

化学基礎・化学

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7〕 (配点 25)

問1 次のa～cに当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 分子中の総電子数が他と異なるものはどれか。 1

- ① HF ② CH₄ ③ NH₃ ④ CO₂

b イオン化エネルギーが最も大きい原子はどれか。 2

- ① Na ② N ③ F ④ Ca

c イオン半径の大小関係が誤っているものはどれか。 3

- ① $F^- > Li^+$ ② $Al^{3+} > Mg^{2+}$
③ $O^{2-} > F^-$ ④ $K^+ > Na^+$

問2 次の分子ア～ウについて、1対の非共有電子対と3対の共有電子対をもつものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 4

ア アンモニア イ 水 ウ メタノール

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問3 食酢中の酢酸の濃度を調べるために、次の手順で**実験1**～**3**を行った。

実験1 ア を用い、 0.0500mol/L のシュウ酸標準溶液 1L を調製した。

実験2 水酸化ナトリウム約 4g を水 1L に溶解した。この溶液の濃度を決定するため、イ を用いてシュウ酸標準溶液 20mL を正確にはかりとり、三角フラスコに加えた。フェノールフタレイン液を数滴加えたのち、フラスコ内の溶液の色が変化するまで ウ から水酸化ナトリウム水溶液を滴下した。

同様の操作を6回行い、平均滴定量の値から水酸化ナトリウム水溶液の濃度は $9.17 \times 10^{-2}\text{mol/L}$ であることがわかった。

実験3 食酢を水で正確に10倍に希釈した。この液 20mL をはかりとり、フェノールフタレイン液を加えたのち、**実験2**で調製した水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、平均滴定量は 15.6mL であった。

これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 実験操作に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。5

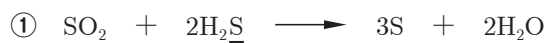
- ① 器具 ア は使用前に内部が蒸留水でぬれていてもよい。
- ② 器具 イ と ウ は使用後に内部を蒸留水で洗ったのち、加熱乾燥させておく。
- ③ これらの実験の指示薬として、メチルオレンジを用いることもできる。
- ④ これらの実験では、フェノールフタレイン液の色が淡赤色から無色に変化する。

b 食酢中の酢酸の質量パーセント濃度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、食酢の密度は 1.0g/cm^3 、食酢中の酸はすべて酢酸であるとし、原子量は $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$ とする。6 %

- ① 1.1
- ② 2.2
- ③ 4.3
- ④ 7.2

化学基礎・化学

問4 次の化学反応式①～④のうちから、下線部の原子の酸化数が最も減少しているものを一つ選べ。 7



(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7〕 (配点 25)

問1 図1はイオン結晶の単位格子を表したものである。図中の○は単位格子の各面の中心および各頂点に位置し、●は単位格子を構成する8個の各小立方体の中心に位置している。

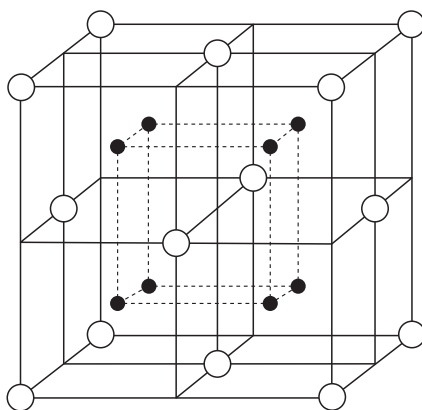
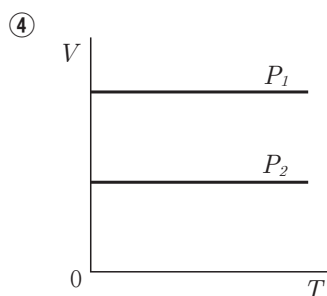
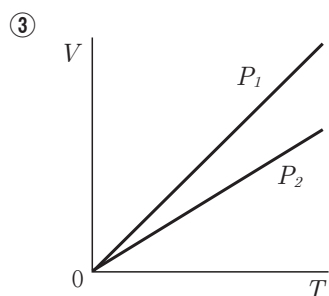
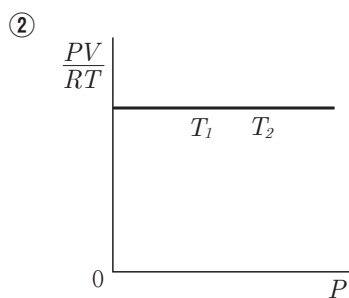
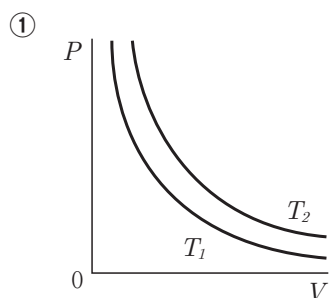


図 1

●が陽イオンであるとき、単位格子が同様な構造の結晶となりうる化合物として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- | | |
|------------|-----------|
| ① 塩化ナトリウム | ② 塩化カルシウム |
| ③ 塩化アルミニウム | ④ 酸化ナトリウム |

問2 1molの理想気体の性質について、正しい関係を表しているものを、次のグラフ①～④のうちから一つ選べ。ただし、 T は絶対温度、 P は圧力、 V は体積とし、 $T_1 > T_2$ 、 $P_1 > P_2$ とする。 2



問3 水100gに対する硝酸カリウムの溶解度は、25℃で36、60℃で110である。60℃の硝酸カリウムの飽和水溶液100gを25℃に冷却すると、何gの結晶が析出するか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 3 g

① 35

② 37

③ 70

④ 74

問4 水素とヨウ素から、ヨウ化水素が生成する反応の反応熱とH-H, I-Iの結合エネルギーの関係を示した図2から、H-Iの結合エネルギーを求めるといくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 4 kJ/mol

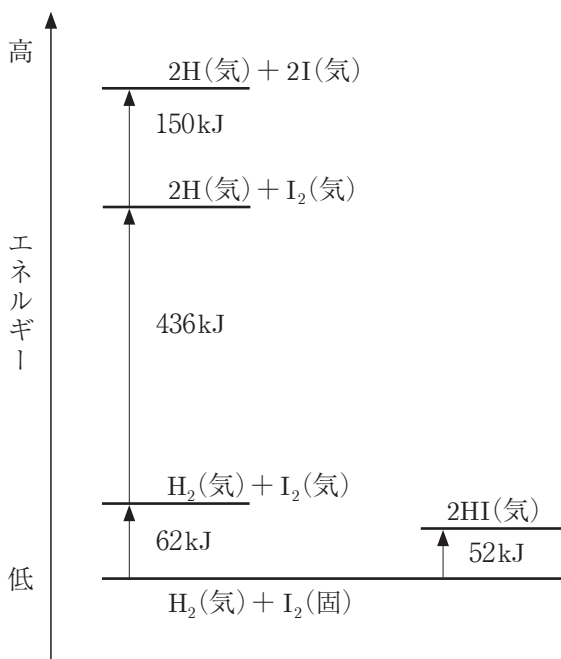


図 2

- ① 267 ② 298 ③ 350 ④ 596

問5 電池に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 2種類の金属の単体を電極とした電池では、イオン化傾向の大きい金属が正極となる。
- ② 2種類の金属の単体を電極とした電池では、両極のイオン化傾向の差が大きいほど起電力は小さい。
- ③ 外部回路へ電子が流れ出る電極を正極といい、外部回路から電子が流れこむ電極を負極という。
- ④ 電池の負極では酸化反応が起こる。

問6 反応速度に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 一般に、反応物の濃度が大きいほど反応速度は大きくなる。
- ② 触媒を用いると、活性化エネルギーが大きくなる。
- ③ 活性化エネルギーが大きいほど、反応速度は大きくなる。
- ④ 固体が関係する反応では、固体を粉末状にすると、反応速度は小さくなる。

問7 図3は、熱化学方程式 $aA(\text{気}) + bB(\text{気}) = cC(\text{気}) + Q\text{kJ}$ で表される反応が平衡状態に達したときの圧力・温度と全体に対する気体Cの体積の割合(%)を示したものである。反応式の係数 a , b , c の間に成り立つ関係および反応熱 Q の正負の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

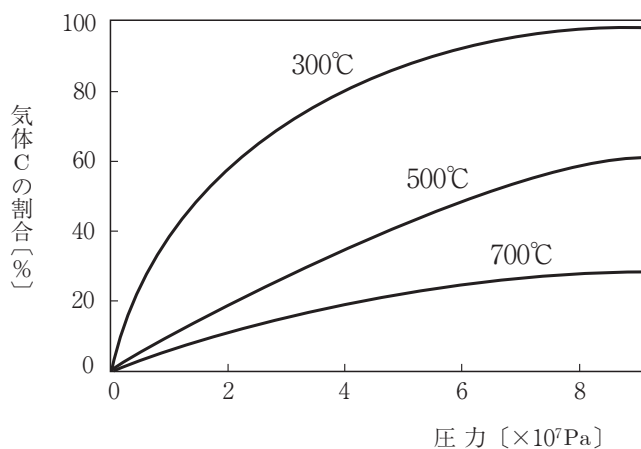


図 3

	係数 a , b , c	反応熱 Q
①	$a + b > c$	$Q > 0$
②	$a + b = c$	$Q > 0$
③	$a + b < c$	$Q > 0$
④	$a + b > c$	$Q < 0$
⑤	$a + b = c$	$Q < 0$
⑥	$a + b < c$	$Q < 0$

第3問 次の各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 20)

問1 表1は、周期表の一部を元素記号とカタカナで表したものである。これに関する下の問い(a・b・c)に答えよ。

表 1

族 周期	1	2		13	14	15	16	17	18
2	Li	Be		ア	イ	ウ	O	エ	Ne
3	オ	カ		キ	ク	P	ケ	コ	Ar
4	サ	シ		Ga	Ge	As	Se	ス	Kr

a 次の記述①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 1

- ① エの単体は水と激しく反応して酸素を発生する。
- ② カの単体は常温の水と反応して水素を発生する。
- ③ クの単体は共有結合の結晶を形成し、半導体の性質を示す。
- ④ コの単体は水に溶け、その一部が水と反応して酸化作用を示す。

b 次の元素のうち、水素化合物が水に溶けて最も強い酸性を示すものはどれか。
次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① ウ ② エ ③ ケ ④ ス

c 次の元素のうち酸化物が水に溶けて最も強い塩基性を示すものはどれか。
次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① キ ② ク ③ ケ ④ サ

問2 アルミニウムの製造に関する次の記述中の **ア** ～ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **4**

アルミニウムの単体を得るには、まず鉱石であるボーキサイトから **ア** を精製する。**ア** の融点は約 2000°C と高いため、**イ** を約 1000°C に加熱して融解したものに **ア** を溶かす。炭素電極を用いてこれを電気分解すると **ウ** 極にアルミニウムの単体が得られる。

	ア	イ	ウ
①	水酸化アルミニウム	ケイ砂	陽
②	水酸化アルミニウム	ケイ砂	陰
③	水酸化アルミニウム	氷晶石	陽
④	水酸化アルミニウム	氷晶石	陰
⑤	酸化アルミニウム	ケイ砂	陽
⑥	酸化アルミニウム	ケイ砂	陰
⑦	酸化アルミニウム	氷晶石	陽
⑧	酸化アルミニウム	氷晶石	陰

問3 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^{+} の3種類のイオンを含む水溶液から、 Pb^{2+} のみを沈殿させる操作として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① アンモニア水を過剰に加える。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- ③ 希塩酸を加える。
- ④ 希塩酸で酸性にしたのち、硫化水素を加える。

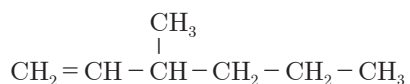
第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 30)

問1 次の条件アとイを満たす炭化水素として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 1

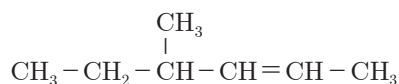
ア 分子内に不斉炭素原子をもつ。

イ 水素を1分子付加させた生成物は不斉炭素原子をもたない。

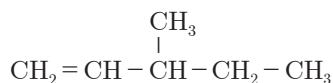
①



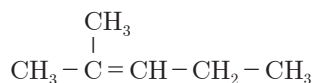
②



③



④



問2 次の炭化水素①～④のうちから、全ての炭素原子が同一直線上に**固定**されていないものを一つ選べ。 2

① エチレン

② プロペン(プロピレン)

③ アセチレン

④ プロピン(メチルアセチレン)

問3 炭素、酸素、水素からなる化合物Aは次の条件ア～ウをすべて満たす。化合物Aとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

ア 1molのAを完全燃焼させると4molの二酸化炭素と5molの水が生じた。

イ Aはナトリウムとは反応したが、水酸化ナトリウムとは反応しなかった。

ウ Aをおだやかに酸化させたときに得られる中性の化合物は、銀鏡反応を示さなかった。

① 1-ブタノール

② 2-メチル-2-ブタノール

③ 2-ブタノール

④ 2-メチル-2-プロパノール

⑤ ジメチルエーテル

問4 次の化合物ア～ウのうち、ヨードホルム反応を示すものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 4

ア $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ イ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ウ CH_3COCH_3

① アのみ

② イのみ

③ ウのみ

④ アとイ

⑤ アとウ

⑥ イとウ

⑦ アとイとウ

問5 分子式 $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ で示される二価カルボン酸であるマレイン酸とフマル酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

① マレイン酸とフマル酸は臭素付加によって同じ物質Xを生成する。

② 臭素付加によって得られる物質Xには不斉炭素原子が一つ存在する。

③ それぞれを試験管に入れて加熱していくと、マレイン酸の方が低い温度で融解する。

④ マレイン酸が融解したのちも加熱を続けると、試験管上部に水滴が生じる。

問6 ベンゼンに関する次の記述中の下線部①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 6

ベンゼンは分子式 C_6H_6 で表される炭化水素で、石油から生産されるほか、
 ① エチレンの3分子重合でも得られる無色で特有のにおいをもつ液体である。ベンゼン分子中の原子はすべて② 同一平面上にあり，③ 炭素原子間の距離はいずれも等しい。ベンゼン環は安定な構造で，④ アルケンやアルキンに比べて付加反応を起こしにくく、置換反応が起こりやすい。

化学基礎・化学

問7 化合物Aは分子式 C_9H_{12} で示される芳香族化合物である。化合物Aを酸素で酸化したのち、希硫酸で分解すると、弱酸性を示す芳香族化合物B(分子式 C_6H_6O)と中性の化合物C(分子式 C_3H_6O)を生成する。

化合物A～Cに関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 化合物Aはベンゼンにプロペンを付加することにより得られる。
- ② 化合物Bはトルエンを過マンガン酸カリウムで酸化しても得られる。
- ③ 化合物Bはさらし粉水溶液によって赤紫色に呈色する。
- ④ 化合物Cは銀鏡反応を示す。

問8 次の芳香族化合物①～④のうちから、加熱すると分解して窒素を発生するものを一つ選べ。 8

- ① ニトロベンゼン
- ② アニリン
- ③ 塩化ベンゼンジアゾニウム
- ④ *p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)

問9 次の糖①～④のうちから、フェーリング液とともに加熱したとき、赤色の沈殿を生じるものを一つ選べ。 9

- ① スクロース ② マルトース ③ アミロース ④ セルロース

問10 アミノ酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① すべての α -アミノ酸は光学異性体をもつ。
- ② アミノ酸の多くは、融点が高く、水に溶けやすい。
- ③ アミノ酸は、分子中に酸性の基と塩基性の基をもつ両性化合物である。
- ④ アミノ酸にニンヒドリン水溶液を加えて温めると、紫色に呈色する。