

化 学 I

(解答番号 ~)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	N	14	O	16	Ne	20
S	32	Cl	35.5	Cu	64	Ba	137		

第1問 次の問い(問1～6)に答えよ。(配点 25)

問1 次のa・bに当てはまるものを、それぞれの解答群の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

a 1 g に含まれる分子の数が最も多い物質

- | | | |
|-------|------|-------|
| ① 水 | ② 窒素 | ③ エタン |
| ④ ネオン | ⑤ 酸素 | ⑥ 塩素 |

b 放射性同位体 ^{14}C 中の陽子の数と中性子の数の比(陽子の数：中性子の数)

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 1 : 1 | ② 2 : 3 | ③ 3 : 2 |
| ④ 3 : 4 | ⑤ 4 : 3 | ⑥ 6 : 7 |

化学 I

問 2 次の周期表では、第 2・第 3 周期の 6 種の元素を記号 A, D, E, G, J, L で表してある。これらの元素からなる物質の分子式または組成式として適当でないものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

族 周期	1	2	3～12	13	14	15	16	17	18
2					A		D		
3	E	G		J				L	

- ① AL_4

② E_2D

③ EL_2

④ GD

⑤ GL_2

⑥ J_2D_3

問 3 イオンに関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① イオンからなる物質の化学式は、組成式で表される。
- ② イオン化エネルギーの小さい原子は、陽イオンになりやすい。
- ③ イオン結晶である塩化ナトリウムは、固体状態で電気を通しやすい。
- ④ イオン結晶では、陽イオンの正電荷と陰イオンの負電荷の総和がゼロとなる。
- ⑤ 0.1 mol/L の硫酸ナトリウムの水溶液 1 L には、0.3 mol のイオンが存在する。

化学 I

問 4 質量パーセント濃度が 36.5 % の塩酸 50 g を純水で希釈して、希塩酸 500 mL をつくった。この希塩酸のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5 mol/L

① 0.10

② 0.27

③ 0.50

④ 1.0

⑤ 1.4

⑥ 2.7

問 5 水素とメタンの物質量の比が 2 : 1 の混合気体が標準状態で 3.0 L ある。これを完全燃焼させるには、標準状態の空気は何 L 必要か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、空気に含まれる酸素の体積の割合は 20 % とする。 6 L

① 2.0

② 3.0

③ 4.0

④ 12

⑤ 15

⑥ 23

問 6 身のまわりの事柄とそれに関連する化学用語の組合せとして**適当でないもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

	身のまわりの事柄	化学用語
①	澄んだ [・] だ [・] し [・] 汁を得るために，布 ^ふ 巾 ^{きん} やキッチンペーパーを通して，煮出 ^{かつ} した ^お 鰯 ^{ぼし} 節を取り除く。	ろ 過
②	茶葉を入れた急 ^{きゅう} 須 ^す に湯を注いで，お茶をいれる。	蒸 留
③	車や暖房の燃料となるガソリンや灯油を，原油から得る。	分 留
④	活性炭が入った浄水器で，水をきれいにする。	吸 着
⑤	アイスクリームをとかさな ^い いた ^た めに用いたドライアイスが小さくなる。	昇 華

化学 I

第 2 問 次の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。(配点 25)

問 1 メタノール，炭素(黒鉛)および水素の燃焼熱をそれぞれ Q_1 [kJ/mol]， Q_2 [kJ/mol] および Q_3 [kJ/mol] とする。このとき，メタノールの生成熱 Q [kJ/mol] を求める式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

8

- ① $Q = Q_1 - Q_2 - Q_3$
- ② $Q = Q_1 - 2 Q_2 - Q_3$
- ③ $Q = Q_1 - Q_2 - 2 Q_3$
- ④ $Q = -Q_1 + Q_2 + Q_3$
- ⑤ $Q = -Q_1 + 2 Q_2 + Q_3$
- ⑥ $Q = -Q_1 + Q_2 + 2 Q_3$

問 2 エタンとプロパンの混合気体 1 mol を完全に燃焼させたところ、2000 kJ の発熱があった。この混合気体のエタンとプロパンの物質量の比(エタンの物質量：プロパンの物質量)として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、エタンとプロパンの燃焼熱をそれぞれ 1560 kJ/mol および 2220 kJ/mol とする。

9

① 1 : 3

② 1 : 2

③ 1 : 1

④ 2 : 1

⑤ 3 : 1

化学 I

問 3 図 1 は、ある酸の 0.10 mol/L 水溶液 20 mL を、ある塩基の 0.10 mol/L 水溶液で中和滴定したときの滴定曲線である。ただし、pH は pH メーター (pH 計) を用いて測定した。下の問い (a・b) に答えよ。

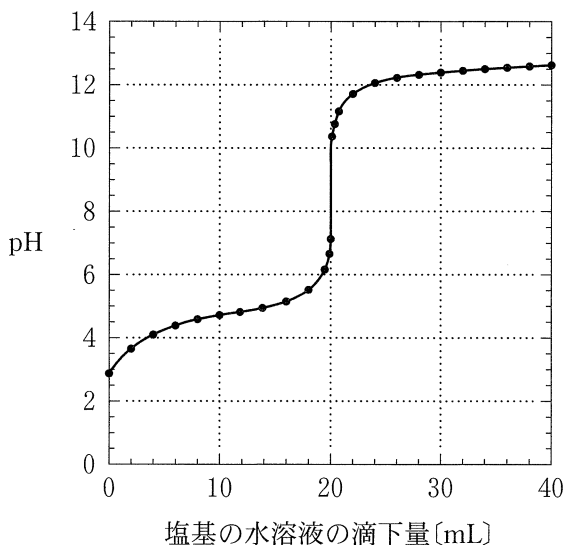


図 1

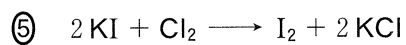
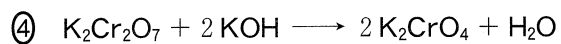
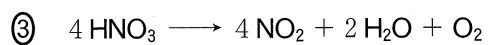
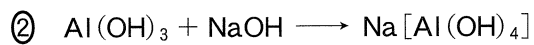
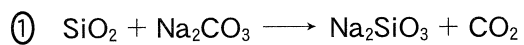
a この酸と塩基の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- | | |
|---------------|-------------|
| ① 酢酸と水酸化ナトリウム | ② 酢酸とアンモニア水 |
| ③ 塩酸と水酸化ナトリウム | ④ 塩酸とアンモニア水 |

b 指示薬を用いてこの滴定の中和点を決めたい。その指示薬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。 11

- ① メチルオレンジを用いる。
- ② フェノールフタレインを用いる。
- ③ メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらを用いても決められる。
- ④ メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらを用いても決められない。

問 4 次の化学反応式①～⑤のうち、下線で示した原子が還元されているものを一つ選べ。 12



化学 I

問 5 ある 1 種類の物質を溶かした水溶液を，白金電極を用いて電気分解した。電子が 0.4 mol 流れたとき，両極で発生した気体の物質量の総和は 0.3 mol であった。溶かした物質として適当なものを，次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。

13

・

14

① NaOH

② AgNO_3

③ CuSO_4

④ H_2SO_4

⑤ KI

問 6 図 2 に示すように、ダニエル電池を 0.50 A で 193 秒 間放電させた。銅電極の質量変化に関する記述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、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$ とする。

15

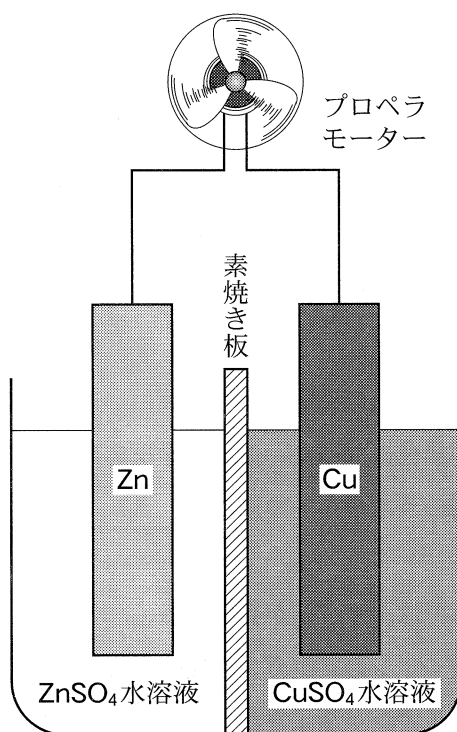


図 2

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① 0.064 g 減少する。 | ② 0.032 g 減少する。 | ③ 0.016 g 減少する。 |
| ④ 0.016 g 増加する。 | ⑤ 0.032 g 増加する。 | ⑥ 0.064 g 増加する。 |

化学 I

第 3 問 次の問い(問 1～7)に答えよ。(配点 25)

問 1 身のまわりにある金属に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 16

- ① アルミニウムは、薄く延ばすことができる。
- ② 金は、単体として産出する。
- ③ 銅は、単体の金属のうちで最も電気伝導性が高い。
- ④ スズは、青銅の原料として用いられる。
- ⑤ リチウムは、電池の材料に用いられる。

問 2 過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液に、過酸化水素水を加えたところ、赤紫色の水溶液が無色になった。この化学反応に関連する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

- ① この化学反応では、オゾンが発生する。
- ② 過マンガン酸イオンのマンガンの酸化数は+6 である。
- ③ 過マンガン酸イオンが還元されて、マンガンの酸化数は+4 となる。
- ④ 過酸化水素の酸素の酸化数は-1 である。
- ⑤ 硫酸の硫黄の酸化数は、この反応により変化する。

問 3 窒素に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

- ① 単体の窒素を工業的に得るには、液体空気を分留する。
- ② 硝酸を製造するオストワルト法では、二酸化窒素を得るために、一酸化窒素を空気で酸化する。
- ③ アンモニアを実験室で得るには、塩化アンモニウムに強酸を加える。
- ④ 単体の窒素は、窒素-窒素三重結合を含む。
- ⑤ 芳香族アゾ化合物は、窒素-窒素二重結合を含む。

問 4 亜鉛またはアルミニウムのどちらか一方のみに当てはまる記述を、次の①～④のうちから一つ選べ。 19

- ① 単体は、水酸化ナトリウム水溶液と希塩酸のどちらにも溶ける。
- ② 単体を空気中で強熱すると、酸化物が生成する。
- ③ 単体が高温の水蒸気と反応すると、水素が発生する。
- ④ 陽イオンを含む水溶液にアンモニア水を加えていくと、白い沈殿が生じるが、さらに加えるとその沈殿が溶ける。

化学 I

問 5 次の実験Ⅰ・実験Ⅱは、濃硫酸の酸としての性質に加えて、それぞれの
ような性質を利用しているか。性質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。

20

実験Ⅰ 濃硫酸を銅片に加えて加熱すると、気体が発生して銅片が溶けた。

実験Ⅱ 塩化水素を得るために、濃硫酸を塩化ナトリウムに加えて加熱した。

	実験Ⅰ	実験Ⅱ
①	酸化作用	不揮発性
②	酸化作用	脱水作用
③	酸化作用	酸化作用
④	不揮発性	不揮発性
⑤	不揮発性	脱水作用
⑥	不揮発性	酸化作用

問 6 $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の化学式で表される硫酸銅(Ⅱ)の水和水(結晶水)の数 n を決めるために、次の実験を行った。この硫酸銅(Ⅱ) 1.78 g を水に溶かし、塩化バリウム水溶液を十分に加えたところ 2.33 g の沈殿が得られた。 n の値として最も適当な数を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

21

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

化学 I

問 7 3 種類の未知の金属イオンを含む硝酸酸性水溶液を用いて、図 1 の操作 I ~ III を順に行った。これらの操作ごとに、異なる金属イオンを含む沈殿 a ~ c が生成し、金属イオンを分離することができた。沈殿 a ~ c に含まれる金属イオンはそれぞれ何か。最も適当な組合せを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。

22

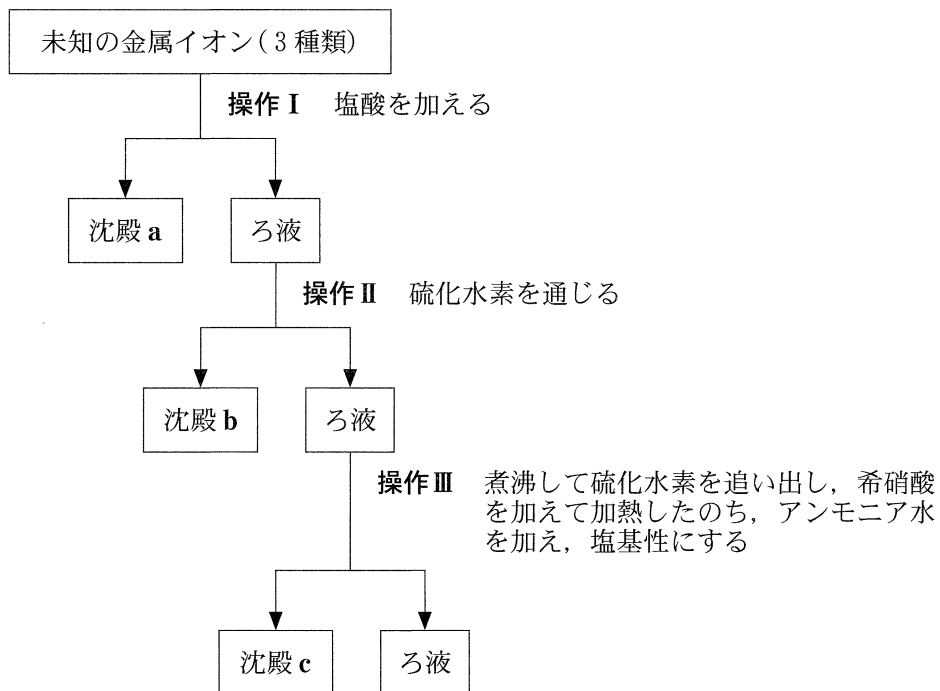


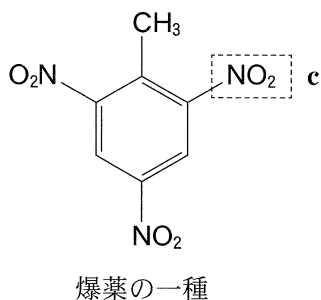
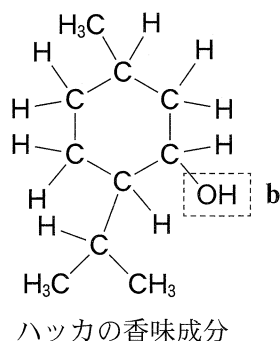
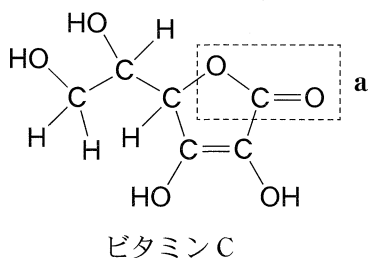
図 1

	分離された金属イオン		
	沈殿 a	沈殿 b	沈殿 c
①	Ag^+	Pb^{2+}	Cu^{2+}
②	Ag^+	Cu^{2+}	Fe^{3+}
③	Ag^+	Pb^{2+}	Fe^{3+}
④	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Ca^{2+}
⑤	Pb^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}

化学 I

第 4 問 次の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。(配点 25)

問 1 次の三つの有機化合物の破線で囲まれた結合や官能基 **a** ～ **c** の名称として最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つずつ選べ。 23 ～ 25



a 23 **b** 24 **c** 25

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① アミノ基 | ② アルデヒド基(ホルミル基) |
| ③ エステル結合 | ④ エーテル結合 |
| ⑤ カルボキシ基(カルボキシル基) | ⑥ スルホ基 |
| ⑦ ニトロ基 | ⑧ ヒドロキシ基(ヒドロキシル基) |

問 2 有機化合物の構造異性体に関する記述として下線部に誤りを含むものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

26

- ① ジクロロメタン(CH_2Cl_2)には，二つの構造異性体がある。
- ② エタンの水素原子の 2 個を塩素原子 2 個で置き換えた化合物には，二つの構造異性体がある。
- ③ C_4H_{10} で表される化合物には，二つの構造異性体がある。
- ④ ジメチルエーテルとエタノールは，互いに構造異性体である。
- ⑤ 酢酸とギ酸メチル(エステル的一种)は，互いに構造異性体である。

化学 I

問 3 次の有機化合物①～⑤を 1 g ずつはかりとり，1 本の試験管に入れた。この混合物に一定量の水を入れ，よく振ったのち静置すると，図 1 のように二層に分離した。分析の結果，下層には 1 種類の有機化合物のみが含まれていた。下の問い(a・b)に答えよ。

- | | |
|---|--|
| ① シクロヘキサン(C_6H_{12}) | ② シクロヘキセン(C_6H_{10}) |
| ③ ステアリン酸($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) | ④ 乳酸($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$) |
| ⑤ ベンゼン(C_6H_6) | |

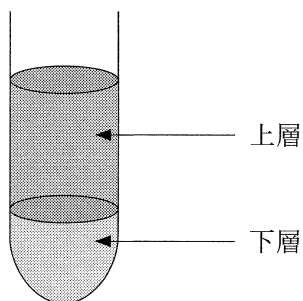
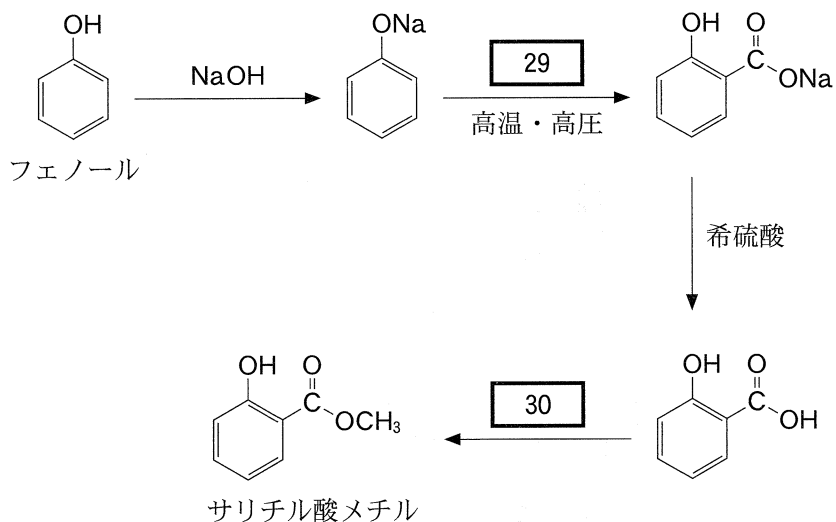


図 1

a 下層を取り出し，これに炭酸水素ナトリウムを加えると，二酸化炭素が発生した。このとき反応した有機化合物として最も適当なものを，上の①～⑤のうちから一つ選べ。 27

b 上層を取り出し，暗所室温においてこれに臭素を加えると，臭素の色がすみやかに消えた。このとき反応した有機化合物として最も適当なものを，上の①～⑤のうちから一つ選べ。 28

問 4 消炎鎮痛薬などに用いられるサリチル酸メチルは、フェノールを出発物質として次の反応経路で合成できる。反応に用いる試薬(29 ・ 30)として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。



- | | |
|------------------|-------------|
| ① 一酸化炭素，水 | ② 二酸化炭素 |
| ③ 酢酸，濃硫酸 | ④ メタノール，濃硫酸 |
| ⑤ メタノール，水酸化ナトリウム | |

化学 I

問 5 図 2 のような装置を組み、濃硫酸にエタノールを滴下して約 170°C で反応させ、発生した気体を試験管に水上置換で捕集した。下の問い(a・b)に答えよ。

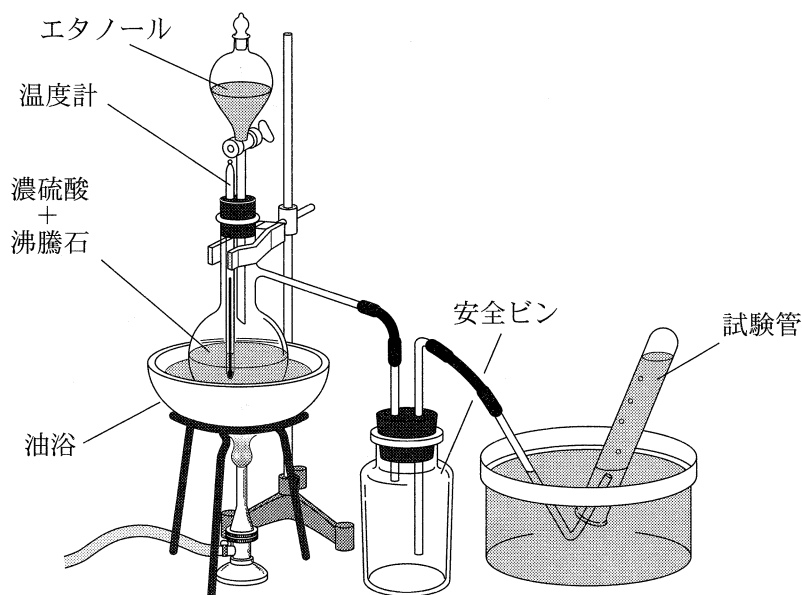


図 2

a 実験方法および捕集した気体に関する記述として下線部が適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

31

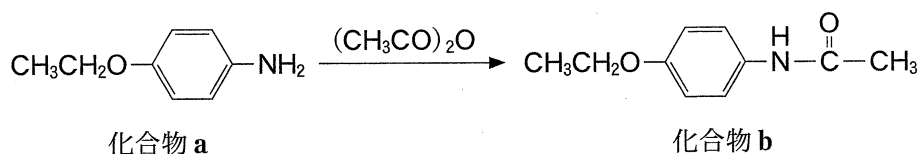
- ① 温度計の球部を濃硫酸中に入れるのは、正確な反応温度を知るためである。
- ② 水上置換で捕集できるのは、発生する気体が水に溶けにくいからである。
- ③ 捕集した気体は平面構造をもつ分子である。
- ④ 捕集した気体を触媒を用いて酸化することにより、アセトアルデヒドを合成できる。
- ⑤ 捕集した気体は、触媒を用いて3分子を重合させると、ベンゼンになる。

化学 I

b 実験中に反応温度を 130～140 ℃ に下げたところ、捕集する試験管内の水面に油滴が浮いた。この油滴に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 32

- ① 試験管に移動した原料のエタノールである。
- ② エタノールが濃硫酸により酸化されたアルデヒドである。
- ③ エタノールが濃硫酸により酸化されたカルボン酸である。
- ④ エタノール 1 分子から、水 1 分子がとれた化合物である。
- ⑤ エタノール 2 分子から、水 1 分子がとれて縮合した化合物である。

問 6 次の反応により、解熱鎮痛薬として用いられる化合物 **b** を合成したい。化合物 **a** 13.7 g と無水酢酸 15.3 g から化合物 **b** は最大で何 g 合成できるか。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 33 g



- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 15.3 | ② 17.9 | ③ 20.6 |
| ④ 26.9 | ⑤ 29.0 | |