

2019年度

全学部統一入試

化学基礎・化学

[60 分]

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 C 12 N 14
 O 16 S 32 Fe 56

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

【問題 1】 次の問 1～4 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 物質を次の図 1 のように分類したとき、下の物質 (A～C) はどのように分類されるか。①～⑧のうちから最も適当なものの一つを選び、番号で答えよ。

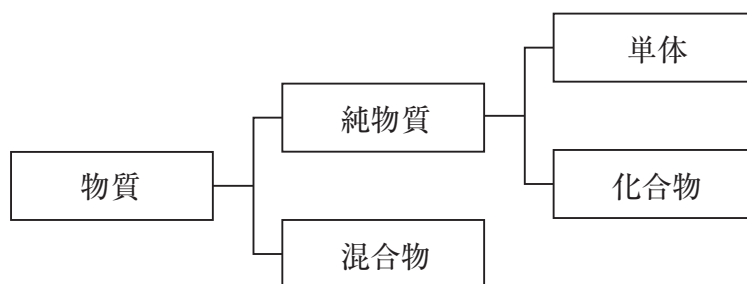


図 1

[物質]

A 塩酸 B 水酸化ナトリウム C 黒鉛

	A	B	C
①	化合物	化合物	単体
②	化合物	化合物	混合物
③	化合物	混合物	単体
④	化合物	混合物	混合物
⑤	混合物	化合物	単体
⑥	混合物	化合物	混合物
⑦	混合物	混合物	単体
⑧	混合物	混合物	混合物

問2 同素体に関する次の記述（a～e）のうち正しいものが二つある。その組合せを下の①～⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 構成元素が同じで、融点と沸点が同じ物質どうしは同素体である。
- b 互いに同素体である物質はそれぞれ純物質である。
- c ドライアイスと気体の二酸化炭素は、互いに同素体の関係にある。
- d 同じ元素の同素体どうしは、化学的性質が異なる。
- e 酸素とオゾン，黄リンと赤リンなどのように，同素体は，（同素体が存在する一つの元素につき）常に二つずつ存在する。

- ① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

問3 ホウ素の同位体には ^{10}B と ^{11}B の二種類があり，存在比は ^{10}B が20%で ^{11}B が80%である。それぞれの相対質量が質量数に等しいとすると，ホウ素の原子量はいくらか。次の①～⑩のうち最も近いものを一つ選び，番号で答えよ。

- ① 10.1 ② 10.2 ③ 10.3 ④ 10.4 ⑤ 10.5
⑥ 10.6 ⑦ 10.7 ⑧ 10.8 ⑨ 10.9 ⑩ 11.0

問4 次の ~ にあてはまる最も適切な語句の組合せを下の①~⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

$$\text{質量パーセント濃度}[\%] = \frac{\text{溶質の質量}[\text{g}]}{\text{アの質量}[\text{g}]}$$

$$\text{モル濃度}[\text{mol/L}] = \frac{\text{溶質の物質量}[\text{mol}]}{\text{イの体積}[\text{L}]}$$

$$\text{質量モル濃度}[\text{mol/kg}] = \frac{\text{溶質の物質量}[\text{mol}]}{\text{ウの質量}[\text{kg}]}$$

	ア	イ	ウ
①	溶媒	溶媒	溶媒
②	溶媒	溶媒	溶液
③	溶媒	溶液	溶媒
④	溶媒	溶液	溶液
⑤	溶液	溶媒	溶媒
⑥	溶液	溶媒	溶液
⑦	溶液	溶液	溶媒
⑧	溶液	溶液	溶液

【問題 2】 次の問 1, 2 に答えよ。(解答番号 ,)

問 1 浸透圧に関する次の記述 (①~⑤) のうちから誤りを含むものの一つを選び, 番号で答えよ。

- ① U字管を半透膜で仕切って, 両側にそれぞれ純水とスクロース水溶液を同じ高さまで入れる。長時間放置すると, スクロース水溶液側の液面が下がり, 純水側の液面が上がる。
- ② 浸透圧は, 高分子化合物の分子量の測定に利用される。
- ③ グルコースの希薄水溶液の浸透圧は, モル濃度に比例する。
- ④ 同じモル濃度のスクロースと塩化ナトリウムの希薄水溶液の浸透圧を比較すると, 塩化ナトリウムの希薄水溶液の方が高い。
- ⑤ 希薄溶液の浸透圧は, 絶対温度に比例する。

問 2 窒素 14 g と酸素 16 g からなる混合気体がある。この混合気体の平均分子量はいくらか。最も適当な値を, 次の①~⑦のうちから一つ選び, 番号で答えよ。

- ① 26 ② 27 ③ 28 ④ 29
- ⑤ 30 ⑥ 31 ⑦ 32

【問題3】 図2は窒素と水素からアンモニアを合成する反応を、反応の進行度とエネルギー変化 $E_1 \sim E_3$ を用いて示したものである。この図に関連する下の問1～3に答えよ。

(解答番号 ～)

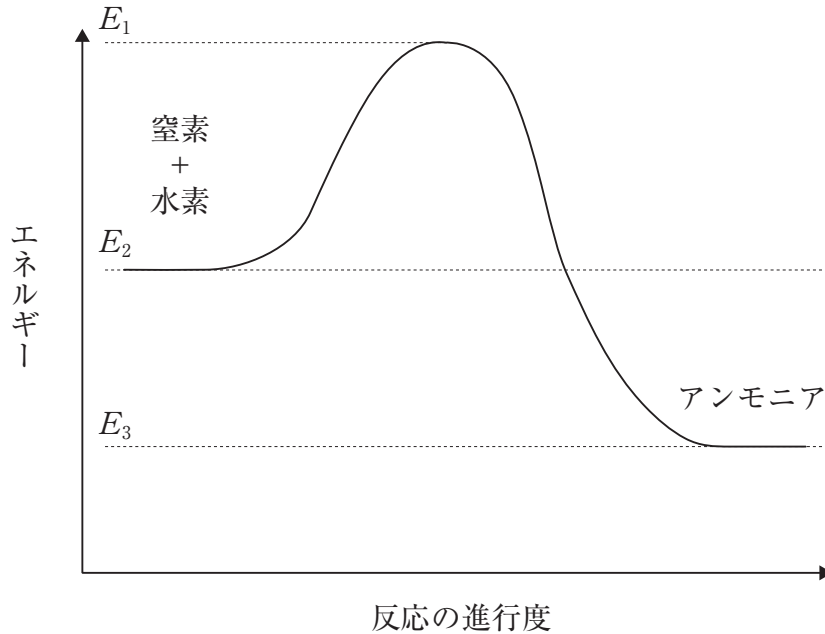


図2

問1 この反応における反応熱はどのように表せるか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① E_1 ② E_2 ③ E_3 ④ $E_1 - E_2$ ⑤ $E_1 - E_3$ ⑥ $E_2 - E_3$

問2 この反応における活性化エネルギーはどのように表せるか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

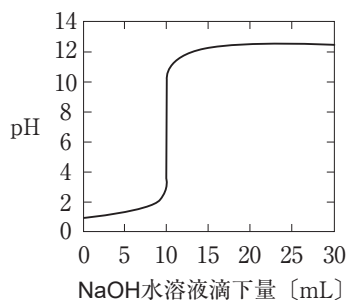
- ① E_1 ② E_2 ③ E_3 ④ $E_1 - E_2$ ⑤ $E_1 - E_3$ ⑥ $E_2 - E_3$

問3 H-H, N-H, N≡Nの結合エネルギーをそれぞれ436 kJ/mol, 391 kJ/mol, 945 kJ/mol とすると, アンモニアの生成熱は何 kJ/mol となるか。最も適当な数値を次の①~⑥のうちから一つ選び, 番号で答えよ。 kJ/mol

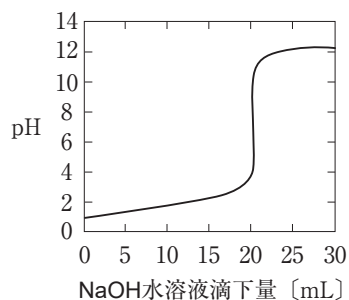
- ① 47 ② 114 ③ 249 ④ 463 ⑤ 750 ⑥ 1986

【問題4】 pHに関連する次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

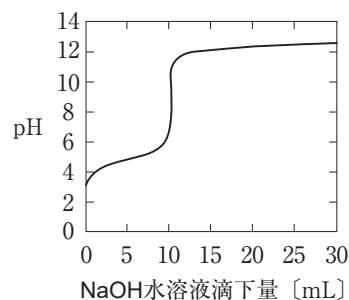
問1 0.1 mol/L の酢酸水溶液 10 mL を、0.1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したときの pH の変化を示す図 (A～E) について、最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。



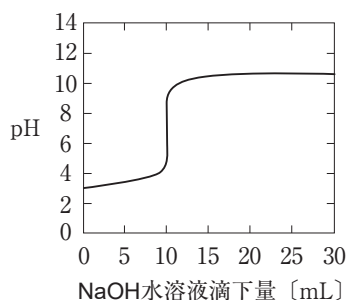
A



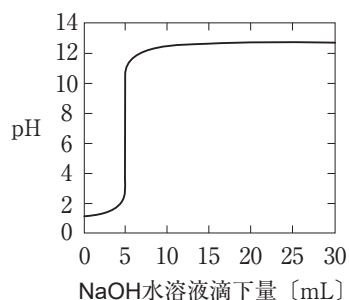
B



C



D



E

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

問2 0.1 mol/L の塩酸 10 mL と 0.02 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 30 mL を混合したときの pH はいくらか。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問3 次の記述（a～e）の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 12

- a pH4 の塩酸を水で 10000 倍にうすめると、pH の値は 8 になる。
- b pH10 の水酸化ナトリウム溶液を水で 10 倍にうすめると pH の値は 11 になる。
- c 1.0×10^{-2} mol/L のアンモニア水の pH の値は、同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液の pH の値より小さい。
- d 1.0×10^{-2} mol/L 硫酸の pH の値は同じ濃度の硝酸の pH の値より大きい。
- e pH は水溶液中の水酸化物イオン濃度の逆数の対数であらわされる。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

【問題5】 次の周期表の第3周期18族までに関する下の問1～3に答えよ。(解答番号 13 ~ 15)

族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H																	He	
2	Li	Be												B	C	(あ)	O	(い)	Ne
3	Na	(う)												Al	Si	(え)	S	(お)	Ar

問1 次の文章の空欄 (ア ~ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 13

周期表の18族に属する元素を希ガス元素という。希ガスは、ア色・無臭の気体で、融点は非常にイ。元素ウは希ガスの中で空気中の存在量が最も多く、電球の封入ガスや溶接時の酸化を防ぐための保護ガスに使われる。

	ア	イ	ウ
①	無	低い	ヘリウム
②	無	低い	アルゴン
③	無	高い	ヘリウム
④	無	高い	アルゴン
⑤	有	低い	ヘリウム
⑥	有	低い	アルゴン
⑦	有	高い	ヘリウム
⑧	有	高い	アルゴン

問2 上の周期表の(い)に関連する次の記述(a~e)の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①~⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

14

- a 価電子を7個もち、陰イオンになりやすい。
- b 17族元素の中で、沸点が一番高い。
- c 単体は室温で赤褐色である。
- d 17族元素の中で最も強い酸化力を示す。
- e 水素化合物は水によく溶け、水溶液は酸性を示す。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 上の周期表の(あ)~(お)の元素の中で常温・常圧で、単体が気体として存在するものはいくつあるか。最も適当な数を次の①~⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

15

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

【問題6】 硫酸に関連する次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 硫酸の性質に関連する次の記述(a～e)の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a スクロースに濃硫酸を加えると脱水作用が強いため炭化する。
- b 濃硫酸は、吸湿性が高いので乾燥剤として用いられる。
- c 濃硫酸は、無色の重い液体で、粘性が高い。
- d 濃硫酸は、不揮発性であるので、揮発性の酸の塩と混合して加熱すると、揮発性の酸が遊離する。
- e 加熱した濃硫酸には強い酸化作用があり、銅や銀などの金属を溶かす。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問2 質量パーセント濃度49%、密度1.4 g/cm³の硫酸水溶液のモル濃度は何 mol/L になるか。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 mol/L

① 0.5 ② 0.6 ③ 0.7 ④ 5.0 ⑤ 6.0 ⑥ 7.0

問3 硫酸は黄鉄鉱(FeS₂)を燃焼させ、発生した気体を空気中で酸化し、それを水に溶かすことで得ることができる。純粋な黄鉄鉱180 gから得られる96.0%硫酸の質量は何 g であるか。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 g

① 102 ② 153 ③ 282 ④ 306 ⑤ 433 ⑥ 712

【問題 7】 有機化合物の構造に関連する次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 19 ～
21)

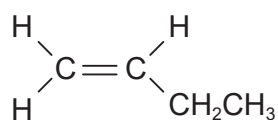
有機化合物には同じ分子式をもっている、分子の構造式が異なる構造異性体と分子の立体的な形が異なる立体異性体がある。立体異性体には、炭素間の二重結合が原因で生じる ア 異性体と、イ が原因で生じる ウ 異性体がある。

分子式 C_4H_8 で表される有機化合物のうち、化合物 A、化合物 B が二重結合を有する ア 異性体の関係にあり、化合物 A がシス型であった。

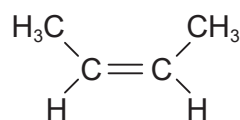
問 1 上の文章の空欄 (ア ～ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 19

	ア	イ	ウ
①	幾何 (シス-トランス)	不斉炭素原子	光学 (鏡像)
②	幾何 (シス-トランス)	炭素骨格	光学 (鏡像)
③	幾何 (シス-トランス)	三重結合	光学 (鏡像)
④	光学 (鏡像)	不斉炭素原子	幾何 (シス-トランス)
⑤	光学 (鏡像)	炭素骨格	幾何 (シス-トランス)
⑥	光学 (鏡像)	三重結合	幾何 (シス-トランス)

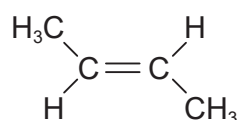
問 2 化合物 A の構造式を次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。 20



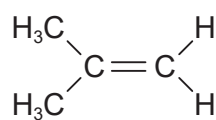
①



②



③



④

問3 分子式 C_4H_8 で表される有機化合物の異性体は、全部でいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑦のうちから一つ選び、番号で答えよ。 21

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 0

【問題 8】 セッケンと合成洗剤に関連する次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 22 ～
24)

油脂を水酸化ナトリウム水溶液で ア すると、グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩を生成するが、これがセッケンである。セッケンは、分子中に水和しやすい イ 基と水をはじく性質の ウ 基の両方をもつため、水に溶かすと、セッケンは ウ 基を中心にして多数が集まり、球状の粒子となる。これをミセルという。セッケンが汚れを落とすことができるのは、油汚れと ウ 基が引き合い、さらにミセルに閉じ込めて水中に分散させることができるためである。

問 1 上の文章の空欄 (ア ～ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。 22

	ア	イ	ウ
①	けん化	親水	疎水 (親油)
②	けん化	疎水 (親油)	親水
③	乳化	疎水 (親油)	親水
④	乳化	親水	疎水 (親油)

問2 セッケンと合成洗剤の性質について述べた次の記述（a～d）の中で、正しい記述はいくつあるか。もっとも適当な数を下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

23

- a セッケンは弱塩基性を示すため絹や羊毛の洗濯には使用できない。
- b セッケンのミセルは負の電荷を帯びた細かい粒子で、水の中に分散している。
- c 合成洗剤の主成分は、高級アルコールに濃硫酸を反応させて得られる硫酸エステルがあげられる。
- d 合成洗剤の主成分は、水に溶かすと中性を示す。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 0

問3 硬水（カルシウムやマグネシウムなどを多く含む水）で洗濯をする場合、セッケンではなく合成洗剤の方が適しているのはなぜか。最も適当な記述を次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

24

- ① 硬水は水中でのミセルの生成がしにくくなるため
- ② 合成洗剤を硬水に溶かしてもカルシウムやマグネシウムと反応しないため
- ③ 合成洗剤を硬水に溶かすとカルシウム塩やマグネシウム塩となり洗浄力が向上するため
- ④ セッケンを硬水に溶かすと、水に溶けにくい化合物が沈殿するためにセッケンの泡立ちが悪くなり、洗浄力が落ちるため