

令和 3 年度
一般選抜 試験問題
理科 (120分)

出題科目	ページ	解答方法
物 理	4～25	左の3科目のうち2科目を解答してください。 解答時間の配分は自由です。
化 学	26～47	
生 物	48～73	

I 注意事項

- 1 配布された問題冊子・解答用紙は、試験開始の指示があるまで開かないでください。
- 2 ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに監督者に申し出てください。
- 3 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入してください。
- 4 この問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
- 5 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて申し出てください。
- 6 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしてください。
- 7 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

- 1 「解答上の注意」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読むこと。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

化 学

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

必要があれば、以下の原子量、定数および近似値を使うこと。

また、気体はすべて理想気体として扱うものとする。

H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 F : 19.0 Na : 23.0

S : 32.0 Cl : 35.5 K : 39.0 Fe : 56.0 Cu : 64.0 Ag : 108

Ba : 137

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

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 : $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

水のイオン積 : $K_w = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$\sqrt{2} = 1.41$ $\sqrt{3} = 1.73$ $\log_{10}2 = 0.300$ $\log_{10}3 = 0.480$

第1問 次の問い(問1~8)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 元素の周期表で第2周期に配置される元素を含まない物質を、次の①~⑧のうちから一つ選べ。

- | | |
|---------|--------------|
| ① アンモニア | ② 亜硫酸水素ナトリウム |
| ③ 塩酸 | ④ 空気 |
| ⑤ 硝酸銀 | ⑥ シリカゲル |
| ⑦ 石灰石 | ⑧ 硫化銅(Ⅱ) |

問2 分子式で表すことができる物質を、次の①~⑧のうちから一つ選べ。

- | | | |
|------------|----------|------------|
| ① アルミニウム | ② 黄リン | ③ 硫酸アンモニウム |
| ④ 黒鉛 | ⑤ 酸化銅(Ⅱ) | ⑥ ダイヤモンド |
| ⑦ 水酸化ナトリウム | ⑧ 塩化カリウム | |

問3 物質の構成に関する記述（ア～エ）のうち正しいものの組合せとして最も
適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選べ。 3

ア 原子核中に同数の陽子を含む原子どうしても、異なる原子となることがある。

イ 原子内の電子は、一般にエネルギーの高い内側の電子殻から順に収容される。

ウ 遷移元素はすべて金属元素であるが、典型元素には非金属元素と金属元素があり、非金属元素が典型元素全体の約8割を占めている。

エ 原子どうしが共有結合で結びついた分子には、水溶液中で陽イオンと陰イオンを生じる性質をもつ電解質と水溶液中では電離しない非電解質とがある。

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ
⑤ イとエ ⑥ ウとエ ⑦ アとイとウ ⑧ アとイとエ
⑨ アとウとエ ⑩ イとウとエ

問4 次のa～cの溶液が示す浸透圧の大きさについて、それらの大小の関係を表す数式として最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選べ。

ただし、すべての溶液の温度は一定に保たれ、溶液が示す浸透圧の大きさはファンツ・ホッフの法則（ファンツ・ホッフの浸透圧の法則）に従うものとする。 4

- a 0.084 mol の硝酸カリウムを水に溶解して全量を 1.40 L とした溶液
b 0.060 mol の酢酸をベンゼンに溶解して全量を 1.00 L とした溶液
c 0.030 mol の尿素を水に溶解して全量を 500 mL とした溶液

- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$ ④ $b > c > a$
⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$ ⑦ $a = c > b$ ⑧ $a > b = c$
⑨ $b > a = c$ ⑩ $a = b = c$

問5 1799年にフランスのプルーストは、「同一の化合物を構成する元素の (A) の比は、作り方によらず常に一定である。」という (B) の法則を発見した。空欄 (A) と (B) にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 5

	(A)	(B)
①	原子数	気体反応
②	原子数	定比例
③	原子数	倍数比例
④	質量	気体反応
⑤	質量	定比例
⑥	質量	倍数比例
⑦	物質量	気体反応
⑧	物質量	定比例
⑨	物質量	倍数比例

問6 水酸化バリウム八水和物の固体結晶 0.0630 g を水に溶解して 200 m³ の水溶液を調製した。この水溶液の pH の値として最も近い数値を、次の①～⑩のうちから一つ選べ。ただし、水溶液中の水酸化バリウムの電離度は 1.00 とする。 6

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 5.7 | ② 6.0 | ③ 6.3 | ④ 6.7 |
| ⑤ 7.0 | ⑥ 7.3 | ⑦ 7.7 | ⑧ 8.0 |
| ⑨ 8.3 | ⑩ 8.7 | | |

問7 次の化学変化（ア～エ）が進行するとき、下線部の物質が不均一触媒（不均一系触媒）としてはたらいっているもの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。 7

ア 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えると、酸素が発生する。

イ 空気と二酸化硫黄の混合物を約 420℃で酸化バナジウム(V)と接触させると、二酸化硫黄が酸化される。

ウ デンプン水溶液にアミラーゼを加えて約 40℃に保つと、デンプンが加水分解される。

エ ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて約 60℃に加温すると、ニトロベンゼンが還元される。

① アとイ

② アとウ

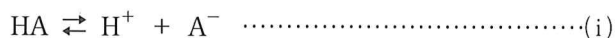
③ アとエ

④ イとウ

⑤ イとエ

⑥ ウとエ

問8 1価の弱酸である HA を水に溶かすと、水溶液中ではその一部が電離して、(i)式のような平衡状態となる。



弱酸 HA の電離定数 K_a は各成分のモル濃度 [mol/L] を [HA]、 $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{A}^-]$ とすると、(ii)式のように表すことができ、 K_a は一定の温度では一定の値になる。

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \cdots\cdots\cdots\text{(ii)}$$

25℃において、HA が 0.0500 mol/L のモル濃度で溶解している水溶液の pH を測定すると 2.00 であった。この水溶液中に存在する A^- のモル濃度は mol/L、弱酸 HA の 25℃における電離定数 K_a の値は mol/L である。空欄 および にあてはまる数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、水の電離によって生じる水素イオン H^+ と水酸化物イオン OH^- の存在は無視してよい。

	(A)	(B)
①	0.0100	1.00×10^{-3}
②	0.0100	2.00×10^{-3}
③	0.0100	2.50×10^{-3}
④	0.0500	1.00×10^{-3}
⑤	0.0500	2.00×10^{-3}
⑥	0.0500	2.50×10^{-3}
⑦	2.00	1.00×10^{-3}
⑧	2.00	2.00×10^{-3}
⑨	2.00	2.50×10^{-3}

第2問 次の問い（問1～8）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 元素の周期表で1族に属する元素の単体や化合物に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ア 単体の融点は、原子番号が大きいものほど高い。
- イ 水素原子の酸化数は、単体中では0、化合物中では+1または-1のいずれかである。
- ウ 炭酸ナトリウム一水和物の結晶を乾いた空气中に放置すると、水が蒸発して無水物の炭酸ナトリウムに変化する。

	ア	イ	ウ
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 元素の周期表で2族に属する元素の原子や化合物に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 10

- ア 原子は2個の価電子をもち、2価の陽イオンになりやすい。
イ 塩化物は水に溶けやすいが、硫酸塩や炭酸塩はいずれも水に溶けにくい。
ウ 消石灰に水を加えると激しく発熱して生石灰が生じる。

	ア	イ	ウ
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 元素の周期表で遷移元素（3～11族）に分類される元素の単体や化合物に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 11

ア 天然に存在する元素では、それらの単体のすべてが常温・常圧下において固体状態で存在する。

イ 銀の単体は、湿った空気中で硫化水素に触れると、常温でも黒色の硫化銀に変化する。

ウ 銅の電解精錬では、粗銅板を陽極、純銅板を陰極として、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を行い、陰極に析出する99.99%以上の純銅を得る。

	ア	イ	ウ
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4 元素の周期表で14族に属する元素の単体や化合物に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 12

ア 高温の炭素に二酸化炭素が接触すると、一酸化炭素が生成する。

イ ケイ素は、岩石などの成分元素であり、地殻中に含まれる元素の質量パーセントが最も大きい元素である。

ウ 自動車のバッテリーに利用されている鉛蓄電池は、負極活物質に鉛、正極活物質に酸化鉛(IV)、電解液に希硫酸を用いた二次電池である。

	ア	イ	ウ
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 元素の周期表で15族に属する元素の単体や化合物に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 13

ア 窒素の単体は、液体空気の分留によって工業的に製造される。

イ 常温・常圧下では、赤褐色の二酸化窒素と無色の四酸化二窒素は平衡状態にある。

ウ 十酸化四リンは塩基性酸化物であるので、塩化水素や二酸化窒素などのような酸としての性質を示す気体の乾燥には用いられない。

	ア	イ	ウ
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 元素の周期表で16族に属する元素の単体や化合物に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

14

ア 硫黄の同素体のうち、黄色塊状固体の単斜硫黄は常温でも安定に存在する。

イ 過酸化水素に含まれる酸素原子の酸化数は -1 であるが、還元剤として反応すると酸化数が -2 に、酸化剤として反応すると酸化数が 0 に変化する。

ウ 濃硫酸と水を混合するときには、冷却しながら水に濃硫酸を少量ずつ加える。

	ア	イ	ウ
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7 元素の周期表で17族に属する元素の単体や化合物に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

15

- ア 単体の酸化力は原子番号が小さいものほど大きい。
- イ 塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素は水に溶けやすく、それらの水溶液はいずれも強い酸性を示す。
- ウ 塩化銀、臭化銀、ヨウ化銀にはいずれも感光性があり、光が当たると褐色の酸化銀が生成する。

	ア	イ	ウ
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8 元素の周期表で18族に属する元素の原子や単体に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 16

ア ヘリウム原子、ネオン原子、アルゴン原子は、それぞれ2個、8個、18個の最外殻電子をもつ安定な電子配置になっているので、いずれも化合物をつくりにくい。

イ ヘリウムは、全物質中で最も沸点が低く、常温・常圧では密度の値も最小で最も軽い物質である。

ウ アルゴンは、地表付近の乾燥空気中に、体積パーセントで窒素、酸素、二酸化炭素に次いで4番目に多く含まれている。

	ア	イ	ウ
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

第3問 次の問い（問1～9）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 1分子中に含まれる水素原子の数が奇数である化合物を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- | | |
|-------------|-------------------|
| ① ベンゼンスルホン酸 | ② 1,2-ジブromoエタン |
| ③ 2-ペンタノール | ④ <i>p</i> -クレゾール |
| ⑤ アセトアニリド | ⑥ アニリン塩酸塩 |
| ⑦ サリチル酸メチル | ⑧ シクロペンタン |

問2 二重結合をもたない化合物を、次の①～⑩のうちから一つ選べ。

- | | | |
|-----------|----------|------------|
| ① 1-ブテン | ② アセトン | ③ 塩化ビニル |
| ④ シクロヘキセン | ⑤ スチレン | ⑥ パルミチン酸 |
| ⑦ プロペン | ⑧ ポリエチレン | ⑨ ホルムアルデヒド |
| ⑩ 無水酢酸 | | |

問3 分子式が $C_5H_{10}O$ で表され、カルボニル基 $-C-$ をもつ化合物には、
$$\begin{array}{c} \parallel \\ O \end{array}$$

(A) 種類の構造異性体が考えられ、それらの異性体のうち、ヨードホルム反応も銀鏡反応も示さないものが (B) 種類存在する。空欄 (A) および (B) にあてはまる数字の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 19

	(A)	(B)
①	7	1
②	7	2
③	7	3
④	8	1
⑤	8	2
⑥	8	3
⑦	9	1
⑧	9	2
⑨	9	3

問4 アルコールの性質や反応に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

20

ア 分子内に親水性のヒドロキシ基をもつので、炭素数に関わらず水に任意の割合で混じり合う。

イ 一般に、三価アルコールは、二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液などの酸化剤とは反応しにくい。

ウ 固体のナトリウムを加えると、ナトリウムアルコキシドが生じる。

	ア	イ	ウ
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 油脂の性質や反応に関する記述（ア～ウ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 21

ア 油脂の融点は、構成する脂肪酸の炭素数が多くなるほど高くなり、炭素原子間の二重結合が多くなるほど低くなる。

イ 油脂のけん化価が大きいほど、油脂の平均分子量が大きい。

ウ 油脂のヨウ素価が大きいほど、油脂中に含まれる炭素原子間の二重結合の数が多。

	ア	イ	ウ
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 アニリンの誘導体である芳香族化合物Xを合成する実験に関する次の文章を読み、空欄 (A) および (B) にあてはまる構造式、および記述の組合せとして最も適当なものを、次頁の①～⑨のうちから一つ選べ。 22

アニリン 1 mL の入ったビーカーに 3 mol/L の塩酸 10 mL を加えてよくかき混ぜた。次にこのビーカーを氷でよく冷やしながら、5℃以下に冷却した 10% の亜硝酸ナトリウム水溶液 5 mL を少しずつ加え、よくかき混ぜたところ、ビーカー内に X が生成した (図 1)。

合成した化合物 X の構造式は (A) であり、図 1 中でビーカーを氷で冷やしながら反応させたのは、(B) ためである。

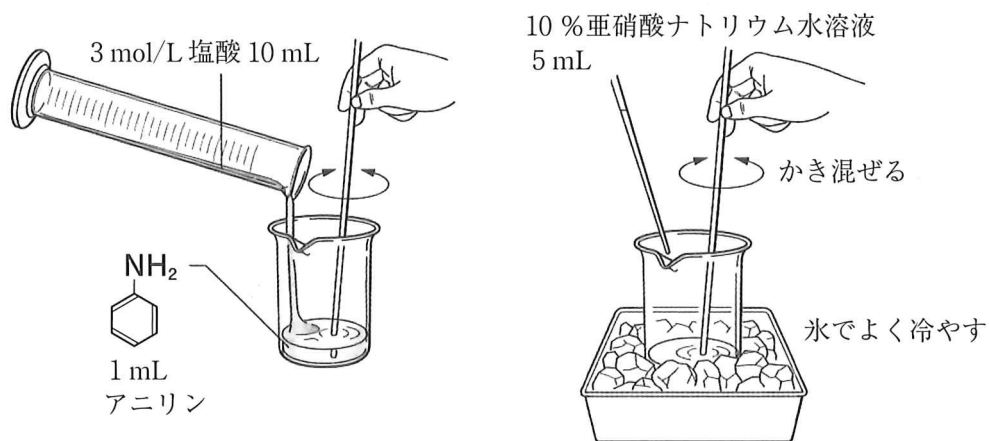
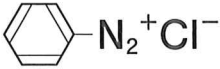
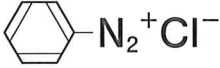
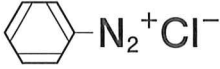
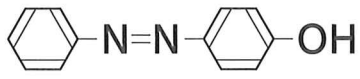
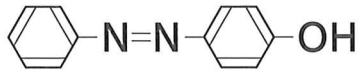
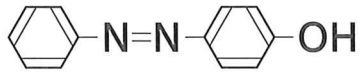





図 1

	(A)	(B)
①		温度が上がると X の加水分解反応が進行する
②		X の生成する反応熱が大きく、反応液の突沸が起こらないようにする
③		X が生じる反応が発熱反応であり、反応速度を大きくする
④		温度が上がると X の加水分解反応が進行する
⑤		X の生成する反応熱が大きく、反応液の突沸が起こらないようにする
⑥		X が生じる反応が発熱反応であり、反応速度を大きくする
⑦		温度が上がると X の加水分解反応が進行する
⑧		X の生成する反応熱が大きく、反応液の突沸が起こらないようにする
⑨		X が生じる反応が発熱反応であり、反応速度を大きくする

問7 アニリン、*o*-キシレン、サリチル酸、フェノールがジエチルエーテルに溶解している混合溶液について、図2で示した順序で分液ろうとを用いた分離操作を行った。水層1～3、エーテル層3にそれぞれの化合物が1種類ずつ分離され、水層2には図3に示すベンゼン環をもつ陽イオンが溶解していた。操作Ⅰ～Ⅲ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。 23

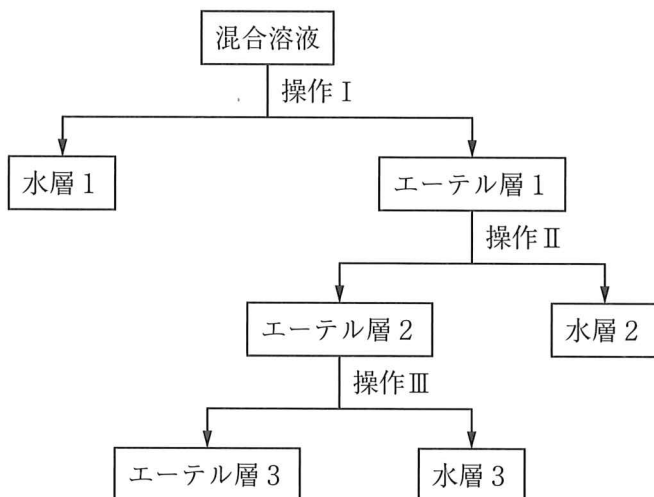


図2



図3

	操作Ⅰ	操作Ⅱ	操作Ⅲ
①	HCl 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaOH 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaHCO ₃ 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。
②	HCl 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaHCO ₃ 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaOH 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。
③	NaOH 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	HCl 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaHCO ₃ 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。
④	NaOH 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaHCO ₃ 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	HCl 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。
⑤	NaHCO ₃ 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	HCl 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaOH 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。
⑥	NaHCO ₃ 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	NaOH 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。	HCl 水溶液を加えて振り混ぜた後に静置する。

問8 タンパク質に関する記述（ア～エ）のうち誤りを含むものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選べ。 24

ア 加水分解されたときに1種類の α -アミノ酸のみが生じる単純タンパク質と、2種類以上の α -アミノ酸が生じる複合タンパク質とに分類できる。

イ タンパク質の三次構造は、ポリペプチド鎖の側鎖に結合する官能基（ $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{SH}$ ）の間に形成される水素結合のみで保たれている。

ウ 水溶性のタンパク質は、水に分散すると親水コロイドである分子コロイドになるので、この水溶液に多量の電解質を加えると、塩析により固体が析出する。

エ タンパク質が変性するときには、分子内のペプチド結合の大半が加水分解されるので、それぞれのタンパク質がもつ特有の性質や機能が失われることが多い。

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① アとイ | ② アとウ | ③ アとエ | ④ イとウ |
| ⑤ イとエ | ⑥ ウとエ | ⑦ アとイとウ | ⑧ アとイとエ |
| ⑨ アとウとエ | ⑩ イとウとエ | | |

問9 0.250 mol/Lのラクトース水溶液 100 mLに (A) を加えた。この溶液を 37℃で一定時間加温し、その後反応液を煮沸すると加水分解反応が進行しなくなった。室温まで冷却した反応液にフェーリング液を加えて再び加熱すると 5.76 gの水に溶けにくい赤色の固体が析出した。還元性をもつ糖類の物質質量と等しい物質質量の赤色固体が生じるとすると、はじめのラクトースの (B) %が、加水分解されていたと計算できる。空欄 (A) と (B) にあてはまる語、および数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 25

	(A)	(B)
①	希硫酸	40.0
②	希硫酸	60.0
③	希硫酸	80.0
④	マルターゼ	40.0
⑤	マルターゼ	60.0
⑥	マルターゼ	80.0
⑦	ラクターゼ	40.0
⑧	ラクターゼ	60.0
⑨	ラクターゼ	80.0



解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の解答番号に対応した解答欄にマークしてください。

10

 と表示のある問いに対して

(例1) ③と解答する場合は、解答番号10の③にマークしてください。

解答番号	解 答 欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

(例2) ②と⑦を解答する場合は、解答番号10の②と⑦にマークしてください。

(複数解答の場合)

解答番号	解 答 欄
10	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨ ⑩

- 2 解答用紙に正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の受験番号欄に正しくマークされていない場合は、その科目は0点となります。