

令和6年度
武蔵野大学

ムサシノスカラシップ選抜 11月26日
3 時限

化学基礎・化学
（ 60 分 ）

【注意事項】

1. 問題は12ページまでです。
2. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、黙って手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 解答用紙（A）には受験番号を記入し、受験番号の下のマーク欄にマークしてください。氏名、フリガナも記入してください。解答する時限と科目（化学基礎・化学）にマークしてください。正しくマークされていない場合には、採点できないことがあります。
5. 解答は、解答用紙（A）の解答記入欄にマークしてください。
例えば、

10

 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の（例）のように解答番号10の解答記入欄の③にマークしてください。

（例）

解答 番号	解 答 記 入 欄									
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

6. 問題冊子の余白等は適宜利用しても構いませんが、ページを切り離してはいけません。
7. 時間内に解答し終わっても、退出することはできません。
8. 途中で質問等があるときは、黙って手を挙げて監督者を呼んでください。

注意 解答に必要なならば、次の値を用いなさい。

原子量	H	1.0	C	12	O	16	Na	23	Mg	24
	Al	27	S	32	Cl	35.5	Ca	40	Fe	56

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態において 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

次の各設問の選択肢から最も適当なものを一つ選び、マークしなさい。

1

(1) 次の分子のうち、無極性分子の組み合わせは、1 である。

(ア) HF (イ) H₂S (ウ) CS₂ (エ) CCl₄

- ① (ア) と (イ) ② (ア) と (ウ) ③ (ア) と (エ)
④ (イ) と (ウ) ⑤ (イ) と (エ) ⑥ (ウ) と (エ)

(2) 次の分子のうち、分子中に存在する非共有電子対の数が最も多いものは、2 である。

- ① H₂O ② HCl ③ NH₃ ④ CO₂ ⑤ Br₂

- (3) 水 200 g に水溶性の固体 A 70 g を加えてよくかき混ぜると、一部が溶けずに残った。ろ紙を使ってろ過したところ、固体 A 10 g がろ紙上に残った。このとき、ろ液の固体 A の水溶液の質量パーセント濃度として最も適当なものは、3 % である。

① 20 ② 23 ③ 30 ④ 33 ⑤ 50

- (4) ある気体は、27 °C で 0.5 L の容器に入れたときの容器内圧が 8.3×10^4 Pa であった。この時の気体の質量が 0.5 g であるとき、この気体の分子式は、4 である。ただし、分子自身の体積および分子間力は無視できるものとする。

① CH₄ ② C₂H₆ ③ C₃H₈ ④ C₄H₁₀

- (5) グルコース (C₆H₁₂O₆)、塩化ナトリウム、塩化カルシウム、硫酸マグネシウムをそれぞれ水に溶かした質量モル濃度 0.01 mol/kg の水溶液を用意した。これらの水溶液に関する記述として正しいものは、5 である。ただし、電解質は完全に電離しているものとする。

- ① いずれの水溶液も、純粋な水と比較して低い温度で沸騰する。
② グルコース水溶液は水 1 kg 中に溶解している溶質の質量が最も大きいため、水溶液の蒸気圧が最も低くなる。
③ 塩化ナトリウム水溶液の質量モル濃度を 2 倍にすることで、塩化カルシウム水溶液と沸点がほぼ等しくなる。
④ 塩化ナトリウム水溶液と硫酸マグネシウム水溶液の蒸気圧はほぼ等しくなる。
⑤ 各水溶液のモル沸点上昇 (K_b) は、溶質粒子の物質量の増加に伴い大きくなる。

2

(1) 銅に濃硝酸を反応させると気体が発生した。この反応で主に得られる気体に関する記述として正しいものは、である。

- ① 常温では化学的に安定な気体であり、空気の体積の約 78%を占めている。
- ② 水に溶けにくい気体であり、空気中では速やかに酸化される。
- ③ 刺激臭のある気体であり、水溶液中では弱い塩基性を示す。
- ④ 赤褐色の有毒な気体であり、一般的には下方置換で捕集する。
- ⑤ この気体は工業的にはハーバー・ボッシュ法で直接合成される。

(2) 身の回りにある化合物に関する次の記述のうち、正しいものをすべて選んだ組み合わせは、である。

(ア) さらし粉から塩化カルシウムを除いたものは高度さらし粉と呼ばれ、プールの殺菌消毒剤等として用いられる。

(イ) 酸化カルシウムは生石灰と呼ばれ、乾燥剤として用いられる。

(ウ) 水酸化カルシウムは重曹と呼ばれ、胃酸などの強い酸を中和するため、胃腸薬(制酸剤)として用いられる。

- 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)

(3) 酸化鉄(Ⅲ) 16 g とアルミニウム粉末 5.4 g の混合物に点火すると激しい反応を示した。この反応に関する次の記述のうち、正しいものの組み合わせは、8 である。ただし、いずれの反応物もすべて反応に利用され、生成物に置き換わったものとする。

- (ア) この反応をテルミット反応と呼ぶ。
(イ) アルミニウムは還元され、アルミナが生成する。
(ウ) 反応後、5.6 g の鉄の単体が生成する。
(エ) 本反応は、鉄道のレールの溶接などに利用される。

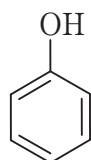
- ① (ア) と (イ) ② (ア) と (ウ) ③ (ア) と (エ)
④ (イ) と (ウ) ⑤ (イ) と (エ) ⑥ (ウ) と (エ)

(4) 次の金属イオンを含む水溶液を弱塩基性にして、硫化水素を十分に吹き込んだ場合、白色沈殿が生じるものは、9 である。

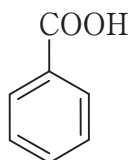
- ① Zn^{2+} ② Cd^{2+} ③ Cu^{2+} ④ Pb^{2+} ⑤ Fe^{2+}

3

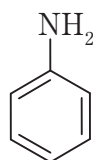
- (1) 次の化合物のうち、炭酸水素ナトリウム水溶液と反応しないものの組み合わせは、10である。



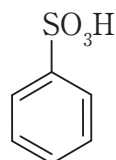
(ア)



(イ)



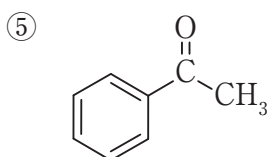
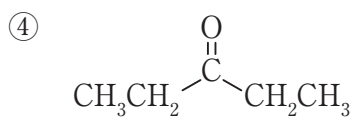
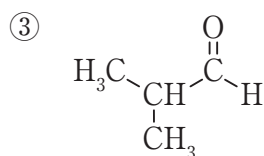
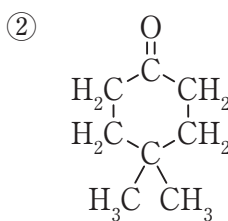
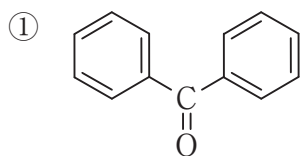
(ウ)



(エ)

- ① (ア) と (イ) ② (ア) と (ウ) ③ (ア) と (エ)
 ④ (イ) と (ウ) ⑤ (イ) と (エ) ⑥ (ウ) と (エ)

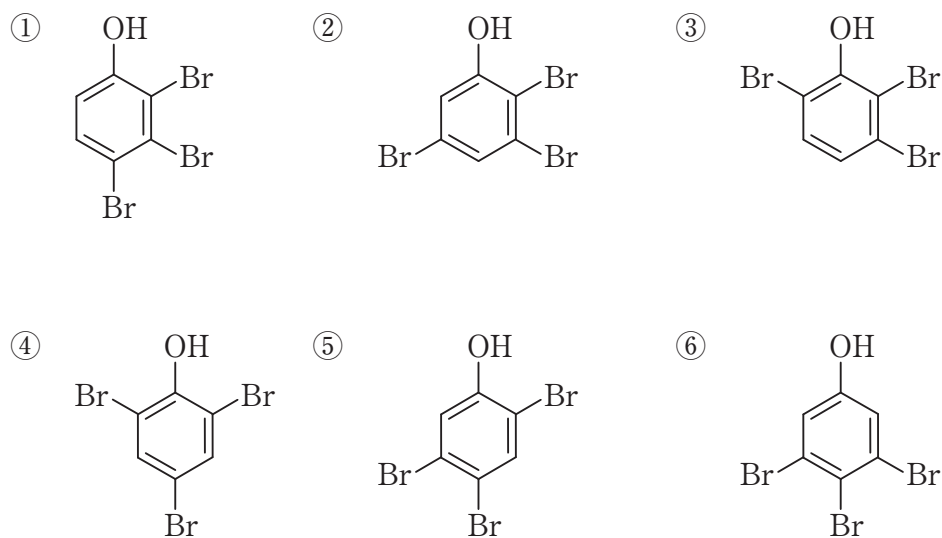
- (2) 次のカルボニル化合物を触媒の存在下で水素と反応させた。生成物が不斉炭素原子をもつものは、11である。ただし、この触媒による水素との反応ではベンゼン環は反応しないものとする。



(3) アセチレンに関する記述として誤りを含むものは、12 である。

- ① 炭素－炭素結合の長さは、エタンのそれよりも短い。
- ② 赤熱した鉄に触れるとアセチレンの3分子が重合してシクロヘキセンが生成する。
- ③ アンモニア性硝酸銀水溶液にアセチレンガスを通じると、白色沈殿を生じる。
- ④ 酢酸亜鉛を触媒として酢酸と反応させると、酢酸ビニルが生成する。
- ⑤ 炭化カルシウムを水に入れるとアセチレンが生成する。

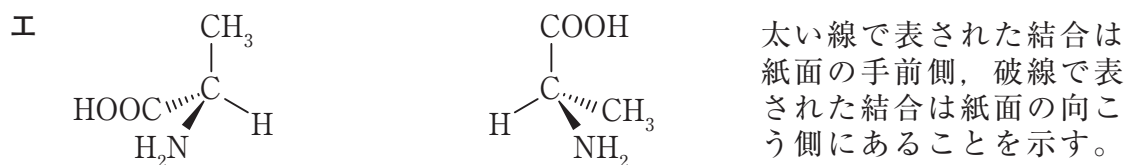
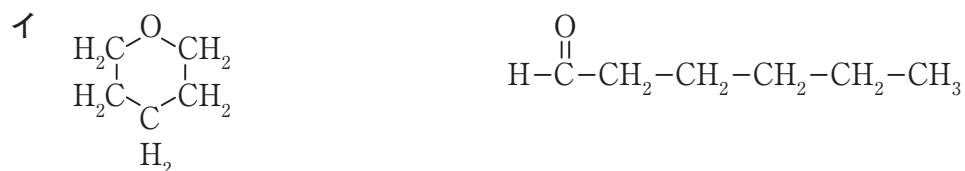
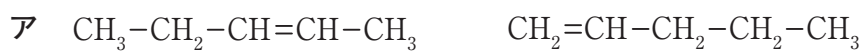
(4) フェノールの水溶液に臭素水を加えると主生成物として得られるものは、13 である。



- (5) 分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で示される化合物のうち、単体のナトリウムを加えると水素が発生するものは、14 種類ある。ただし、立体異性体の関係にあるものは区別せず 1 種類の異性体として考えてよいものとする。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

(6) 次の構造式の組み合わせ（ア～カ）のうち、互いに異性体の関係にある化合物を表しているものは、15 組ある。



① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

4

- (1) 水分を含んだ鉄粉は空気中の酸素と反応すると、水酸化鉄(Ⅲ)が生成する。この反応を表す次の熱化学方程式の係数 a 、 b と添字 c および反応の組み合わせとして正しいものは、16 である。



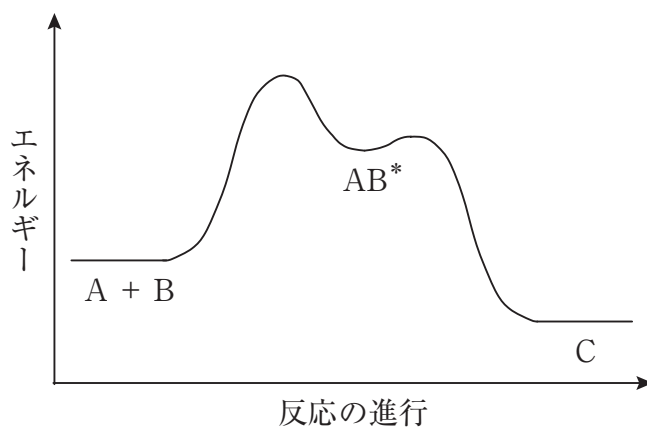
	a	b	c	反応
①	$\frac{1}{2}$	1	2	発熱反応
②	$\frac{1}{2}$	1	2	吸熱反応
③	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{2}$	3	発熱反応
④	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{2}$	3	吸熱反応
⑤	$\frac{3}{2}$	3	3	発熱反応

- (2) 断熱容器内で、以下の表に示す希硫酸 50.0 mL を同じ温度の水酸化ナトリウム水溶液で滴定し、完全に中和させた。滴定に必要な水酸化ナトリウム水溶液の量と、滴定後の水溶液の温度上昇の組み合わせとして最も適当なものは、17 である。ただし、この反応の中和熱は 56.0 kJ/mol であり、滴定後の水溶液の比熱は 4.18 J/(g・K) である。また、中和熱はすべて滴定後の水溶液の温度上昇に使われたとものする。

	モル濃度	密度
希硫酸	1.00 mol/L	1.06 g/mL
水酸化ナトリウム水溶液	0.500 mol/L	1.02 g/mL

	水酸化ナトリウム水溶液の量	温度上昇
①	100 mL	12.9 K
②	100 mL	8.64 K
③	200 mL	6.57 K
④	200 mL	5.21 K
⑤	200 mL	0.521 K

- (3) 次の式で表される反応のエネルギー図は、反応物から反応中間体 (AB^*) までと、反応中間体から生成物までの2段階に分けて考えることができる。それぞれの活性化エネルギー (ΔE_1 , ΔE_2) の大小と反応全体の進行を支配する段階 (律速段階) の組み合わせとして正しいものは、18 である。



	活性化エネルギーの大小	律速段階
①	$\Delta E_1 > \Delta E_2$	第1段階
②	$\Delta E_1 > \Delta E_2$	第2段階
③	$\Delta E_1 < \Delta E_2$	第1段階
④	$\Delta E_1 < \Delta E_2$	第2段階
⑤	$\Delta E_1 = \Delta E_2$	第1段階
⑥	$\Delta E_1 = \Delta E_2$	第2段階

- (4) 酢酸ナトリウム CH_3COONa の塩の種類とその水溶液の性質の組み合わせとして正しいものは、19 である。

	塩の種類	水溶液の性質
①	酸性塩	酸性
②	酸性塩	中性
③	酸性塩	塩基性
④	正塩	酸性
⑤	正塩	中性
⑥	正塩	塩基性
⑦	塩基性塩	酸性
⑧	塩基性塩	中性
⑨	塩基性塩	塩基性

- (5) 次の記述のうち、正しいものの組み合わせは、20 である。

- (ア) 溶鉱炉ではコークス C から生じた一酸化炭素 CO が鉄鉱石を還元する役割を担う。
 (イ) 化合物中の水素の酸化数は常に +1 である。
 (ウ) アルミニウムと鉄は、塩酸や希硫酸には溶けるが、濃硝酸には溶けない。
 (エ) 2 種類の金属板を希硫酸に浸して電池を作ると、イオン化傾向の小さい金属側で酸化反応が起こり負極となる。

- ① (ア) と (イ) ② (ア) と (ウ) ③ (ア) と (エ)
 ④ (イ) と (ウ) ⑤ (イ) と (エ) ⑥ (ウ) と (エ)