

東海大学医学部 化学

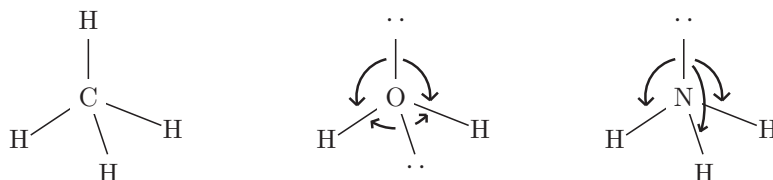
2022年2月2日実施

1

- 問 1 (ア) プルースト (イ) 定比例 (ウ) ゲーリュサック (エ) 気体反応 問 2 F
 問 3 (ア) M (イ) N (ウ) 18 (エ) 32 (オ) 50 問 4 D 問 5 E

解説

- 問 2 (a) 誤り. 陽子, 電子 1 個の電荷 e を電気素量という. α 線は ${}^4_2\text{He}$ の原子核であるから陽子 2 個分に相当する $2e = +1.602 \times 10^{-19} \times 2$ の電荷を持っている.
 (b) 正しい.
 (c) 正しい.
- 問 3 電子殻は内側から順に K 殻, L 殻, M 殻, N 殻, O 殻と呼ばれている. 収容できる最大電子数は内側から順に, $a_n = 2n^2$ ($n = 1, 2, \dots$) で表される数列で与えられる. つまり 2 個, 8 個, 18 個, 32 個, 50 個となっている.
- 問 4 水分子は 2 つの共有電子対と 2 つの非共有電子対, メタン分子は 4 つの共有電子対, アンモニア分子は 3 つの共有電子対と 1 つの非共有電子対を持っている. (本来非共有電子対は価標を用いずに書くのだが, 図では方向がわかるように価標を用いた.)



メタンの 4 つの共有結合は完全に正四面体方向を向いている (H-C-H のなす角度は 109.5°).

それに対してアンモニア分子では, 非共有電子対が共有電子対を強く「押す」ので, H-N-H のなす角は少し小さくなる (106.7°).

水分子では, 2 つの非共有電子対が共有電子対を強く「押す」ので, H-O-H のなす角はさらに小さい (104.5°).

- 問 5 元素 X の単位格子内にはケイ素と同じく 8 個の原子が含まれている. 密度を d , 原子量を M とおくと

$$da^3 = \frac{M}{N_A} \times 8 \implies M = \frac{da^3 N_A}{8} = \frac{5.32 \times (5.67 \times 10^{-8})^3 \times 6.02 \times 10^{23}}{8} = 72.9 \doteq 73$$

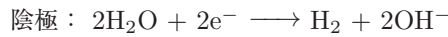
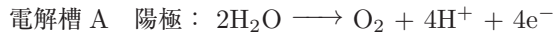
と計算される (原子量からこの元素はゲルマニウム Ge であると推定される).

2

問 1 $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ 問 2 C 問 3 E 問 4 D 問 5 D

解説

問 1 各極での反応は以下の通り.



問 2 各極での反応式より電解槽 A では電子が 1 mol 流れると陽極で $\frac{1}{4}$ mol の酸素が, 陰極で $\frac{1}{2}$ mol の水素が発生するので合計 $\frac{3}{4}$ mol の気体が発生していることがわかる. 発生した気体は標準状態で 705 mL なので, 流れた電気量は $\frac{705}{22400} \times \frac{4}{3} \times 9.65 \times 10^4 = 4049.5... \doteq 4050$ C

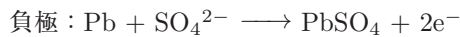
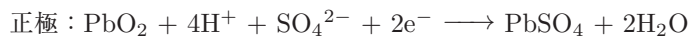
問 3 電解槽 B の陽極で発生した気体は塩素. (a)~(d) はいずれも塩素に関する正しい記述. (e): 塩素酸カリウムに少量の酸化マンガン(IV)を加え加熱することで得られる気体は酸素なので誤り.

問 4 回路全体に流れた電気量は $2.0 \times 90 \times 60 = 10800$ C で, このうち 4050 C が電解槽 A に流れているので, 電解槽 A と並列につながれた電解槽 B には $10800 - 4050 = 6750$ C の電気量が流れていることがわかる. これは電子の物質量 $\frac{6750}{9.65 \times 10^4} = 0.0699... \doteq 0.070$ mol に相当する. 反応式より電子と等量の OH^- が生成しているが, 陽イオン交換膜の存在によりこの OH^- はすべて電解槽 B の陰極側にとどまっているので,

$$[\text{OH}^-] = \frac{0.070}{1.0} = 7.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

となる. よって $\text{pOH} = 2 - \log_{10} 7$, $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12 + \log_{10} 7 = 12.85 \doteq 12.9$

問 5 鉛蓄電池の放電時には,



の反応がおこる. そこで 2 mol の電子が流れると, 正極で 64.1 g, 負極で 96.1 g, 合わせて 160.2 g 質量が増加する. いま回路全体には 10800 C の電気量が流れているので, 電極の質量増を x g とすると

$$\text{e}^- (\text{mol}) : \text{電極の質量増 (g)} = 2 : 160.2 = \frac{10800}{9.65 \times 10^4} : x$$

となる. これを解いて $x = 8.96... \doteq 9.0$ g

3

問 1 D 問 2 C 問 3 D 問 4 (1) F (2) H

解説

	$\text{C}(\text{固})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{気})$	\rightleftharpoons	$\text{H}_2(\text{気})$	+	$\text{CO}(\text{気})$
開始時	0.10		0.10		0		0
	$\downarrow -x$		$\downarrow -x$		$\downarrow +x$		$\downarrow +x$
平衡時	$0.10 - x$		$0.10 - x$		x		x

バランスシートより平衡時の「気体の」合計物質量は $(0.10 + x)$ mol となり, 気体の状態方程式に代入して,

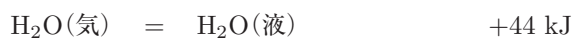
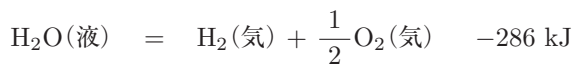
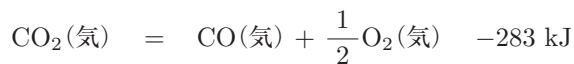
$$1.0 \times 10^5 \times 14.6 = (0.10 + x) \times 8.31 \times 10^3 \times 1000 \iff 0.10 + x = 0.1756... \iff x = 0.0756... \doteq 0.076$$

よって求める割合は, $\frac{0.076}{0.10} = 0.76$ で答は D

問 2 $\frac{x}{0.10 + x} = \frac{0.0756}{0.1756} = 0.430... \doteq 0.43$ で答は C

問3 問2より、それぞれの分圧は、 $P_{H_2} = P_{CO} = 4.3 \times 10^4$ Pa, $P_{H_2O} = 1.0 \times 10^5 - 2 \times 4.3 \times 10^4 = 1.4 \times 10^4$ Pa と求まる。よって、圧平衡定数 K_p は、

$$K_p = \frac{P_{H_2} \cdot P_{CO}}{P_{H_2O}} = \frac{(4.3 \times 10^4)^2}{1.4 \times 10^4} = 1.32... \times 10^5 \doteq 1.3 \times 10^5 \text{ Pa} \text{ で答は D}$$



問5 ルシャトリエの原理で考える。

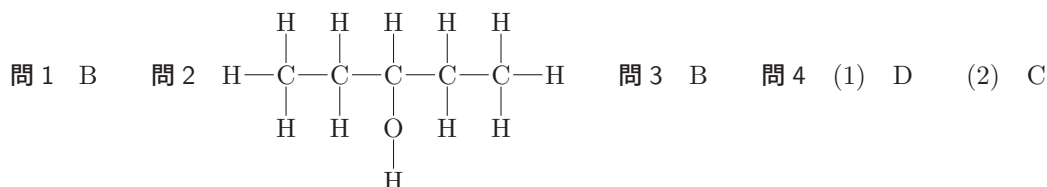
(a) 温度を下げると発熱方向に平衡が移動するので式(i)の反応は左へ移動する。

(b) 圧縮して全圧を上げると気体の総物質量の減少する方向へ平衡が移動するので、式(i)の反応は左へ移動する。

(c) 気体反応に固体を加えても固体の濃度変化がないので平衡は移動しない。

以上より、答は H

4



解説

問1 アセチレンに水を付加させて生成する化合物(ア)はアセトアルデヒドである。

(a) $2CH_2=CH_2 + O_2 \longrightarrow 2CH_3CHO$ の反応によりアセトアルデヒドが生成する。

(b) $CH_2=CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3-CH_3$ の反応によりエタンが生成する。

(c) 二重結合が開裂し、二酸化炭素が生成する。

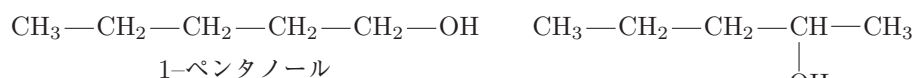
(d) $CH_2=CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH$ の反応によりエタノールが生成する。

(e) $CH_3CH_2OH \longrightarrow CH_2=CH_2 + H_2O$ の反応によりエチレンが生成する。

(f) $2CH_3CH_2OH \longrightarrow CH_3CH_2-O-CH_2CH_3 + H_2O$ の反応によりジエチルエーテルが生成する。

よって当てはまるものは(a)のみの1つである。

問2 分子式 $C_5H_{12}O$ の構造異性体は全部で14種あるが、(a)と(b)より直鎖の炭素骨格を持つアルコールであることから、以下の3つに絞られる。



1-ペンタノール

2-ペンタノール



3-ペンタノール

(c) から化合物 (ウ) は化合物 (イ) の酸化体であることがわかるが、(d) および (e) からこの酸化体がアルデヒド、カルボン酸でないことから化合物 (イ) は第二級アルコールと決まる。また、(f) から化合物 (ウ) にはアセチル基がないことがわかるため、化合物 (イ) は $\text{CH}_3-\text{C}-$ の構造を持たない 3-ペンタノールと決まる。



問 3 それぞれの文章の反応は以下のとおり。

- A. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ のエステル化が進行する。
 B. 反応は進行しない。
 C. $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の加水分解が進行する。
 D. $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ のけん化が進行する。これを中和することで、酢酸とエタノールが生成する。

問 4 (1) それぞれの文章の正誤は以下のとおり。

- (a) 正文。
 (b) 誤文。油脂を構成する脂肪酸として高級飽和脂肪酸を多く含む場合は油脂の分子量が大きくなり、融点が高い油脂となる。したがって、常温で固体のものが多い。
 (c) 正文。油脂を構成する脂肪酸に含まれる二重結合は通常シス型で、多数の不飽和結合をもった高級脂肪酸の炭化水素基は折れ曲がった構造となる。そのような脂肪酸を多く含む油脂の融点は低くなり、常温で液体となる。
 (d) 正文。たとえば油脂 1 g をけん化するのに必要な KOH (式量 56.1) の質量 x [mg] は、油脂の分子量を M とすると、

$$1 : 3 = \frac{1}{M} : \frac{x \times 10^{-3}}{56.1} \iff x = \frac{168300}{M}$$

と表わされ、実験で x (この数値をけん化価という) を測定することで油脂の分子量を評価できる。

- (e) 誤文。どのような油脂も脂肪酸のトリグリセリドとなっており、これを加水分解する際に酸を用いた場合は酸は触媒として働くことになる。

よって、正しい記述は 3 つである。

(2) 油脂の平均の不飽和度を n とすると、油脂とヨウ素とは $1 : n$ で付加反応を起こすことになるため、

$$1 : n = \frac{100}{880} : \frac{104}{254} \iff n = 3.60\dots$$

と求まる。したがって、油脂を構成する脂肪酸の平均不飽和度は $\frac{3.6}{3} = 1.2$ である。

表に与えられた各油脂の平均不飽和度は、不飽和脂肪酸のみに注目して、

- A $1 \times \frac{30}{100} + 2 \times \frac{20}{100} + 3 \times \frac{10}{100} = 1$
 B $1 \times \frac{60}{100} + 2 \times \frac{10}{100} = 0.8$
 C $1 \times \frac{30}{100} + 2 \times \frac{30}{100} + 3 \times \frac{10}{100} = 1.2$
 D $1 \times \frac{40}{100} + 2 \times \frac{20}{100} + 3 \times \frac{20}{100} = 1.4$
 E $1 \times \frac{30}{100} + 2 \times \frac{20}{100} + 3 \times \frac{30}{100} = 1.6$

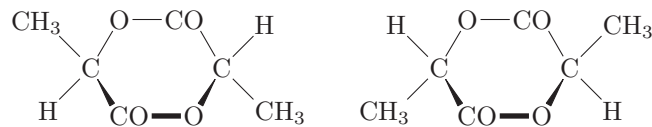
なので、C が最も適切な組成比であると決まる。



解説

問 1 乳酸 2 分子を環状に結合させる。

問 2 ラクチド (ジラクチド) の組み合わせは (L 型, L 型), (D 型, D 型), (L 型, D 型) の 3 種類となる (六員環が点対称なので, (L 型, D 型) と (D 型, L 型) は以下の構造式の通り半回転させると同じ立体構造となる)。



問 3 ポリ乳酸は生分解性プラスチックと呼ばれていて, 生体内や自然環境中で分解される。

問 4 (1) それぞれの文章の正誤は以下のとおり。

(ア) 正文. ホルムアルデヒドは刺激臭のある有毒な気体である。

(イ) 誤文. ホルムアルデヒドはメタノールを酸化すると得られる。エタノールの酸化で得られるのはアセトアルデヒドである。

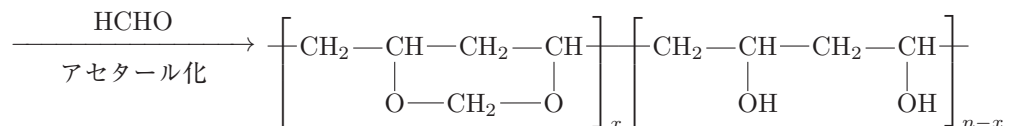
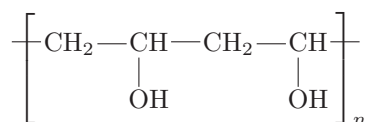
(ウ) 誤文. ホルマリンはホルムアルデヒドの水溶液を指す。

(エ) 正文. ホルムアルデヒドを反応させることでポリビニルアルコールのヒドロキシ基を架橋する反応をアセタール化という。

(オ) 正文. ホルムアルデヒドとポリビニルアルコールとの反応は両者から水分子が取れる脱水縮合反応である。

よって, 正しい記述は 3 つである。

(2) ポリビニルアルコールとホルムアルデヒドからビニロンが出来る反応を次のように考える。



ここで $n = 1.0 \times 10^3$ であり, ビニロンの分子量 $= 100x + 88(1 \times 10^3 - x) = 9.3 \times 10^4$ より

$x = 4.17 \times 10^2$ となる。よって反応したヒドロキシ基は $\frac{4.17 \times 10^2}{1.0 \times 10^3} \times 100 = 41.7\%$

講評

1 [化学史, 原子, 電子, 結晶] (やや易) 化学史や原子の構造に関する小問集合. 基本的なものが多いが, 非共有電子対の結合角に対する影響は初耳かもしれない. 電気素量はファラデー定数をアボガドロ定数で割ったものであるが, α 線はその2倍の電気量を持っている. 原子量の計算も面倒であるが, 「最も近いものを一つ選べばよいので, 適切な選択肢の検討をつけながら計算を進められるとよい.

2 [電気分解・鉛蓄電池] (標準)

電気分解・鉛蓄電池をテーマにした典型的な問題. 問われている内容自体は容易なので, 並列回路であることに注意し各電解槽に流れ込んだ電気量を整理したうえで丁寧に解くことが求められた. 電気分解の問題を解く際には各極の反応式を正確に書くことは必須のため問1は手早く正答したい. 問2は陽極, 陰極の両方から気体が発生しているので見落とさないよう注意したい. 問3は発生する気体が塩素であることを見抜けていたら, あとは知識問題. 問4は電解槽B全体の体積ではなく陽イオン交換膜で仕切られた両側の体積が「それぞれ」1Lであることに注意が必要. 問5は鉛蓄電池の電極の質量増についての基本的な問題.

3 [気体の平衡・圧平衡定数・反応熱] (標準)

深い思考力を問う問題はなかったが数値計算はやや煩雑だったので, 丁寧に計算ができたかどうか. また, 固体の黒鉛の物質量は平衡定数計算や平衡の移動には影響しないことや, 水の蒸発が吸熱反応であることなど注意すべき点は色々あるので, それらを理解できているかどうかで差がついただろう.

4 [酸素を含む有機化合物] (標準)

「いくつあるか」という形式の出題は厄介であるものの, あまり悩む選択肢はなかった. 問3は消去法で解答した受験生が多かっただろう. 差がつくとすれば問4(2)の油脂を構成する脂肪酸の比率計算だろうか. 手が出なかった受験生は油脂の平均の不飽和度という考え方を身につけておこう.

5 [合成高分子に関する問題] (標準)

問1は乳酸2分子を環状に結合させることが出来れば良い. 問2は不斉炭素原子は2つあるものの, 対称構造のため1つが打ち消されることに気づきたい. 問4(2)の計算問題は入試頻出の問題だが, どれだけの受験生が対応出来ただろうか. ここで差がつくだろう.

一題ずつは決して難問ではないものの, 計算量は少なくない. 選択肢問題であるという特性を踏まえて要領よくこなして, 一次合格には75%を狙いたい.

本解答速報の内容に関するお問合せは

医学部進学予備校

メビオ

☎ 0120-146-156 受付 9:00~21:00(土日祝可)
大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋
<https://www.mebio.co.jp/>



友だち追加で**全科目**を閲覧!

LINE 公式アカウント

◀ メビオの友だち登録はこちらから

医学部専門予備校
YMS

☎ 03-3370-0410
<https://yms.ne.jp/>

医学部専門予備校

英進館メビオ 福岡校

☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>