

問題は、 から までで、72 ページから 86 ページまであります。確かめなさい。
解答は、解答番号 から までにマークしなさい。

必要があれば、原子量および定数は以下を使うこと。

H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Mg = 24.3, S = 32.0,

Cl = 35.5, K = 39.1, Br = 79.9, Cu = 64.0

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態) で 1 mol の気体が占める体積は、22.4 L とする。

また、体積の単位記号 L は、リットルを表す。

次の問 1 ～ 5 に答えなさい。

問 1 理想気体の一定量を下図のように変化させた。この実験について説明した文の空欄 ～ に入るものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、状態 1 から状態 2 の変化は等温変化で、状態 2 から状態 3 の変化は定圧変化とする。また、状態 1, 状態 2, 状態 3 における体積 V , 圧力 P , 絶対温度 T はそれぞれ $V_1, V_2, V_3, P_1, P_2, P_3, T_1, T_2, T_3$ とする。

理想気体では、「一定温度の下で一定量の気体の体積 V は圧力 P に反比例する」。これは と呼ばれ、一定温度の下で気体を状態 1 から状態 2 に変化させたとき (等温変化)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \cdots \text{式①}$$

が成り立つ。さらに、「一定圧力の下で、一定量の気体の体積 V は絶対温度 T に比例する」。このことから、一定圧力の下で気体を状態 2 から状態 3 に変化させたとき (定圧変化)

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \quad \cdots \text{式②}$$

が成り立つ。これを式①に代入すると

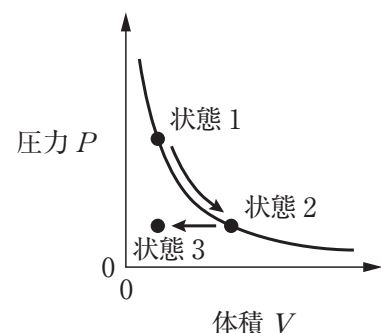
$$P_1 V_1 = P_2 \frac{T_2 V_3}{T_3} \quad \cdots \text{式③}$$

となる。さらに、 $T_1 = T_2$ および、

$P_2 = P_3$ であることから

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \text{ } \quad \cdots \text{式④}$$

を導くことができる。これは と呼ばれる。



		A	B	C
1	①	シャルルの法則	RT_2	ファンデルワールスの状態方程式
	②	シャルルの法則	$\frac{P_2 V_2}{T_3}$	ボイル・シャルルの法則
	③	ボイルの法則	$\frac{P_2 V_2}{T_3}$	ファンデルワールスの状態方程式
	④	ボイルの法則	$\frac{P_3 V_3}{T_3}$	ボイル・シャルルの法則
	⑤	気体の状態方程式	$\frac{P_3 V_3}{T_3}$	ファンデルワールスの状態方程式
	⑥	ボイル・シャルルの法則	RT_2	気体の状態方程式
	⑦	ボイル・シャルルの法則	RP_2	気体の状態方程式
	⑧	気体の状態方程式	RP_3	ボイル・シャルルの法則

R は気体定数

問 2 原子核は、正の電荷をもつ陽子と電荷をもたない中性子からできている。陽子 1 個の質量は 1.673×10^{-24} g、中性子の 1 個の質量は 1.675×10^{-24} g でほぼ同一である。いま、ある元素の同位体の存在比の数値上位の 1 位と 2 位を合わせた値が 100 % に近いとき、1 位と 2 位の存在比がそれぞれ 75.8 % と 24.2 % となる元素として、最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、原子の相対質量は質量数に等しいものとする。

	元素	同位体(存在比 1 位)	同位体(存在比 2 位)
2	①	H	${}^2_1\text{H}$
	②	C	${}^{13}_6\text{C}$
	③	O	${}^{18}_8\text{O}$
	④	Mg	${}^{26}_{12}\text{Mg}$
	⑤	S	${}^{34}_{16}\text{S}$
	⑥	Cl	${}^{37}_{17}\text{Cl}$
	⑦	K	${}^{41}_{19}\text{K}$
	⑧	Br	${}^{81}_{35}\text{Br}$

問 3 硫酸銅(Ⅱ)五水和物($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)の結晶 5.00 g を 100 g の水に溶かした硫酸銅(Ⅱ)水溶液の質量パーセント濃度[%]として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 3 ① 3.05 ② 3.10 ③ 3.20 ④ 4.76
⑤ 5.00 ⑥ 6.10 ⑦ 6.20 ⑧ 6.40

問 4 アンモニアに関する記述について、(1)と(2)の問いに答えなさい。

(1) 19 世紀末から 20 世紀にかけて、窒素と水素からアンモニアを工業的に合成する手法を確立したことは、人類史に残る重要な出来事にあたると言われている。この合成法では、高温高压にした窒素と水素の混合ガスを、鉄を主成分とする触媒を用いて反応させてアンモニアを得る。この工業的製法の名称として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 4 ① オストワルト法 ② ルブラン法 ③ 接触法
④ ハーバー・ボッシュ法 ⑤ ソルベー法 ⑥ クメン法

(2) 非公開と致します

5

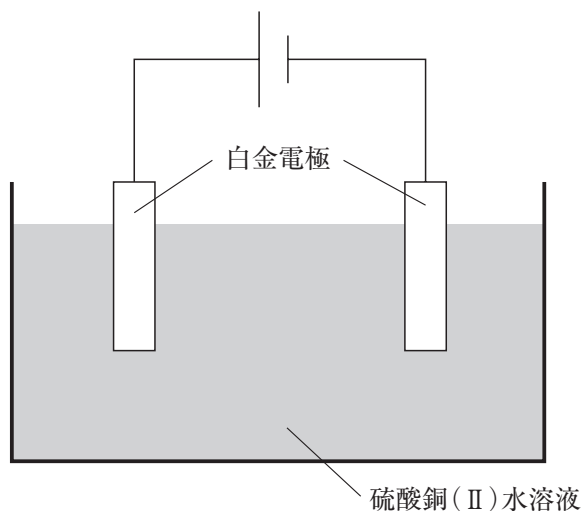
問 5 混合物の分離操作について述べた次の文 A～C について、最も適切な方法の組み合わせはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- A ワインを沸騰しないよう穏やかに加熱して、エタノールを取り出す。
 B 硝酸カリウムと塩化ナトリウムの混合物から、硝酸カリウムを分離する。
 C 白濁した石灰水から、無色透明の石灰水を得る。

		A	B	C
6	①	抽出	分留	昇華法
	②	抽出	クロマトグラフィー	昇華法
	③	分留	再結晶	ろ過
	④	分留	抽出	ろ過
	⑤	昇華法	抽出	分留
	⑥	昇華法	再結晶	分留
	⑦	再結晶	昇華法	クロマトグラフィー
	⑧	再結晶	ろ過	クロマトグラフィー

Ⅱ 次の問 1 ～ 2 に答えなさい。

問 1 下図のような装置を用いて 0.010 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 500 mL を、両極とも白金電極を用いて 3.0 A の電流で $6 \text{ 分 } 26 \text{ 秒}$ 間、電気分解した。(1)～(3)の問いに答えなさい。ただし、電気分解は $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の条件下で行い、発生した気体の水への溶解は無視できるものとし、電気分解前後での溶液の体積変化はないものとする。



(1) 陽極の反応に関して述べた以下の文の空欄 ， にあてはまるものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

陽極では の気体が発生し、その体積は L であった。

		A	B
7	①	水素	0.15
	②	水素	0.075
	③	水素	0.067
	④	酸素	0.15
	⑤	酸素	0.075
	⑥	酸素	0.067
	⑦	硫化水素	0.15
	⑧	硫化水素	0.075
	⑨	硫化水素	0.067

- (2) 陰極の反応について述べた以下の文の空欄 ～ にあてはまるものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

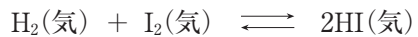
陰極では銅が析出するとともに の気体が発生した。析出した銅の質量は g で、発生した気体の体積は L であった。

		C	D	E
8	①	水素	1.3	0.025
	②	水素	1.3	0.012
	③	水素	0.32	0.025
	④	水素	0.32	0.012
	⑤	酸素	1.3	0.025
	⑥	酸素	1.3	0.012
	⑦	酸素	0.32	0.025
	⑧	酸素	0.32	0.012

- (3) 銅に関する記述として最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 9
- ① 銅は塩酸とは反応しないが、硝酸とは反応する。
 - ② テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンの構造は、正四面体形である。
 - ③ 酸化銅(Ⅱ)は、テルミット法により得られる。
 - ④ 青銅は、銅と亜鉛の合金である。
 - ⑤ 銅は、黄色の炎色反応を示す。

問 2 密閉容器に水素(気体) 1.0 mol とヨウ素(気体) 1.0 mol を封入し、448 ℃に保ったところ
ヨウ化水素(気体)が 1.6 mol 生じて平衡状態に達した。(1)と(2)の問いに答えよ。ただし、容
器の体積は変化しないものとする。



(1) この反応のこの温度での平衡定数 K として最も近い値はどれか。下の中から一つ選び、
その番号をマークしなさい。

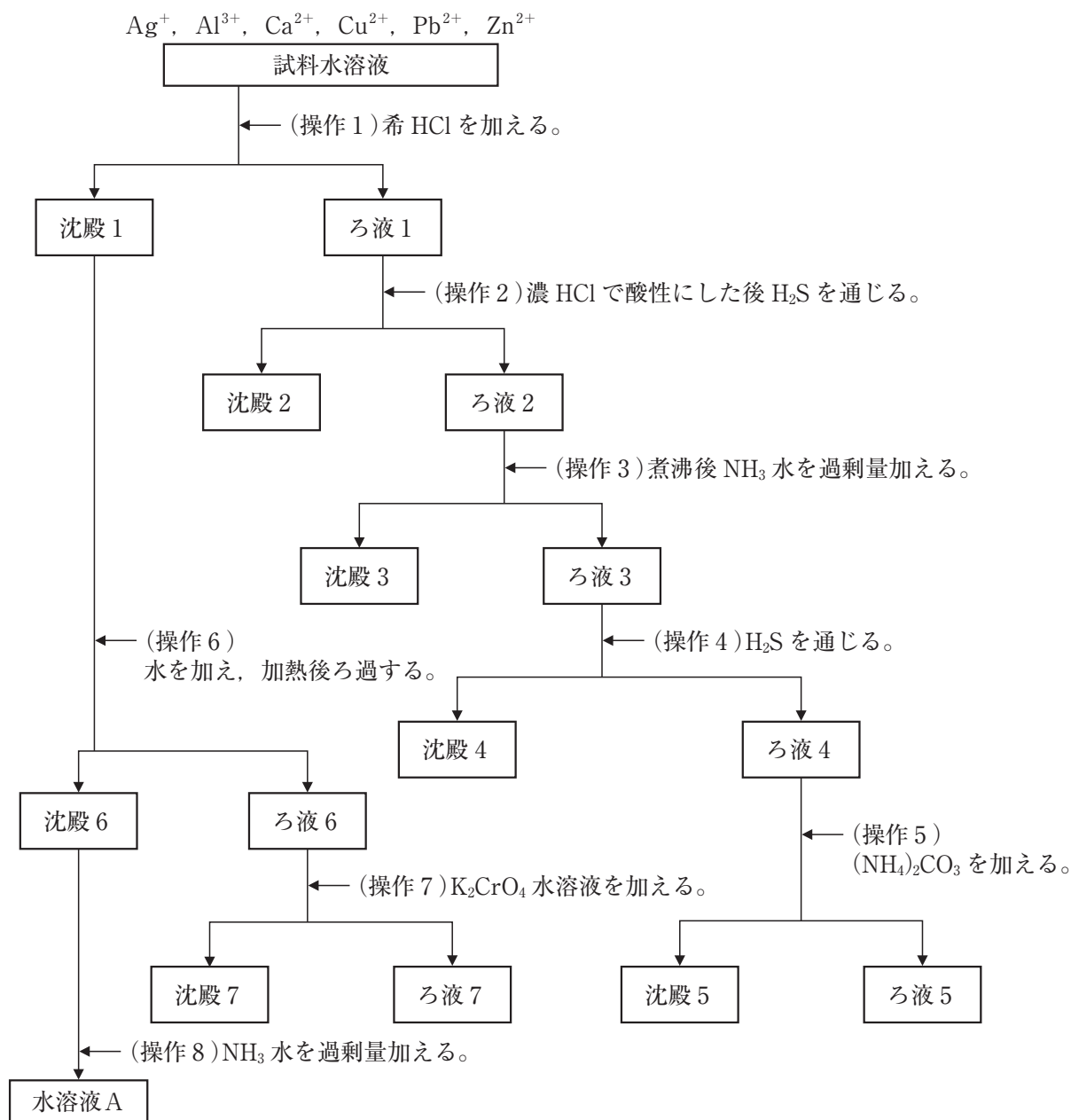
- 10 ① 1.6 ② 3.2 ③ 6.4 ④ 16 ⑤ 32 ⑥ 64

(2) 上記の平衡状態での混合物にさらに水素 1.0 mol を加えて同一温度で静置した場合、到達
する平衡状態における平衡定数を K' とする。 K と K' の関係について最も適切なものはど
れか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 11 ① $K' > K$
② $K' < K$
③ $K' = K$
④ K' と K の大小関係は決められない

Ⅲ 以下の文を読んで、問 1 ～ 5 に答えなさい。

6 種類の金属イオン Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} を含む試料水溶液がある。この水溶液中に含まれている金属イオンの系統分離実験を下図のとおり行った。



問 1 この実験について述べた次の文 A～C の正誤の組み合わせとして最も適切なものはどれか。

下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

A 沈殿 1～7 のうち黒色沈殿は沈殿 2 だけである。

B ろ液 2 に含まれる金属イオンは全て 2 価になっている。

C 沈殿 3 は塩酸に溶けるが、水酸化ナトリウム水溶液には溶けない。

		A	B	C
12	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 2 沈殿 4 に含まれる金属元素に関する以下の記述のうち、最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 13
- ① ステンレス鋼の添加元素として利用される。
 - ② 鉄のめっきに使われる。
 - ③ アモルファス合金の材料として使われる。
 - ④ レアメタルに分類される。
 - ⑤ 酸化物はサファイヤの主成分である。

問 3 沈殿 5 に含まれる金属元素に関する以下の記述のうち、最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 14
- ① 単体は水と反応しない。
 - ② 蓄電池の電極に用いられる。
 - ③ 単体は灯油中で保存する。
 - ④ セッコウに含まれる。
 - ⑤ 黄緑色の炎色反応を示す。

問 4 操作 6 から 8 に関する以下の記述のうち、最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 15 ① ろ液 6 に含まれる金属の原子は 6 個の価電子をもつ。
② 沈殿 6 の化合物は光をあてると赤褐色になる。
③ 水溶液 A に含まれる金属元素の単体は、熱伝導性が金属中で最も小さい。
④ 水溶液 A に含まれる錯イオンは直線形である。

問 5 ろ液 6 に対して以下の操作を行った場合、沈殿 7 と同じ色の沈殿が得られるのはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 16 ① アンモニア水を加える。
② 濃塩酸を加える。
③ 硫化水素を通じる。
④ 水酸化ナトリウム水溶液を加える。
⑤ ヨウ化カリウム水溶液を加える。

IV 次の問 1 ～ 4 に答えなさい。

問 1 炭素，水素，酸素からなる化合物 A 18.4 mg を完全燃焼させたところ，二酸化炭素 35.2 mg と水 21.6 mg が生じた。化合物 A をナトリウムと反応させると水素が発生した。化合物 A として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

- 17 ① ジメチルエーテル ② ジエチルエーテル ③ メタノール
 ④ エタノール ⑤ 1-プロパノール ⑥ アセトン
 ⑦ 酢酸エチル ⑧ フェノール

問 2 化合物 B は分子式 $C_9H_{10}O_2$ で表される芳香族エステルであり，2つの置換基をもつ。化合物 B を加水分解すると，分子式 $C_2H_4O_2$ の化合物 C と分子式 C_7H_8O の化合物 D が得られた。化合物 D を過マンガン酸カリウムと反応させると，化合物 E が得られた。この化合物 E は，ナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を高温・高圧下で反応させた後，希硫酸を作用させることでも合成できる。さらに，濃硫酸を触媒として化合物 E を無水酢酸と反応させると，解熱鎮痛剤として用いられる化合物 F が得られた。以下の I と II の問いの答えの組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

I 化合物 D の名称はどれか。

II 化合物 B ～ F のうち，塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加え反応させると，呈色反応を示す化合物はいくつあるか。

		I	II
18	①	安息香酸	2
	②	安息香酸	4
	③	<i>m</i> -キシレン	3
	④	<i>m</i> -キシレン	4
	⑤	<i>o</i> -クレゾール	2
	⑥	<i>o</i> -クレゾール	3
	⑦	ベンジルアルコール	2
	⑧	ベンジルアルコール	4

問 3 分子量 882 の油脂 A について(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) 油脂 A 110.25 g に水素を完全に付加させるには標準状態の水素が 11.2 L 必要であった。
この油脂 A 1 分子中に存在する炭素間二重結合の数として最も適切なものはどれか。ただし、油脂 A 中の不飽和結合は二重結合のみとする。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 19 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

- (2) 油脂 A を構成する脂肪酸は、炭素数が同じである脂肪酸 X と脂肪酸 Y の 2 種類であった。
脂肪酸 X は飽和脂肪酸であり、脂肪酸 Y は不飽和脂肪酸であった。この油脂の分子式として最も適切なものはどれか。ただし、油脂 A を構成するグリセリンには全て脂肪酸が結合しているものとする。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 20 ① $C_{56}H_{114}O_6$ ② $C_{56}H_{118}O_5$ ③ $C_{57}H_{102}O_6$
④ $C_{57}H_{118}O_5$ ⑤ $C_{58}H_{90}O_6$ ⑥ $C_{58}H_{105}O_5$

問 4 セッケンと油脂に関する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

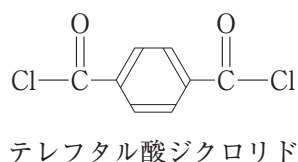
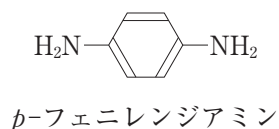
- 21 ① セッケン水は、セッケンが親水性の部分を内側に、疎水性の部分を外側に向けたミセルを形成している。
② セッケンは、水溶液中で加水分解して弱酸性を示す。
③ ある油脂 1 mol を完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウムは 2 mol である。
④ 油脂を構成する脂肪酸の 1 つであるオレイン酸は、不飽和脂肪酸である。
⑤ 硬化油は、液体の油脂に酸素を付加してつくられる。

V 次の問 1 ～ 4 に答えなさい。

問 1 合成高分子化合物に関連する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 22 ① メラミン樹脂は、ホルムアルデヒドとメラミンの付加縮合による熱可塑性樹脂である。
- ② フェノール樹脂は、ホルムアルデヒドとフェノールの付加重合によって作られる。
- ③ ナイロン 66 は、繰り返し単位の中にエステル結合をもつ。
- ④ 高密度ポリエチレンは、低密度ポリエチレンよりも枝分かれ構造が少なく、透明性が低い。
- ⑤ 生ゴムに亜鉛を加えて加熱すると、架橋構造が形成され弾性が増す。

問 2 ポリアミド系合成繊維であるアラミド繊維は、下記構造式の *p*-フェニレンジアミンとテレフタル酸ジクロリドの縮合重合により得られる。下線部の反応によって、分子量 51170 の直鎖状のアラミド繊維が得られた時、このアラミド繊維に存在するアミド結合の個数として最も適切なものはどれか。ただし、末端のアミド結合は考慮しないものとする。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。



- 23 ① 214 ② 215 ③ 372 ④ 376 ⑤ 429 ⑥ 437

問 3 天然高分子化合物に関連する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 24 ① デオキシリボースまたはリボースに、塩基が結合した構造単位をヌクレオチドという。
- ② タンパク質の二次構造は、共有結合により形成される規則的な立体構造のことである。
- ③ トリプシンの最適 pH は弱酸性である。
- ④ フルクトースは、水溶液中で還元性を示す。
- ⑤ セルロースはらせん構造をとる。

問 4 デンプンに関する(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) デンプンの構造について述べた次の文の空欄 ～ に入るものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

天然高分子化合物であるデンプンは多糖類であり、その構造は直鎖状に連なった と枝分かれ状の構造を持つ からなる。 の分枝構造に関与する結合は α --グリコシド結合(あるいは 結合)という。また、デンプン水溶液は還元性を 。

		A	B	C	D
25	①	アミロペクチン	アミロース	1,4	示す
	②	アミロペクチン	アミロース	1,4	示さない
	③	アミロペクチン	アミロース	1,6	示す
	④	アミロペクチン	アミロース	1,6	示さない
	⑤	アミロース	アミロペクチン	1,4	示す
	⑥	アミロース	アミロペクチン	1,4	示さない
	⑦	アミロース	アミロペクチン	1,6	示す
	⑧	アミロース	アミロペクチン	1,6	示さない

- (2) デンプン 32.4 g を溶かした水溶液に、希硫酸を加えて長時間加熱し、完全に加水分解するとグルコースが得られた。このグルコースが完全にアルコール発酵したとき、得られるエタノールは何 g か。最も適切なものを次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

26 ① 8.30 ② 9.20 ③ 16.6 ④ 17.0 ⑤ 18.4

(以上で問題は終わりです。解答番号 27 以降は使用しません。)