイシン (-CH ₂ -CH(CH ₃)-CH ₃)
⑧	チロシン (-CH ₂ - )	グリシン (-H)

問2 アミラーゼはだ液に含まれるデンプンの加水分解酵素である。だ液を5本の試験管にとり、それぞれに次の(a)~(e)の処理をした。

- (a) 沸騰水に5分間入れてから、室温にしたもの。
- (b) 酵素トリプシンを加えて、室温で1時間おいたもの。
- (c) 酵素ペプシンを加えて、室温で1時間おいたもの。
- (d) 酵素リパーゼを加えて、室温で1時間おいたもの。
- (e) 何も処理しないもの。

これらの処理をただ液0.1 mL をとり、デンプン水溶液1 mL と pH 7.0 の緩衝液1 mL を入れた5本の試験管にそれぞれ加え、37℃で30分間反応させた。これにフェーリング液を加えて発色を行ったところ、発色しないものがあった。(a)~(e)のうち発色しないものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 22

- ① (a) と (b) ② (a) と (c) ③ (a) と (d) ④ (a) と (e)
- ⑤ (b) と (d) ⑥ (b) と (e) ⑦ (c) と (d) ⑧ (c) と (e)

問3 セルロースの性質を説明する次の文章中の下線部①~⑧の中から誤りを含むものを一つ選びなさい。 23

セルロースは、植物の①細胞壁の主成分である。セルロース分子は、複数の②グルコースが③縮合重合したものであり、④1位と4位間が⑤β-グリコシド結合でつながった⑥らせん状の構造をもつ。この分子は、⑦分子間で⑧水素結合を形成し、繊維状の物質となる。