

裏面

問 題 訂 正
理 科 (化学)

訂 正 箇 所	3 ページ 2 行目
誤	全ての水溶液の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。
正	全ての水溶液の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$, <u>密度を 1.0 g/mL とする。</u>

- 1 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。原子量は $H = 1.0$, $He = 4.0$, $C = 12$, $N = 14$, $O = 16$, $Ne = 20$, $Ar = 40$ とする。気体定数 R を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

乾燥空気に含まれる気体を体積%の大きいものから順に並べると、(ア) > (イ) > (ウ) > (エ) となる。(ア)~(ウ)は、いずれも工業的には液体空気の(オ)によって得られる。実験室では、(ア)は亜硝酸アンモニウムの熱分解で、(イ)は過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えて加熱すると得られる。(エ)は石灰石に塩酸を加えると得られる。また、(エ)は化石燃料の燃焼によっても生成し、この50年の間に空気中の割合は0.03%から0.04%に増加している。(エ)は赤外線を吸収する能力が高く、地球温暖化の原因となる(カ)ガスの1つと考えられている。気体の水への溶解度は、一定圧力のもとでは一般に温度が高くなると小さくなる。圧力による気体の溶解度の変化については、「溶解度の小さい気体の場合、一定の温度で一定量の溶媒に溶ける気体の質量(物質質量)は、その気体の圧力(分圧)に比例する」という(キ)の法則が成り立つ。

- (1) (ア)~(エ)に適する化学式、(オ)~(キ)に適する語句を答えよ。
- (2) 下線部(a), (b)の反応を化学反応式で答えよ。
- (3) 下線部(c)の理由を、30字程度で答えよ。
- (4) (ア)と(ウ)だけからなる混合気体があり、その混合気体の平均分子量は32.8である。問①~③に答えよ。ただし、 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水1.0Lに溶ける気体の物質質量は、(ア)が $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$, (ウ)が $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ とする。
- ① この混合気体中の(ウ)のモル分率を有効数字2桁で答えよ。計算過程も示せ。
- ② この混合気体24.6gを容積8.3Lの真空密閉容器に入れ、 27°C に保った。容器中の(ア)の分圧は何Paか。有効数字2桁で答えよ。計算過程も示せ。
- ③ この混合気体が 0°C , $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水2.0Lと接しているとき、水に溶けている(ア), (ウ)の質量はそれぞれ何gか、有効数字2桁で答えよ。計算過程も示せ。

2 次の文章を読み、問(1)~(6)に答えよ。原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Na = 23$, $Cl = 35.5$ とする。全ての水溶液の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。

- (1) 1.0 mol/L NaOH 水溶液 50 g に、同じ温度の 1.0 mol/L 塩酸 50 g を加えて中和すると、溶液の温度が 6.7 K 上昇した。この中和熱を有効数字 2 桁で答えよ。その単位も記載せよ。計算過程も示せ。ただし、実験環境や容器、器具による熱の損失はないものとする。
- (2) 2.0 mol/L の塩酸 50 g に同じ温度の水を加え、さらに NaOH 4.0 g を混合して全て溶解すると、溶液の質量は 85 g となり、その温度は 28 K 上昇した。 NaOH の溶解熱を有効数字 2 桁で答えよ。その単位も記載せよ。計算過程も示せ。ただし、実験環境や容器、器具による熱の損失はないものとする。
- (3) 25°C の水を加熱して 50°C にした。この水の pH について、適切なものを下記のア~ウの選択肢から選び、記号で答えよ。またそのようになる理由を説明せよ。
- ア 50°C の水は 25°C の水よりも pH が大きい。
イ 50°C の水は 25°C の水よりも pH が小さい。
ウ 50°C の水と 25°C の水の pH は同じである。
- (4) 密閉容器を水と水蒸気で満たし、温度と圧力を上昇させた。その結果、気体とも液体とも区別のつかない均質な状態となった。このような物質の状態を何と呼ぶか答えよ。
- (5) $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の硫酸水溶液を水で 10 倍に薄めた。この水溶液の pH を求めよ。ただし、硫酸はこの溶液で完全に電離するものとする。
- (6) モル濃度 10^a (10 の a 乗) mol/L の酢酸水溶液がある。この溶液の pH は、(5)で薄めた溶液の pH と同じであった。このときの a の値を有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。ただし、酢酸の電離度は 0.016 とし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

- 3 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。原子量はH = 1.0, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5 とする。

水酸化ナトリウム NaOH は、塩化ナトリウム NaCl 水溶液を電気分解して工業的に製造される。この電気分解において、陰極では(ア)が還元されて水酸化物イオン OH⁻ と(イ)が生じ、陽極では(ウ)が酸化され(エ)が発生する。両極の容器は(オ)で仕切られているため、(カ)は陰極側に移動する一方で、(ク)は陽極側にとどまる。このため、陰極側の水溶液を濃縮すると純粋な NaOH が得られる。この方法をイオン交換膜法という。

得られた NaOH は、パルプやせっけん、染料、医薬品の製造、アルミニウム精錬など、化学工業のさまざまな分野で広く用いられる。(エ)と NaOH を反応させることで、消毒・殺菌作用や漂白作用を持つ(キ)が製造される。また、(エ)はエチレンと反応させて(ク)が合成され、続く熱分解によって合成樹脂の原料である塩化ビニルが得られる。(イ)は工業原料の製造や石油精製、エネルギー源などに広く用いられる。(ケ)は(イ)と(エ)を直接反応させて製造される。

- (1) (ア)~(ケ)にあてはまる化学式または語句を以下の語群から選べ。

【語群】

H ₂ O	H ₂	Cl ₂	CH ₄	CO ₂	HCl	NaClO
NaHCO ₃	Na ₂ CO ₃	Na ⁺	H ⁺	Cl ⁻	OH ⁻	CO ₃ ²⁻
陽イオン交換膜		陰イオン交換膜		エタン		
クロロエタン		1,2-ジクロロエタン				

- (2) この電気分解における陽極と陰極の反応を、電子 e⁻ を用いたイオン反応式でそれぞれ答えよ。

(3) 下線部(a)に関して、問①～②に答えよ。

- ① 触媒の存在下、(イ)と反応させて工業的に製造される化学物質を、以下の語群からすべて選べ。

【語群】

硫酸

アンモニア

炭酸水素ナトリウム

シクロヘキサン

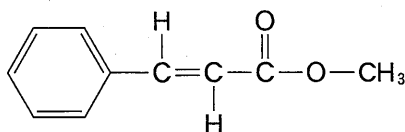
フェノール

- ② (イ)は、化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換する装置にも利用されている。この装置の名称を答えよ。

(4) 以下の問①～③に答えよ。

- ① 純度 100 % の NaOH を 1000 kg 製造するためには、25 kA の電流で何時間電気分解する必要があるか。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。ただし、電気分解の効率を 100 % とし、ファラデー定数 F を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。
- ② このとき生じた(イ)の乾燥体積は標準状態で何 m^3 か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。ただし、(イ)は理想気体とし、1 mol の標準状態の体積を 22.4 L とする。
- ③ このとき生じた(イ)と(エ)のすべてを反応させて(ケ)を製造し、水を加えて 36.5 % (ケ)水溶液にした。得られる(ケ)水溶液の体積は何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。ただし、36.5 % (ケ)水溶液の密度を 1.2 g/mL とする。

4 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。構造式の記入例は、以下に示す。



分子式 $C_4H_6O_3$ で表される環状構造を持たない化合物 A~E について、以下のことがわかっている。

- ・ 化合物 A は 2 分子の酢酸を脱水縮合して得られる。
- ・ 化合物 B~E はいずれもカルボン酸である。
- ・ 化合物 B~E をそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液に加え、ヨウ素とともに加熱すると、化合物 B を加えた溶液でのみ黄色の沈殿が生じる。
- ・ 化合物 B~E をそれぞれフェーリング液に加えて加熱すると、化合物 C または D を加えた溶液でのみ赤色の沈殿を生じる。化合物 C は不斉炭素原子を持たないが、化合物 D は不斉炭素原子を持つ。
- ・ 化合物 E を酸化するとフマル酸が生じる。

(1) 化合物 A~E の構造式を示せ。シス-トランス異性体も区別して示すこと。

(2) 下線部(a)の酢酸は、工業的にはメタノールと(ア)との反応によりつくられる。酢酸に金属ナトリウムを加えると(イ)が生じる。(ア)と(イ)を原料として工業的にメタノールが合成されている。(ア)と(イ)にあてはまる気体分子の名称を記せ。

(3) 下線部(b)の黄色の沈殿の物質名を記せ。

(4) 化合物 A とサリチル酸との反応により、医薬品である化合物 F が生じる。問①~②に答えよ。

① 化合物 F の名称と構造式を示せ。

② 化合物 F は以下のどの医薬品として使われているか、a~d から 1 つ選び記号で答えよ。

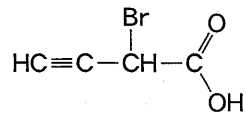
a 胃腸薬

b 解熱鎮痛剤

c 皮膚疾患治療薬

d 抗生剤

5 次の文章を読み、問(1)~(7)に答えよ。構造式の記入例は、以下に示す。



生物由来の有機高分子のうち、古くから衣服などを作る繊維に利用されてきたのは、多糖とタンパク質である。多糖は、^(a)単量体である(①)が共有結合で多数つながった構造をしているが、この結合は特に(②)結合と呼ばれる。一方タンパク質は、単量体である(③)が(④)結合でつながってできた高分子である。繊維として利用される高分子は、いずれも結晶化しやすい。すなわち、分子同士が平行に配列し、それらの間に^(b)引力が働く結果、難溶性の繊維状物質が形成される。そのような繊維原料を溶解させる方法の^(c)開発により、紡績向きではなかった素材から繊維を製造することが可能となった。

天然ゴムは、単量体に相当する(⑤)が(⑥)と呼ばれる重合反応でつながった高分子であり、他の生物由来高分子とは著しく異なった構造上の特徴を持つ。なお(⑤)は天然ゴムの^(d)乾留で生じる分解物であって、実際の原料物質として生物体内に存在するわけではない。天然ゴムと同様の構造的特徴を持った合成高分子には、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、ポリメタクリル酸メチルなどがあるが、^(e)いずれも(⑥)により製造される。

- (1) 下線部(a)について、多糖とタンパク質に該当する繊維の名称をそれぞれ1つずつ答えよ。
- (2) (①)~(⑥)にふさわしい語句を記せ。
- (3) 下線部(b)について、多糖の繊維にあてはまるものを以下のA~Hからすべて選び、記号で答えよ。

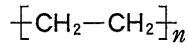
- | | | |
|--------------|----------|--------|
| A ファンデルワールス力 | B 表面張力 | C 斥力 |
| D ジスルフィド結合 | E エーテル結合 | F 水素結合 |
| G 配位結合 | H イオン結合 | |

- (4) 下線部(c)について、再生繊維を製造する際に多糖の繊維原料を溶解する試薬の組み合わせとしてふさわしいものを、以下のア~カからすべて選び、記号で答えよ。

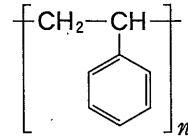
- | | | |
|---|---|---------------------------------------|
| ア NaOH, CuSO ₄ | イ Cu(OH) ₂ , NH ₃ | ウ AgNO ₃ , NH ₃ |
| エ NaOH, (CH ₃ COO) ₂ Pb | オ HNO ₃ , NH ₃ | カ NaOH, CS ₂ |

(5) 下線部(d)について、特に単量体同士の結合の違いに着目して説明せよ。

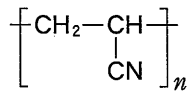
(6) 下線部(e)の4つの物質の構造は以下のとおりである。それぞれに当てはまる説明を、以下のA～Hから1つずつ選び、記号で答えよ。



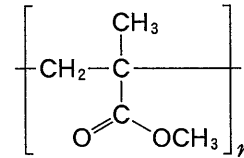
ポリエチレン



ポリスチレン



ポリアクリロニトリル



ポリメタクリル酸メチル

- A 我が国で開発された繊維で、吸湿性があり、漁網などに使われる。
- B 透明度が高く、光ファイバーの材料として使われる。
- C 強度や耐熱性に優れ、安全手袋や防護服などに用いられる。
- D ポリ袋の材料として使われる。
- E 不活性なガス中で高温処理することにより、炭素繊維を与える。
- F 合成ゴム的一种である。
- G カップ麺などの容器の材料として使われ、柑橘類の皮に含まれる成分で溶解する。
- H 導電性を有する。

(7) ポリアクリロニトリルは下記の方法で合成できる。気体の原料(⑦)および単量体(⑧)の構造式を示せ。

