

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 ～ 〕 (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 互いに同素体でないもの。

- ① 黄リンと赤リン
- ② 一酸化炭素と二酸化炭素
- ③ 斜方イオウとゴム状イオウ
- ④ 酸素とオゾン

b イオン結合を含む物質。

- ① CCl₄
- ② CuSO₄
- ③ CS₂
- ④ HNO₃

c イオン化エネルギーが最も大きい原子。

- ① Ne
- ② Na
- ③ F
- ④ Cl

問2 次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語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。 **4**

それぞれの同位体の **ア** と **イ** から、その元素を構成する原子の **ア** の
の平均値を計算できる。この値を元素の **ウ** といい、元素ごとに決まっている。

	ア	イ	ウ
①	相対質量	存在比	質量数
②	電子数	原子番号	原子量
③	相対質量	存在比	物質質量
④	電子数	原子番号	質量数
⑤	相対質量	存在比	原子量
⑥	電子数	原子番号	物質質量

化学基礎・化学

問3 標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)でエタン3.0gと酸素11.2Lを混合し、エタンを完全燃焼させた。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a エタンの燃焼は次の化学反応式で表される。



$\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{エ}}$ に当てはまる係数の組合せとして正しいものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 $\boxed{5}$

	ア	イ	ウ	エ
①	1	3	2	3
②	1	7	4	6
③	2	7	4	6
④	2	14	4	6

b 反応せずに残る物質とその質量の組合せとして正しいものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はH=1.0, C=12, O=16とする。

$\boxed{6}$

	物質	質量(g)
①	エタン	1.0
②	エタン	1.5
③	酸素	3.2
④	酸素	4.8

問4 0.10mol/Lの硫酸銅(Ⅱ)水溶液のつくり方として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はH = 1.0, O = 16, S = 32, Cu = 64とする。

- ① $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 25.0g に水1.0Lを加える。
- ② $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 25.0g に水910mLを加える。
- ③ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 12.5g に水を加えて250mLにする。
- ④ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 12.5g に水を加えて500mLにする。

第2問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)で, 2.24Lの塩化水素を水に溶かして500mLとした。この溶液の水素イオン濃度の値として最も適当なものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。 mol/L

- ① 0.020 ② 0.050 ③ 0.10 ④ 0.20

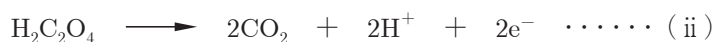
問2 次の①～④は酸化物とそれが水と反応して生じる物質との組合せである。このうちから誤っているものを一つ選べ。

	酸化物	生成物
①	Na ₂ O	NaOH
②	CaO	Ca(OH) ₂
③	P ₄ O ₁₀	H ₃ PO ₄
④	SO ₂	H ₂ SO ₄

問3 次の①～④のうちから, 酸化還元反応でないものを一つ選べ。

- ① $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
 ② $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 ③ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 ④ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

問4 過マンガン酸イオンは硫酸酸性中で(i)式のように相手物質から電子を奪い、シュウ酸は(ii)式のように相手物質に電子を与える。下の問い(a・b)に答えよ。



a 硫酸酸性中で過マンガン酸カリウムとシュウ酸を反応させた。これ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。 4

- ① シュウ酸の炭素原子の酸化数は+2 → +4に変化している。
- ② 0.5molの過マンガン酸カリウムと0.5molのシュウ酸を反応させると反応後の水溶液は赤紫色を呈する。
- ③ シュウ酸は過マンガン酸カリウムによって還元されている。
- ④ 塩酸酸性中で同様の反応を行っても、(過マンガン酸カリウム) : (シュウ酸) = 2 : 5の物質間で混合すれば、過不足なく反応する。

b 0.10mol/Lシュウ酸水溶液25mLに硫酸を加え、ここに濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと、20mL加えたところで終点に達した。この過マンガン酸カリウムのモル濃度は何mol/Lか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 5 mol/L

- ① 0.050
- ② 0.10
- ③ 0.25
- ④ 0.50

第3問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1は物質a～dの蒸気圧曲線である。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

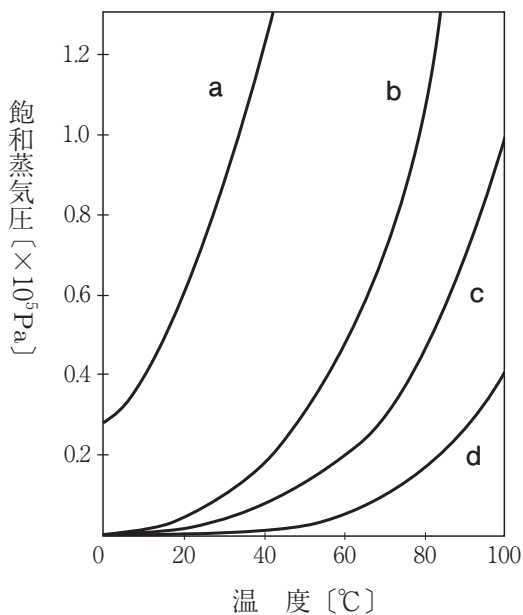


図 1

- ① 30℃で、最も揮発しやすい物質はaである。
- ② $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ でこれらの物質を沸点の高い順に並べると、 $d > c > b > a$ となる。
- ③ 物質aは物質dより、分子間にはたらく引力が大きい。
- ④ 50℃, $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで液体なのは物質cと物質dである。

問2 27°Cにおいて、9.6gの酸素と2.8gの窒素を8.3Lの容器中で完全に混合させた。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ 、原子量は $N = 14$ 、 $O = 16$ であるとする。

a 混合気体の全圧として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

Pa

- ① 6.0×10^4 ② 1.2×10^4 ③ 1.2×10^5 ④ 6.0×10^5

b 混合気体の平均分子量として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 28 ② 30 ③ 31 ④ 32

問3 次の水溶液ア～ウを沸点の高いものから順に正しく並べたものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。

ア 0.10mol/kgのグルコース水溶液

イ 0.10mol/kgの塩化ナトリウム水溶液

ウ 0.15mol/kgの尿素水溶液

- ① ア > イ > ウ ② ア > ウ > イ ③ イ > ア > ウ
④ イ > ウ > ア ⑤ ウ > ア > イ ⑥ ウ > イ > ア

化学基礎・化学

問4 浸透圧に関する次の文章中の **ア** と **イ** に当てはまる語句と数値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。ただし、塩化ナトリウムは完全に電離するものとする。 **5**

図2のようにU字管の中央を水分子は通すがデンプン水溶液、ナトリウムイオンおよび塩化物イオンは通さない半透膜で仕切り、A側には100mLの純水を、B側には0.10mol/Lのデンプン水溶液100mLを入れた。十分な時間を置くと、A側とB側の液面の高さに差が生じ、**ア**の液面が高くなった。次にA側に**イ**molの塩化ナトリウムを加えて溶かしたのち、十分な時間を置くと、A側とB側の液面差がなくなった。

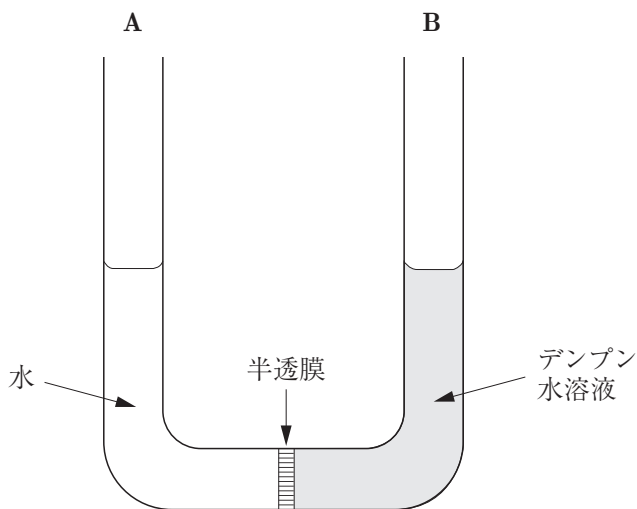
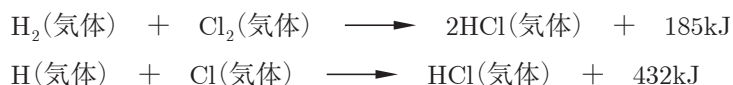


図 2

	ア	イ
①	A側	0.0050
②	A側	0.010
③	A側	0.020
④	B側	0.0050
⑤	B側	0.010
⑥	B側	0.020

問5 反応熱についての次の文章中の **ア** と **イ** に当てはまる語と数値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。 **6**

化学反応に伴って発生または吸収する熱量を反応熱という。物質 1 mol を成分元素の **ア** から生成するときの反応熱を生成熱という。次の熱化学方程式から、塩化水素の生成熱は **イ** kJ/mol となる。



	ア	イ
①	単 体	92.5
②	単 体	185
③	単 体	432
④	原 子	92.5
⑤	原 子	185
⑥	原 子	432

問6 次の反応①～④が平衡状態に達しているとき、〔 〕内の操作を行うと平衡が右方向に移動するものを一つ選べ。 **7**

- ① $\text{CO}(\text{気}) + 2\text{H}_2(\text{気}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{気}) + 105\text{kJ}$ 〔加熱する〕
- ② $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 〔塩酸を加える〕
- ③ $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{気})$ 〔圧力を小さくする〕
- ④ $2\text{SO}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{気})$ 〔触媒を加える〕

第4問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 ハロゲン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。

- ① ハロゲン元素の単体はいずれも二原子分子である。
- ② 臭素の単体は常温・常圧で赤褐色の液体である。
- ③ ハロゲン単体の酸化力の強さは $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ の順である。
- ④ 塩素は黄緑色の気体であり、刺激臭がある。

問2 硫酸のもつ性質のうち、酸化作用によって起こる現象の記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

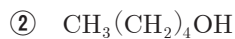
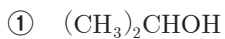
- ① 亜鉛に希硫酸を加えると、水素が発生する。
- ② 銅に濃硫酸を加えて加熱すると、二酸化硫黄が発生する。
- ③ 砂糖(ショ糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$)に濃硫酸を加えると、炭化する。
- ④ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素が発生する。

問3 次の物質と、その検出に用いられる試薬・反応との組合せとして誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

	物質	検出に用いられる試薬・反応
①	二酸化炭素	石灰水
②	窒素	フェノールフタレイン
③	水	塩化コバルト(Ⅱ)
④	ナトリウム	炎色反応
⑤	アンモニア	濃塩酸

化学基礎・化学

問7 硫酸酸性のニクロム酸カリウム水溶液とともに加熱した際にアルデヒドを生じるアルコールを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7



問8 次の操作ア～ウに当てはまる反応として最も適当なものを、下の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ア 8 イ 9 ウ 10

ア ニトロベンゼンに粒状のスズと濃塩酸を加えて加熱した。

イ アニリンに無水酢酸を作用させた。

ウ アニリンの希塩酸溶液を氷冷しながら、亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた。

① 酸化

② 還元

③ 中和

④ エステル化

⑤ アセチル化

⑥ ジアゾ化

⑦ カップリング