



未来のエスキースを描く。

東北工業大学

# 2024年度入学試験問題

A - 1

## 理 科 (100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1~12	4 問
化学	13~25	4 問
生物	26~44	3 問

### 注 意 事 項

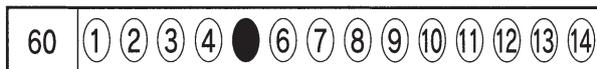
1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は全部で44ページである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
3. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理, 化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理, 化学, 生物から1科目選択

4. 解答には黒鉛筆を用い、ボールペン、色鉛筆、万年筆などを使用してはならない。
5. 解答用紙は科目共通で1枚(マーク式)である。
6. 解答用紙の指定欄に座席番号(数字)、氏名を記入し、さらに、座席番号と解答する科目名をマークすること。

解答は、例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は、次の(例)のように、解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

(例)



7. 誤ってマークした場合は、消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
8. 1つの解答欄に2つ以上マークした場合、その解答欄の解答は無効となる。
9. マーク式解答用紙は、折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
10. この問題冊子の余白は、計算などに利用してもよい。
11. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ること。

# 化 学

解答に必要なときは、次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 Mg = 24.3  
Si = 28.1 Cl = 35.5 Ca = 40.1

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

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

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

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

標準状態 (0 °C,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) では、理想気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1 L = 1 ℓ = 1 dm<sup>3</sup>      1 mL = 1 mℓ = 1 cm<sup>3</sup>

**1** 次の問い (問 1～8) に答えなさい。

問 1. 周期表と元素に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、解答群から一つ選びなさい。 **1**

[解答群]

- ① 周期表の縦の列を周期という。
- ② 金属元素の単体は、電気や熱をよく伝える。
- ③ アルカリ金属の原子は、最外殻に1個の電子をもつ。
- ④ 貴ガス (希ガス) は、他の原子と結合しにくい。
- ⑤ 3～11 族の元素は、遷移元素である。

問2. 温度  $T_0$  の固体の水（氷）を1気圧 ( $1.013 \times 10^5$  Pa) のもとで完全に気体になるまで加熱した。図1のグラフは、このときの加熱時間と温度との関係を示している。図1に関する記述として誤りを含むものを解答群から一つ選びなさい。

2

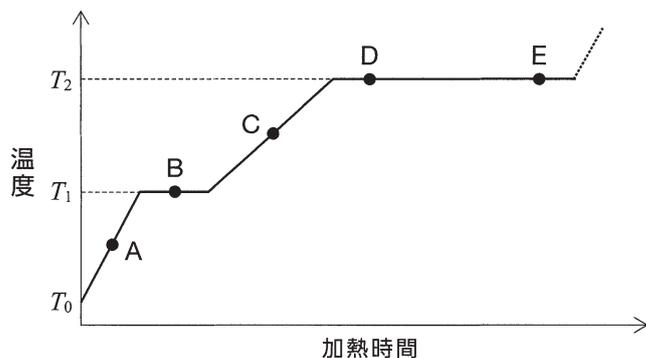


図1

[解答群]

- ① 点Aでは、液体は存在しない。
- ② 温度  $T_1$  は、融点である。
- ③ 点Bでは、固体と液体が共存している。
- ④ 点Cでは、蒸発は起こらない。
- ⑤ 温度  $T_2$  は、沸点である。
- ⑥ 点D～点Eの間では、液体の体積は次第に減少する。

問3. 物質1g中に含まれる酸素の質量が最も小さいものはどれか。解答群から一つ選びなさい。 3

[解答群]

- ① 二酸化ケイ素
- ② 水
- ③ 二酸化炭素
- ④ 一酸化二窒素

問 4. 周期表中の原子番号 3 から 20 までの典型元素の記述として適当でないものを解答群から一つ選びなさい。 4

[解答群]

- ① 同族元素の原子は、同数の価電子をもつ。
- ② 同族元素の原子は、同じ電子配置をもつ。
- ③ 同族元素では、化学的性質が互いに類似している。
- ④ 同一周期では、右にある原子ほど陽子の数が多くなる。
- ⑤ 第 3 周期の原子では、最外殻電子が M 殻にある。

問 5. 理想気体と実在気体に関する記述として下線部に誤りを含むものを解答群から一つ選びなさい。 5

[解答群]

- ① 理想気体では、物質量と温度が一定であれば、圧力を変化させても圧力と体積の積は変化しない。
- ② 理想気体では、物質量と体積一定のまま温度を下げると圧力は単調に減少する。
- ③ 理想気体では、気体分子自身の体積はないものと仮定している。
- ④ 実在気体では、常圧では温度が低いほど理想気体に近いふるまいをする。
- ⑤ 実在気体であるアンモニア 1 mol の体積が、標準状態において 22.4 L より小さいのは、アンモニア分子間に分子間力がはたらいているためである。

問 6. 純水 1 kg に溶質 0.1 mol を溶かした水溶液を冷却したとき、凝固点降下度が最も大きくなる溶質を解答群から一つ選びなさい。ただし、電解質の電離度は 1 とする。 6

[解答群]

- ① 酢酸ナトリウム      ② 塩化ナトリウム      ③ 塩化マグネシウム
- ④ グリセリン          ⑤ グルコース

問7. 物質 A 0.30 mol と窒素 0.60 mol の混合気体が、なめらかに動くピストン付きの密閉容器に入っている。この混合気体の温度と圧力がそれぞれ 57 °C と  $9.0 \times 10^4$  Pa のとき、気体のみが存在していた。混合気体の圧力を変えずに 27 °C まで冷却したところ物質 A の液滴が生じた。このとき、冷却後の混合気体の窒素のモル分率として最も適当な数値を解答群から一つ選びなさい。ただし、物質 A は窒素とは反応せず、27 °C におけるその飽和蒸気圧は  $1.5 \times 10^4$  Pa である。また、生じた液滴の体積は無視でき、液滴に窒素は溶解しないものとする。 7

[解答群]

- ① 0.60    ② 0.67    ③ 0.75    ④ 0.80  
 ⑤ 0.83    ⑥ 0.90    ⑦ 1.0

問8. 図2はエタノールの蒸気圧曲線である。容積 1.0 L の密閉容器に 0.010 mol のエタノールのみが入っている。容器の温度が 40 °C および 60 °C のとき、容器内の圧力はそれぞれ何 Pa か。圧力の値の組合せとして最も適当なものを解答群から一つ選びなさい。ただし、容器内での液体の体積は無視できるものとする。

8

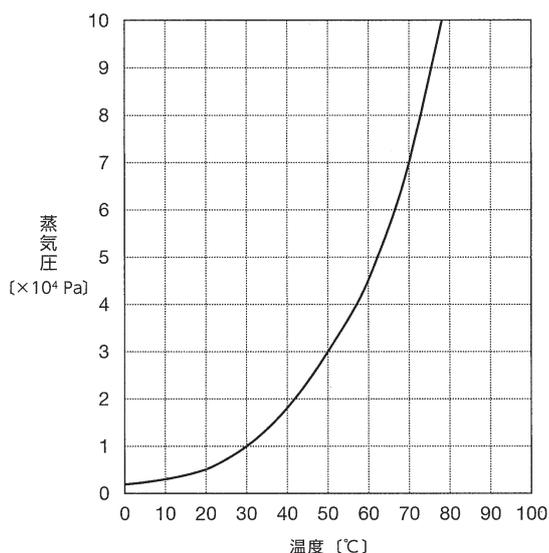


図2

[解答群]

	40 °C での圧力 [Pa]	60 °C での圧力 [Pa]
①	$1.8 \times 10^4$	$2.3 \times 10^4$
②	$1.8 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$
③	$1.8 \times 10^4$	$4.5 \times 10^4$
④	$2.3 \times 10^4$	$2.3 \times 10^4$
⑤	$2.3 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$
⑥	$2.6 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$
⑦	$2.6 \times 10^4$	$4.5 \times 10^4$

- 2 次の各問の  内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。  
(同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。)

問 1. 化学反応には硝酸銀水溶液に塩化ナトリウム水溶液を加えると瞬時に塩化銀が沈殿するような速い反応や、鉄が錆びるような遅い反応もある。

溶液中の溶質 A, B について物質 A から物質 B が生じる反応  $2A \longrightarrow B$  が進むとき, A と B の濃度変化に関する正しい記述を選びなさい。なお, 溶液の体積は変化せず, A と B は上記の反応以外起こらないものとする。

A の濃度変化  B の濃度変化

[9, 10 の解答群]

- ① 濃度は減少するが, 単位時間あたりの減少量は時間とともに少なくなる。
- ② 濃度は減少するが, 単位時間あたりの減少量は時間とともに増えていく。
- ③ 濃度は減少するが, 単位時間あたりの減少量は時間に依存せず一定である。
- ④ 濃度は増加するが, 単位時間あたりの増加量は時間とともに少なくなる。
- ⑤ 濃度は増加するが, 単位時間あたりの増加量は時間とともに増えていく。
- ⑥ 濃度は増加するが, 単位時間あたりの増加量は時間に依存せず一定である。

問 2. 化学反応は物質を構成する原子や分子, イオンなどの粒子が衝突することによって起こる。  $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$  で表わされる反応について次の問いに答えなさい。ただし  $H_2, I_2, HI$  はすべて気体とする。

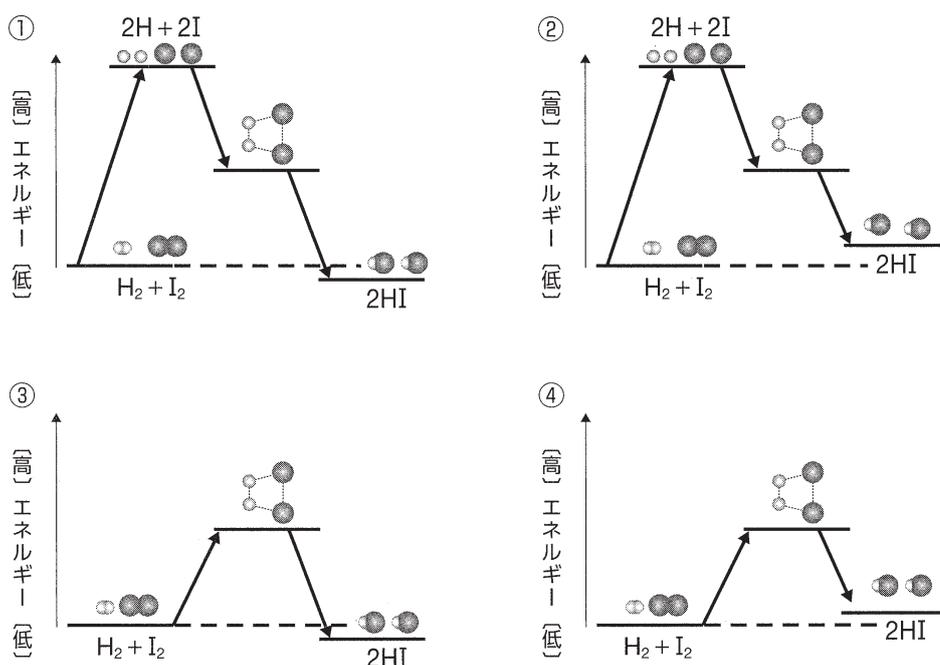
- (1) 反応速度式はどのように表わされるか。なお  $k$  は反応速度定数である。

[解答群]

- ①  $v = k[H_2][I_2]$
- ②  $v = k[H_2][I_2][HI]^2$
- ③  $v = 2k[H_2][I_2][HI]$
- ④  $v = k[HI]^2/([H_2][I_2])$
- ⑤  $v = 2k[HI]/([H_2][I_2])$
- ⑥  $v = k[HI]^2$

(2) 水素 ( $\text{H}_2$ ) とヨウ素 ( $\text{I}_2$ ) の結合エネルギーは各々  $436 \text{ kJ/mol}$ ,  $151 \text{ kJ/mol}$  である。また、この反応の活性化エネルギーは  $174 \text{ kJ/mol}$  と測定されている。これより反応の進みをエネルギー図で示したもので適していると考えられるのはどれか。なお反応熱は  $10 \text{ kJ/mol}$  である。 12

[解答群]



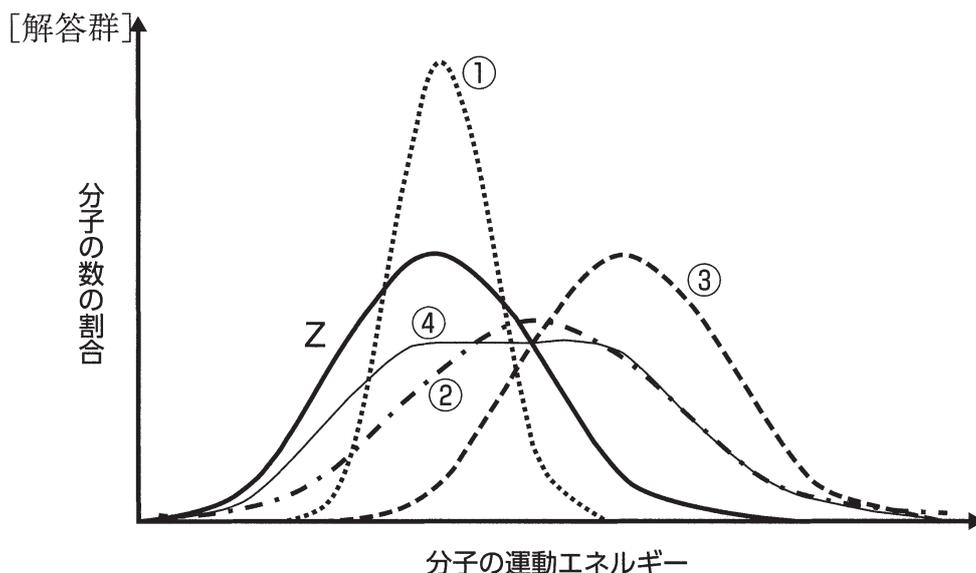
問3. 化学反応は粒子同士の衝突によって起こるが、衝突したら必ず反応が起こるわけではない。化学反応が起こるためには粒子が衝突する 13 が適切であることや 14 が大きいことなどが必要である。このような条件が満たされると粒子同士は 15 状態になり反応が進んでいく。この状態にするために必要な最小のエネルギーを 15 エネルギーという。自身は反応しないが 15 エネルギーを小さくして反応速度を大きくする物質を触媒といい、過酸化水素水に加える塩化鉄(Ⅲ)水溶液は、まじりあって作用するので 16 触媒という。一方酸化マンガン(Ⅳ)のように表面で作用するものを 17 触媒という。

[解答群]

- ① 質量      ② 速度      ③ 吸着      ④ 均一      ⑤ 表面  
 ⑥ 活性化    ⑦ 角度      ⑧ 不均一    ⑨ 平衡

問4. ある温度において1つ1つの分子がもつ熱運動のエネルギーは同一ではなく分布をもつ。分子のもつ運動エネルギーと分子の数の割合を下図中のZとして示す。温度が高くなった時の分布を示す曲線として適当なものを選びなさい。

18



問5.  $A + B \rightarrow C$  で表される反応について、AとBの濃度を変えて反応速度を求めると表1のようになった。この反応の反応速度式が  $v = k[A]^x[B]^y$  の形で表されるとして  $k, x, y$  を次のように求めていった。

表1

実験 No.	A の濃度 [mol/L]	B の濃度 [mol/L]	C の生成速度 [mol/(L·s)]
1	0.10	0.10	$2.0 \times 10^{-3}$
2	0.10	0.20	$4.0 \times 10^{-3}$
3	0.30	0.10	$1.8 \times 10^{-2}$

反応速度式の両辺の常用対数をとると (ア) 式が得られる。

$$\log_{10}v = \log_{10}(k[A]^x[B]^y) = \log_{10}k + \boxed{19} \log_{10}[A] + \boxed{20} \log_{10}[B] \quad (\text{ア})$$

(ア) 式に実験1の結果をあてはめると (イ) 式が得られる。

$$\log_{10}2 - 3 = \log_{10}k - (\boxed{21}) \quad (\text{イ})$$

(ア) 式に実験2の結果をあてはめると (ウ) 式が得られる。

$$\boxed{22} - 3 = \log_{10}k - (\boxed{21}) + \boxed{20} \log_{10}2 \quad (\text{ウ})$$

(ア) 式に実験3の結果をあてはめると (エ) 式が得られる。

$$\log_{10}2 + \boxed{23} - 3 = \log_{10}k - (\boxed{21}) + \boxed{19} \log_{10}3 \quad (\text{エ})$$

(イ) 式と (ウ) 式の差より  $y$  は  $\boxed{24}$ , (イ) 式と (エ) 式の差より  $x$  は

$\boxed{25}$ , (エ) 式に  $x$  と  $y$  を代入すると  $k$  は  $\boxed{26}$  になる。

[19~23の解答群]

- ①  $x$                       ②  $y$                       ③  $x + y$                       ④  $x - y$   
⑤  $\log_{10}2$                       ⑥  $2\log_{10}2$                       ⑦  $\log_{10}3$                       ⑧  $2\log_{10}3$

[24~26の解答群]

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 10      ⑦ 100      ⑧ 0

3 次のアルカリ金属およびアルカリ土類金属に関する文章を読んで以下の問い（問1～3）に答えなさい。

周期表の1族に属する **27**，ナトリウム，カリウムなどの元素をアルカリ金属，2族に属するカルシウム， **28**，バリウムなどの元素をアルカリ土類金属という。アルカリ金属の原子半径の大きさは，同じ周期のアルカリ土類金属よりも **29**。また，アルカリ金属のイオン半径の大きさは，同じ周期のアルカリ土類金属よりも **30**。さらに，アルカリ金属とアルカリ土類金属は自然界には単体として存在しないために **31** によってつくられる。アルカリ土類金属は特有の炎色反応を示し，カルシウムは **32**， **28** は **33**，バリウムは **34** を示す。

カルシウムの単体は常温で水と反応して **35** が得られる。**35** の水溶液は二酸化炭素と反応して白い沈殿物 **36** を生じる。**36** は石灰石や大理石の主成分であり，二酸化炭素を含む水に溶けて **37** を生じる。

**36** を900℃以上に加熱することによって生じる **38** は，乾燥剤などに用いられている。天然に存在するセッコウは **39** が主成分であり，140℃に加熱すると焼きセッコウになる。**35** と塩酸とは中和反応して (a) 塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  の塩を形成する。

問1. **27** ～ **34** にあてはまる語句を解答群から選びなさい。  
(同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。)

[27～31の解答群]

- |          |           |           |         |
|----------|-----------|-----------|---------|
| ① リチウム   | ② ストロンチウム | ③ マンガン    | ④ 亜鉛    |
| ⑤ アルミニウム | ⑥ 大きい     | ⑦ 小さい     | ⑧ 熔融塩電解 |
| ⑨ 電気めっき  | ⑩ 電解精錬    | ⑪ イオン交換膜法 |         |

[32～34の解答群]

- |       |      |       |       |
|-------|------|-------|-------|
| ① 橙赤色 | ② 紅色 | ③ 黄緑色 | ④ 青緑色 |
|-------|------|-------|-------|

問2.  ～  にあてはまる化学式を解答群から選びなさい。

[解答群]

- ①  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$     ②  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$     ③  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$     ④  $\text{CaO}$   
⑤  $\text{CaCO}_3$     ⑥  $\text{Ca}(\text{OH})_2$     ⑦  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

問3. 下線 (a) の塩化カルシウムは、融雪剤として利用される。11.1 g の塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  を 300 g の水に溶かして塩化カルシウム水溶液を調製した。この溶液の凝固点は何  $^{\circ}\text{C}$  か。ただし、水のモル凝固点降下を 1.85 [ $\text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$ ] とする。なお、 $\text{CaCl}_2$  は完全に電離するものとする。

$^{\circ}\text{C}$

[解答群]

- ① -18.5    ② -1.85    ③ -0.185    ④ 0.00    ⑤ 0.185    ⑥ 1.85    ⑦ 18.5  
⑧ -61.7    ⑨ -6.17    ⑩ -0.617    ⑪ 0.617    ⑫ 6.17    ⑬ 61.7

4 次の問い（問1～4）に答えなさい。

問1. 分子式  $C_6H_{10}$  で表される炭化水素 164 mg に、触媒を使って水素を付加させたところ、シクロヘキサンが生成した。27 °C,  $1.0 \times 10^5$  Pa で何 mL の水素が付加したか。 41 mL

[解答群]

- ① 40.8    ② 44.8    ③ 49.8    ④ 81.5    ⑤ 89.6    ⑥ 98.5

問2. エタノールに次の化学反応を行ったときに生じる化合物を選びなさい。

- |                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| (1) 金属ナトリウムを入れた。                    | 42 |
| (2) 濃硫酸を加え、170～180 °C で加熱した。        | 43 |
| (3) 濃硫酸を加え、120～130 °C で加熱した。        | 44 |
| (4) 希硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱した。 | 45 |

[42～45 の解答群]

- ①  $CH_3COOH$     ②  $CH_2 = CH_2$     ③  $CH_3CH_2OCH_2CH_3$     ④  $CH_3CH_2ONa$

問3. アニリン、サリチル酸、フェノール、ニトロベンゼンが溶けているジエチルエーテル混合溶液がある。この溶液の中から、それぞれの成分を分液ろうとを用いて抽出分離するため、図3のような操作を行った。以下の問いに答えなさい。

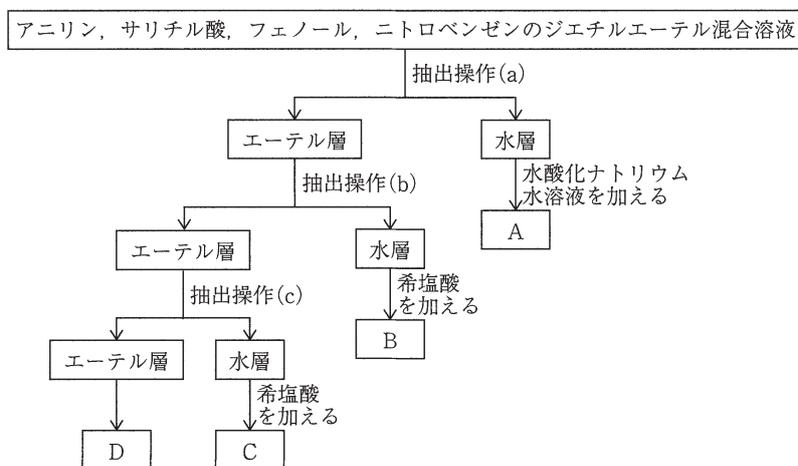


図3

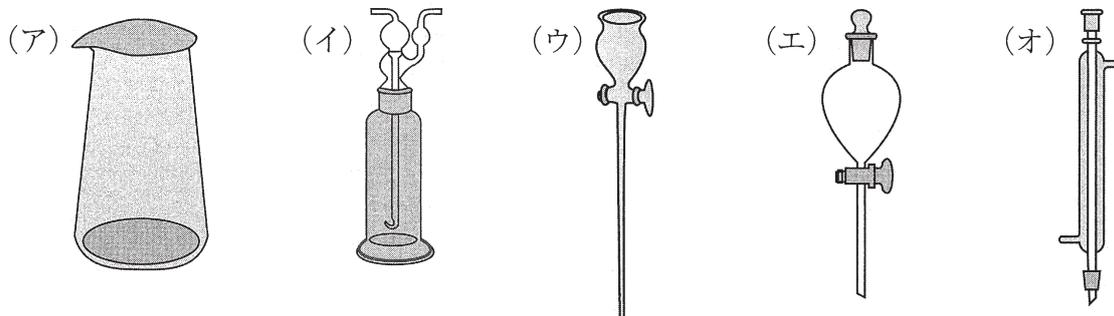
抽出操作 (a) 希塩酸を加えて抽出を行う

抽出操作 (b) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて抽出を行う

抽出操作 (c) 水酸化ナトリウム水溶液を加えて抽出を行う

(1) 分液ろうとでの抽出操作 (a)~(c) ではいずれの場合も、ジエチルエーテル層と水層に分かれる。分液ろうとを (ア)~(オ) から選び、ジエチルエーテル層の位置 (上層または下層) との正しい組合せを解答群から選びなさい。

46



[解答群]

分液ろうと ジエチルエーテル層の位置			分液ろうと ジエチルエーテル層の位置		
①	(ア)	上層	⑥	(ア)	下層
②	(イ)	上層	⑦	(イ)	下層
③	(ウ)	上層	⑧	(ウ)	下層
④	(エ)	上層	⑨	(エ)	下層
⑤	(オ)	上層	⑩	(オ)	下層

(2) A, B, C, Dそれぞれに多く含まれる化合物の構造式をそれぞれ解答群から選びなさい。

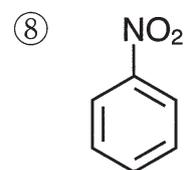
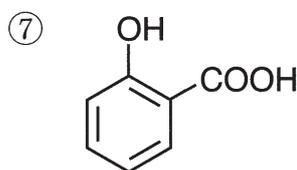
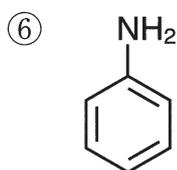
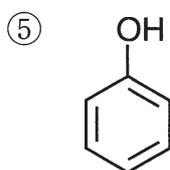
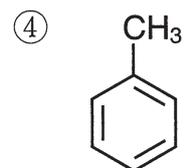
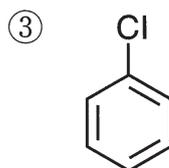
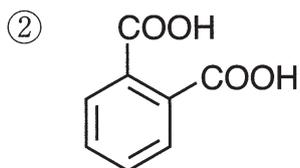
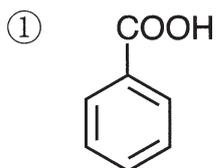
A 47

B 48

C 49

D 50

[解答群]



問4. 次に示す (ア)~(オ) の合成高分子には、2種類の単量体 (モノマー) から製造される重合体 (ポリマー) が二つある。正しい組合せを解答群から選びなさい。

51

- (ア) ナイロン6
- (イ) ポリ塩化ビニル
- (ウ) ポリスチレン
- (エ) フェノール樹脂
- (オ) ポリエチレンテレフタレート (PET)

[解答群]

- ① (ア) と (エ)
- ② (イ) と (ウ)
- ③ (ウ) と (オ)
- ④ (エ) と (オ)
- ⑤ (イ) と (エ)
- ⑥ (イ) と (オ)
- ⑦ (ア) と (オ)
- ⑧ (ウ) と (エ)

(化学問題終わり)