

必要ならば、つぎの数値を用いなさい。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Al = 27.0, S = 32.0, Cl = 35.5,
K = 39.0, Cr = 52.0, Mn = 55.0, Fe = 56.0, Co = 59.0, Ni = 59.0, Cu = 63.5, Br = 80.0,
Ag = 108, I = 127, Hg = 201

【I】 つぎの表は元素の周期表の一部であり、横に族、縦に周期を表し、各区画中の数字は原子番号である。以下の問いに答えよ。

		← 族 →																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↑ 周 期 ↓	1	1																	2
	2	3	4											5	6	7	8	9	10
	3	11	12											13	14	15	16	17	18
	4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	6	55	56	*	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86

*: 57～71 ランタノイド

問 1 宮城県涌谷町は、日本で初めて原子番号 79 で原子量が 197 の元素の単体が産出したとされている。この元素に関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を

1

 にマークしなさい。

- a 原子の陽子数と中性子数は、ともに 79 である。
- b 元素の周期表における同族元素には、銀や銅がある。
- c 遷移元素に分類される。
- d 単体は常温・常圧下で液体である。
- e 単体が結晶構造をとると、電気を導かない。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 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 2 原子番号 15 の元素は、骨形成やデオキシリボ核酸 (DNA) の構成要素として生体にとって重要である。この元素の原子における、各電子殻の電子数について正しいものの組合せを選び、その番号を 2 にマークしなさい。

	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻		K 殻	L 殻	M 殻	N 殻
①	1	2	3	4	⑥	2	8	8	12
②	2	4	9		⑦	4	4	4	
③	2	5	8		⑧	4	8	3	
④	2	8	4		⑨	4	8	8	10
⑤	2	8	5		⑩	4	10	8	8

問 3 典型元素に関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を 3 にマークしなさい。

- a 一般に、同じ周期の元素の原子では貴ガスを除き、原子番号が増加すると陰性が弱くなる。
- b 一般に、同じ族の元素の原子では貴ガスを除き、原子番号が増加すると陰性が強くなる。
- c 一般に、同じ周期の元素の原子では、原子番号が増加しても価電子の数はほとんど変化しない。
- d 17 族に属する第 2～5 周期の元素の単体は、いずれも有色で有毒の物質である。
- e 18 族に属する第 1～6 周期の元素の単体の沸点は、原子量の増加とともに高くなる。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 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 4 つぎの記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を 4 にマークしなさい。

- a 原子番号 7 の元素の単体は空気中に存在するが、約 -196°C で凝縮して冷却材として用いられる。
- b 原子番号 8 の元素の単体の一つに、3 原子分子がある。
- c 原子番号 13 の元素の単体は、鉱物や土壤内に広く分布する。
- d 原子番号 24 の元素の単体は、赤色の光沢のある金属である。
- e 原子番号 26 の元素の単体は、常温で液体の金属である。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 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) |

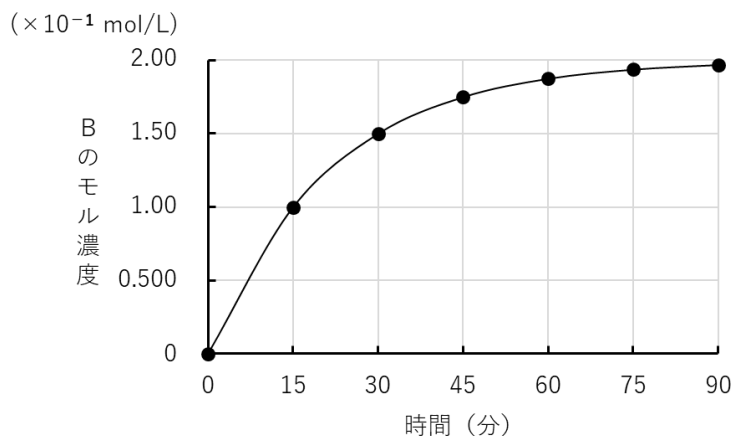
問 5 原子番号 29, 30, 47, 48, 82 の元素のイオンの水溶液に、それぞれ塩基性下で硫化水素 H_2S を通じると、硫化物の沈殿が生じた。各水溶液で生じた硫化物の沈殿物の色について、適切なものの組合せを選び、その番号を 5 にマークしなさい。

- a 原子番号 29 の元素のイオンの水溶液で、白色沈殿が生じた。
- b 原子番号 30 の元素のイオンの水溶液で、白色沈殿が生じた。
- c 原子番号 47 の元素のイオンの水溶液で、白色沈殿が生じた。
- d 原子番号 48 の元素のイオンの水溶液で、黄色沈殿が生じた。
- e 原子番号 82 の元素のイオンの水溶液で、黄色沈殿が生じた。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 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) |

【Ⅱ】 以下の問いに答えよ。

問 1, 2 物質 A (初濃度 $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$) が分解して 2 分子の B (初濃度 0 mol/L) が生じる反応 $A \rightarrow 2B$ において、下のグラフは生成物 B のモル濃度の時間変化を表す。なお、反応の間、体積は一定であるものとする。



問 1 B のモル濃度が A のモル濃度の 6 倍になるのは、実験開始から何分後か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 5 | ② 10 | ③ 15 | ④ 20 | ⑤ 25 |
| ⑥ 30 | ⑦ 35 | ⑧ 40 | ⑨ 45 | ⑩ 50 |

問 2 この分解反応に関するつぎの記述の正誤について、正しいものを選び、その番号を 7 にマークしなさい。

- a A のモル濃度が初濃度の 50% になるまでにかかる時間は、B のモル濃度が $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ から $1.50 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ になるまでにかかる時間と等しい。
- b 反応物 A の分解反応の反応速度定数の符号は負である。
- c 反応物 A の分解反応は、A のモル濃度に比例する。

	a	b	c
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 ある物質 C の分解反応における反応速度は、C のモル濃度に比例する。このとき、C のモル濃度の時間変化は、放射性同位体の数の時間変化と同じとなり、C の半減期（モル濃度が半分となるのににかかる時間）は 100 秒であった。初濃度が $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ であるとき、 $6.25 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ になるのに必要な時間は何秒か。最も近い値を選び、その番号を 8 にマークしなさい。

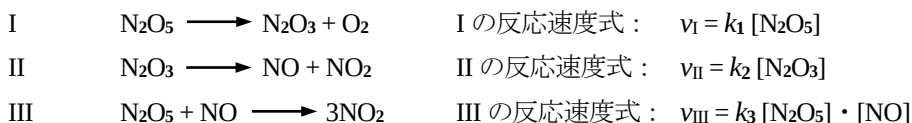
- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 150 | ② 200 | ③ 250 | ④ 300 | ⑤ 350 |
| ⑥ 400 | ⑦ 450 | ⑧ 500 | ⑨ 550 | ⑩ 600 |

問 4 反応物 D と生成物 E の反応が、反応物 D のモル濃度の 2 乗に比例するとする。この反応に関するつぎの記述の正誤について、正しいものを選び、その番号を 9 にマークしなさい。ただし、反応物 D の初濃度を $[D]_0$ 、反応速度定数を k とする。

- a 圧力、温度が一定ならば、 $[D]_0$ が変化しても k は一定である。
- b $[D]_0$ が 2 倍になれば、反応速度は 2 倍になる。
- c 一般に、反応速度が反応物のモル濃度の何乗に比例するのは、実験によって求められるものである。

	a	b	c
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 5, 6 五酸化二窒素 N_2O_5 は、分解して二酸化窒素 NO_2 と酸素 O_2 を生じる。この分解反応の反応機構は、つぎの I～III の 3 つの素反応が連続して起こっている多段階反応（複合反応）であることがわかっている。



ここで、3 つの素反応をまとめると、ア $N_2O_5 \longrightarrow$ イ $NO_2 +$ ウ O_2 となる。また、それぞれの反応速度 v_I 、 v_{II} 、 v_{III} では、I の反応が最も遅く、II と III の反応は速いことが知られている。したがって、それぞれの反応速度定数のうち、 k_1 は k_2 や k_3 よりずっと小さい。ここで、多段階反応の速度がある素反応によって決まる場合、その素反応の段階を律速段階という。

25°Cにおいて発生した O_2 の体積から N_2O_5 の分解速度 v [$\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$] を計算して、 N_2O_5 の濃度 [mol/L] と比較したところ、表のような実験結果が得られた。

$[\text{N}_2\text{O}_5]$ [mol/L]	2.50	1.30	7.00×10^{-1}
v [$\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$]	8.65×10^{-5}	4.50×10^{-5}	2.42×10^{-5}

問 5 上記の多段階反応や反応速度に関するつぎの記述の正誤について、正しいものを選び、その番号を 10 にマークしなさい。

- a N_2O_5 の分解反応の全体の反応速度式は、反応速度定数を k として近似的に $v = k[\text{N}_2\text{O}_5]^2$ で示される。
- b この反応の律速段階は、I の反応である。
- c イ に入る係数は、4 である。

	a	b	c
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 6 表の実験結果から得られる、 N_2O_5 の分解反応の反応速度定数 k の平均値 [$1/\text{s}$] はいくつか。最も近い値を選び、その番号を 11 にマークしなさい。

- ① 2.89×10^{-5} ② 2.89×10^{-3} ③ 2.89×10^{-1} ④ 28.9 ⑤ 2.89×10^3
- ⑥ 3.46×10^{-5} ⑦ 3.46×10^{-3} ⑧ 3.46×10^{-1} ⑨ 34.6 ⑩ 3.46×10^3

【Ⅲ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

世界的に生産量が多い や などの金属は、ベースメタルと呼ばれる。また、 や などのように地球上の存在量が稀であったり、抽出が困難であったりする金属のうち、安定供給の確保が重要な元素はレアメタルと呼ばれる。 と と の組成からなる合金にステンレス鋼があり、さびにくい特徴を持つ。また、 と の組成からなる合金は白色で加工性が大きく、100 円硬貨に使用される。さらに、 と の組成からなる合金は電気抵抗が ため、電熱線に利用される。 は、希塩酸には を発生して溶けるが、濃硝酸には を形成する。

問1 および にあてはまる元素の正しい組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

	ア	イ
①	アルミニウム Al	鉄 Fe
②	アルミニウム Al	銅 Cu
③	アルミニウム Al	水銀 Hg
④	鉄 Fe	アルミニウム Al
⑤	鉄 Fe	銅 Cu
⑥	鉄 Fe	水銀 Hg
⑦	銅 Cu	アルミニウム Al
⑧	銅 Cu	鉄 Fe
⑨	銅 Cu	水銀 Hg
⑩	水銀 Hg	アルミニウム Al

問2 ウ および エ にあてはまる元素の正しい組合せを選び、その番号を 13 にマークしなさい。

	ウ	エ
①	クロム Cr	マンガン Mn
②	クロム Cr	コバルト Co
③	クロム Cr	ニッケル Ni
④	マンガン Mn	クロム Cr
⑤	マンガン Mn	コバルト Co
⑥	マンガン Mn	ニッケル Ni
⑦	コバルト Co	クロム Cr
⑧	コバルト Co	マンガン Mn
⑨	コバルト Co	ニッケル Ni
⑩	ニッケル Ni	クロム Cr

問3 オ ～ キ にあてはまるものの正しい組合せを選び、その番号を 14 にマークしなさい。

	オ	カ	キ
①	小さい	水素 H ₂	錯イオン
②	小さい	水素 H ₂	不動態
③	小さい	塩素 Cl ₂	錯イオン
④	小さい	塩素 Cl ₂	不動態
⑤	大きい	水素 H ₂	錯イオン
⑥	大きい	水素 H ₂	不動態
⑦	大きい	塩素 Cl ₂	錯イオン
⑧	大きい	塩素 Cl ₂	不動態

問4 つぎの記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を 15 にマークしなさい。

- a スズ Sn と鉛 Pb の単体は、いずれも両性金属である。
- b 一般に、塩化スズ (II) SnCl_2 は強い酸化作用を示す。
- c 酸化鉛 (II) PbO は黒褐色、酸化鉛 (IV) PbO_2 は赤色である。
- d Sn の単体より Pb の単体の方が、融点が高い。
- e Pb の単体は塩酸や希硫酸に溶けやすいが、硝酸水溶液にはほとんど溶けない。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 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5 金属 イ と銀 Ag のみからなる合金 450 mg を硝酸水溶液に完全に溶かした。続いて、この溶液に塩化ナトリウム NaCl 水溶液を加えたところ、白色沈殿が生じた。そこで、新たにこの沈殿が生じなくなるまで NaCl 水溶液を加えたところ、生じた沈殿の全質量は 574 mg であった。この合金中の Ag の質量は何 mg か。最も近い値を選び、その番号を 16 にマークしなさい。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| ① 1.00 | ② 8.00 | ③ 18.0 | ④ 50.0 | ⑤ 117 |
| ⑥ 333 | ⑦ 400 | ⑧ 432 | ⑨ 442 | ⑩ 449 |

【IV】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

フェノールは石炭酸とよばれ、特有のにおいをもつ無色の結晶で、強い殺菌・消毒作用がある。フェノールは、工業的にベンゼンと ア からクメンを経て合成される。このとき、同時に イ も生成する。フェノールはベンゼンに比べて、ベンゼン環の水素原子が置換されやすい。この性質を利用すると、以下の操作Ⅰおよび操作Ⅱで濃度未知の消毒用フェノール水中のフェノールの量を測定（定量）することができる。なお、(1)～(3) 式の反応は定量的に進むものであり、これ以外の反応は起こらないものとする。

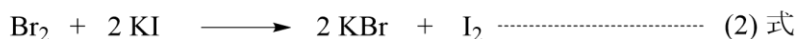
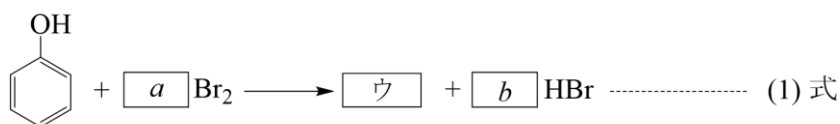
操作Ⅰ：

濃度未知の消毒用フェノール水を水で希釈した後、過剰量の臭素 Br_2 の水溶液（臭素水）を加える「(1) 式」。この水溶液中には未反応の Br_2 が残っているので、ヨウ化カリウム KI 試液を加え、未反応の Br_2 と同じ物質量のヨウ素 I_2 に変換して遊離させる「(2) 式」。ついで、遊離した I_2 をチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液で滴定する（指示薬：デンプン水溶液）「(3) 式」。この滴定により水溶液中の未反応の Br_2 の物質量がわかる。

操作Ⅱ：

濃度未知の消毒用フェノール水を入れずに、水に操作Ⅰと同じ物質量の臭素水を加え、(2) 式と (3) 式の反応を伴う操作を行うと、過剰量の Br_2 の物質量がわかる。

操作Ⅱで得られた過剰量の Br_2 の物質量は、操作Ⅰで得られた未反応の Br_2 の物質量にフェノールと反応した Br_2 の物質量を加えたものに等しい。



問1 ア にあてはまる化学式として正しいものを選び、その番号を 17 にマークしなさい。

- | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| ① $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ | ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ | ③ CH_3OH | ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ |
| ⑤ $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$ | ⑥ CH_3COCH_3 | ⑦ CH_3CHO | ⑧ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ |

問 2 の化合物に関するつぎの記述のうち、誤っているものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

- a 還元性を示す。
- b 2-プロパノールの酸化により得られる。
- c 水によく溶ける無色の液体である。
- d 酢酸カルシウムを乾留することで得られる。
- e ヨードホルム反応は陰性である。

- 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 (1) 式の反応式の および にあてはまる係数として、正しい組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

	a	b		a	b		a	b
①	1	1	④	2	1	⑦	3	1
②	1	2	⑤	2	2	⑧	3	2
③	1	3	⑥	2	3	⑨	3	3

問 4 にあてはまる化合物の名称として正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 2-ブロモフェノール
- ② 4-ブロモフェノール
- ③ 2,4-ジブロモフェノール
- ④ 2,5-ジブロモフェノール
- ⑤ 3,5-ジブロモフェノール
- ⑥ 2,4,6-トリブロモフェノール
- ⑦ 2,4,5-トリブロモフェノール
- ⑧ 3,4,5-トリブロモフェノール

問5 (2) 式および (3) 式の反応を伴う操作 I および操作 II に関するつぎの記述のうち、誤っているものの組合せを選び、その番号を 21 にマークしなさい。

- a 酸化力はヨウ素 I_2 の方が臭素 Br_2 よりも大きい。
- b (2) 式において、ヨウ化カリウムは、還元剤としてはたらいっている。
- c 操作 I で遊離したヨウ素 I_2 の物質量は、操作 II のそれよりも少ない。
- d (3) 式において、チオ硫酸ナトリウムは、還元剤としてはたらいっている。
- e 操作 I および操作 II における滴定の終点は、反応液の色が青紫色から赤紫色となったときである。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 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6 操作 I の (1) 式の反応において、 5.00×10^{-2} mol/L の臭素水 1.00 mL と定量的に反応するフェノールは何 mg か。最も近い値を選び、その番号を 22 にマークしなさい。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 1.02 | ② 1.18 | ③ 1.57 | ④ 2.35 | ⑤ 3.14 |
| ⑥ 4.70 | ⑦ 9.40 | ⑧ 14.1 | ⑨ 15.7 | ⑩ 16.3 |

問7 濃度不明の消毒用フェノール水 100 mL がある。この液 1.00 mL をとり、水を加えて正確に 100 mL にした後、操作 I の滴定を行ったところ、終点までに 1.00×10^{-1} mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液が 11.8 mL 必要であった。一方、濃度不明の消毒用フェノール水を入れずに、水 100 mL に対し、操作 II の滴定を行ったところ、滴定終点までに 1.00×10^{-1} mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液が 30.5 mL 必要であった。この濃度不明の消毒用フェノール水 100 mL 中に含まれるフェノールは何 g か。最も近い値を選び、その番号を 23 にマークしなさい。ただし、過剰に加えた臭素水のモル濃度は 5.00×10^{-2} mol/L とする。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 1.76 | ② 2.21 | ③ 2.64 | ④ 2.94 | ⑤ 3.25 |
| ⑥ 4.39 | ⑦ 5.87 | ⑧ 8.79 | ⑨ 10.5 | ⑩ 17.6 |