

問1～問29 の解答を，指定された解答欄にマークせよ。

必要があれば，次の数値を用いよ。

原子量：**H=1.0, C=12, O=16, S=32, K=39, Cu=64, Br=80,**

I=127, Pb=207

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

気体定数： **$8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$**

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

セルシウス温度目盛りのゼロ点 **0 °C : 273 K**

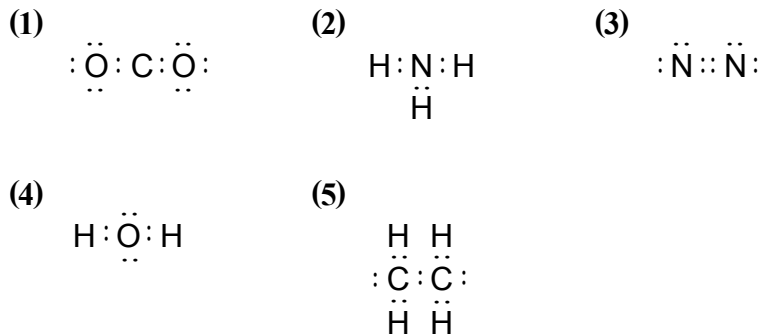
また，文中の気体は，すべて理想気体とみなす。

『余 白』

1

次の問い (問1 ~ 問8) に答えよ。

(40点)

問1 次の電子式のうち、正しいものはどれか。マーク式解答欄 **1****問2** 次の (a) ~ (c) に示した原子の酸化数の大小が、正しく並べられているものはどれか。マーク式解答欄 **2**

- (a) 十酸化四リンのリン原子
- (b) 二酸化窒素の窒素原子
- (c) アルミナのアルミニウム原子

[小 ← 酸化数 → 大]

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (a) | (b) | (c) |
| (2) | (a) | (c) | (b) |
| (3) | (b) | (a) | (c) |
| (4) | (b) | (c) | (a) |
| (5) | (c) | (a) | (b) |
| (6) | (c) | (b) | (a) |

問3 次の (a) ~ (c) に示した水溶液の pH の大小が、正しく並べられているものはどれか。必要ならば、 $\log 1.6 = 0.20$ 、 $\log 2.0 = 0.30$ の値を用いよ。

マーク式解答欄 **3**

- (a) 0.0010 mol/L 硫酸 (電離度 1.0)
- (b) 0.10 mol/L 塩酸を純水で 100 倍に希釈した水溶液 (電離度 1.0)
- (c) 0.10 mol/L 酢酸 (電離度 0.016)

[小 ← pH → 大]

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (a) | (b) | (c) |
| (2) | (a) | (c) | (b) |
| (3) | (b) | (a) | (c) |
| (4) | (b) | (c) | (a) |
| (5) | (c) | (a) | (b) |
| (6) | (c) | (b) | (a) |

『余 白』

問4 分子式 $C_4H_8O_2$ で表されるすべてのエステルを加水分解して生成するすべての化合物のうち、銀鏡反応を示す化合物の数 **(A)** およびヨードホルム反応を示す化合物の数 **(B)** について正しい組み合わせはどれか。ただし、光学異性体が存在する場合は、互いに異なる化合物と数える。

マーク式解答欄 **4**

	(A)	(B)		
(1)	0	1		
(2)	0	2		
(3)	1	0		
(4)	1	1		
(5)	1	2		
(6)	2	0		
(7)	2	1		
(8)	2	2		

問5 エタンの生成熱 $[kJ/mol]$ はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、 $H-H$, $C-H$, $C-C$ の結合エネルギーを、それぞれ $436 kJ/mol$, $415 kJ/mol$, $334 kJ/mol$ とし、黒鉛の昇華熱を $715 kJ/mol$ とする。

マーク式解答欄 **5**

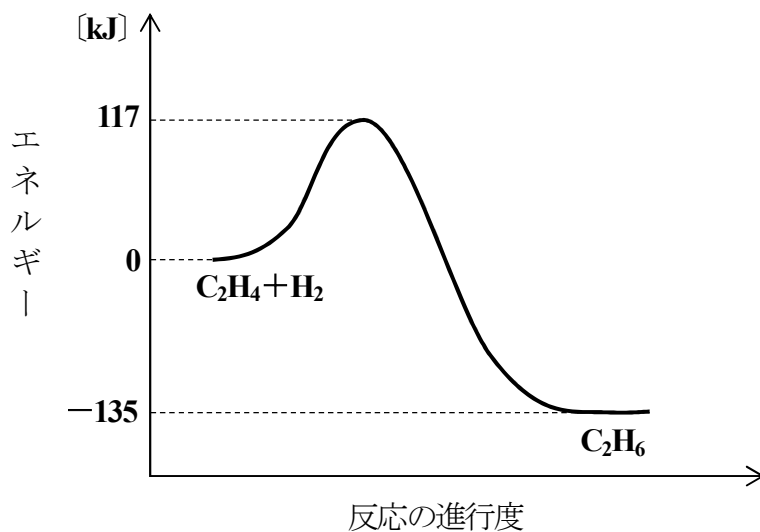
(1) -2946	(2) -1516	(3) -420	(4) -86
(5) 86	(6) 420	(7) 1516	(8) 2946

『余 白』

下書き用紙

問6 下図は、気体 C_2H_4 1 mol と気体 H_2 1 mol から気体 C_2H_6 1 mol が生成する反応の進行度とエネルギーに関するグラフである。この反応の反応熱と活性化エネルギーについて、正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 6



	反応熱 [kJ/mol]	活性化エネルギー [kJ/mol]
(1)	-135	117
(2)	-135	252
(3)	117	135
(4)	117	252
(5)	135	117
(6)	135	252
(7)	252	117
(8)	252	135

『余 白』

問7 鉄に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 7

- (a) 鉄は濃硝酸と反応し、水素を発生して溶ける。
- (b) 鉄の酸化物には、赤褐色の Fe_3O_4 や黒色の Fe_2O_3 などがある。
- (c) Fe^{2+} を含む酸性水溶液に硫化水素を通じると、黒色沈殿が生じる。
- (d) Fe^{3+} を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色沈殿が生じる。

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a), (b)] | (6) [(a), (c)] |
| (7) [(a), (d)] | (8) [(b), (c)] | (9) [(b), (d)] |
| (10) [(c), (d)] | | |

問8 化合物と官能基に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 8

- (a) クレゾールとグルコースは、どちらもヒドロキシ基をもつ。
- (b) ホルムアルデヒドとアセトンは、どちらもカルボニル基をもつ。
- (c) 酢酸エチルとシュウ酸は、どちらもカルボキシ(ル)基をもつ。
- (d) アニリンとグリシンは、どちらもアミノ基をもつ。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

2

気体に関する次の記述を読んで、問い（問9～問10）に答えよ。

（10点）

気体A～Dは、下記の〔I群〕に示した気体のいずれかである。

また、本文中の「反応させる」には、必要に応じて加熱操作が含まれることがある。

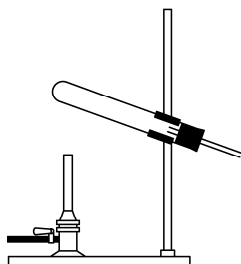
- 1 ギ酸に炭酸水素ナトリウムを加えて反応させると、気体Aが発生する。
- 2 (1) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して反応させると、気体Bが発生する。
- 3 気体Bに気体Cの水溶液をつけたガラス棒を近づけると、白煙を生じる。
- 4 気体Cの水溶液をさらし粉に加えて反応させると、気体Dが発生する。

〔I群〕

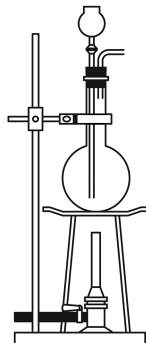
H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 , CO , CO_2 , HCl , CH_4 , NH_3

〔II群〕 発生装置

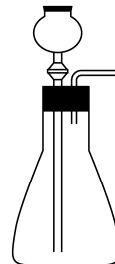
(イ)



(ロ)



(ハ)



〔余 白〕

問9 下線(i)で示した気体Bの発生装置と捕集方法について、正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 9

[発生装置 ([II群] から選ぶ)		捕集方法]
(1)	(イ)	水上置換
(2)	(イ)	上方置換
(3)	(イ)	下方置換
(4)	(ロ)	水上置換
(5)	(ロ)	上方置換
(6)	(ロ)	下方置換
(7)	(ハ)	水上置換
(8)	(ハ)	上方置換
(9)	(ハ)	下方置換

問10 気体A～Dに関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 10

- (a) 気体Aは、空気より軽い。
- (b) 気体Bは、水で湿らせた赤色リトマス紙を青色に変色する。
- (c) 気体Cは、17族元素の水素化合物である。
- (d) 気体Dをヨウ化カリウム水溶液に通じると、ヨウ素が生じる。

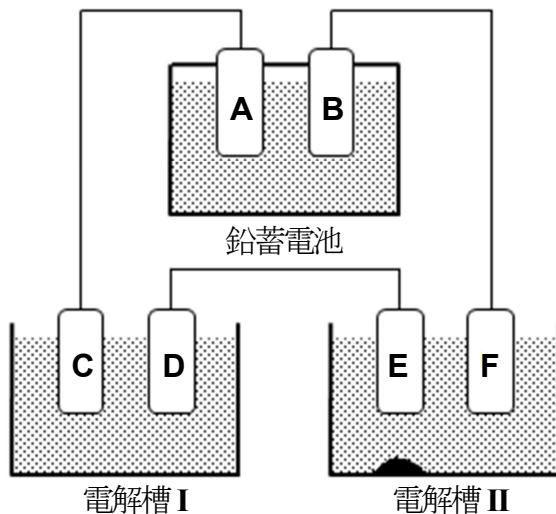
- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

3

次の記述を読んで、問い（問11～問15）に答えよ。（26点）

電気分解では、電池の正極につながっている電極を〔ア〕極、負極につながっている電極を〔イ〕極という。〔ア〕極では〔ウ〕反応が起こり、〔イ〕極では〔エ〕反応が起こる。電池の正極では〔オ〕反応が起こり、負極では〔カ〕反応が起こる。

電源に鉛蓄電池（電極Aは酸化鉛(IV)、電極Bは鉛）を用い、電解槽Ⅰおよび電解槽Ⅱを下図のように直列につないだ。電解槽Ⅰの電極CとDはいずれも白金であり、電解液は硝酸銀水溶液である。一方、電解槽Ⅱの電極Eは銀を含む粗銅、電極Fは純粋な銅であり、電解液は硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液である。この装置により、ある時間電気分解を行ったところ、鉛蓄電池の正極の質量が1.6g増加し、電極Eの下に銀の沈殿が生じていた。流れた電流はすべて電気分解に使用されたものとする。



『余 白』

問11 [ア]～[カ]にあてはまる語句として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 11

	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]	[オ]	[カ]
(1)	陽	陰	酸化	還元	酸化	還元
(2)	陽	陰	酸化	還元	還元	酸化
(3)	陽	陰	還元	酸化	酸化	還元
(4)	陽	陰	還元	酸化	還元	酸化
(5)	陰	陽	酸化	還元	酸化	還元
(6)	陰	陽	酸化	還元	還元	酸化
(7)	陰	陽	還元	酸化	酸化	還元
(8)	陰	陽	還元	酸化	還元	酸化

問12 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 12

- (a) 鉛蓄電池は一次電池である。
- (b) 鉛蓄電池の電極Aは正極である。
- (c) 電気分解により、電極Dの表面に銀が析出する。
- (d) 電気分解により、電極Fから水素が発生する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

『余 白』

問13 電解槽Ⅱに流れた電気量 [C] はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 13

- (1) 1.2×10^3 (2) 2.4×10^3 (3) 3.6×10^3 (4) 4.8×10^3
(5) 6.0×10^3 (6) 7.2×10^3 (7) 8.4×10^3 (8) 9.7×10^3

問14 電極Cで発生した気体の体積 [mL] は標準状態においていくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 14

- (1) 140 (2) 280 (3) 420 (4) 560
(5) 700 (6) 840 (7) 980 (8) 1120

問15 鉛蓄電池の電解質水溶液の質量 [g] はいくら減少するか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 15

- (1) 0.40 (2) 0.60 (3) 0.80 (4) 0.98
(5) 2.0 (6) 3.2 (7) 4.0 (8) 6.4

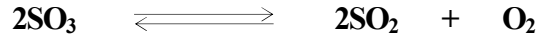
『余 白』

下書き用紙

4

次の記述を読んで、問い（問16～問19）に答えよ。（22点）

SO_3 , SO_2 , O_2 の気体は、密閉容器中で下記の反応式に従い平衡状態となる。



問16 自由に容積を変化させることのできる密閉容器に SO_3 を 2.00 mol 入れ、容積を 40.0 L 、温度を 427°C に固定すると、容器内の圧力（全圧）は、 $3.32 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。このとき、容器内に存在する SO_3 , SO_2 , O_2 の混合気体の物質量の総和〔mol〕はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 16

- | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| (1) $\frac{9}{5}$ | (2) 2 | (3) $\frac{7}{3}$ | (4) $\frac{9}{4}$ |
| (5) $\frac{16}{7}$ | (6) $\frac{5}{2}$ | (7) $\frac{8}{3}$ | (8) 3 |

『余 白』

問17 温度が一定の場合、平衡状態の SO_3 , SO_2 , O_2 の分圧 [Pa] から計算される圧平衡定数 K_p [Pa] は一定値を示す。ここで、容器内の全圧を P [Pa] とし、 a , b , c をそれぞれ SO_3 , SO_2 , O_2 のモル分率としたとき、圧平衡定数 K_p [Pa] を表す式として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 17

(1) $\frac{(b+c)^2}{a^2} \times P$ (2) $\frac{a^2}{(b+c)^2} \times P$ (3) $\frac{2b+c}{2a} \times P$

(4) $\frac{2a}{2b+c} \times P$ (5) $\frac{b^2c}{a^2} \times P$ (6) $\frac{a^2}{b^2c} \times P$

(7) $\frac{bc}{a} \times P$ (8) $\frac{a}{bc} \times P$

問18 問16 における K_p [Pa] はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 18

(1) 6.64×10^3 (2) 1.66×10^4 (3) 1.20×10^5 (4) 1.66×10^5
 (5) 6.64×10^5 (6) 9.68×10^5 (7) 6.64×10^6 (8) 1.66×10^7

『余 白』

問19 温度を 427°C に保ったまま、**問16**の密閉容器の容積を変えたところ、 SO_3 の分圧が SO_2 の分圧に等しくなった。このときの容器内の全圧 P [Pa] はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 19

- (1) 3.32×10^4 (2) 5.31×10^4 (3) 8.30×10^4 (4) 1.32×10^5
(5) 8.30×10^5 (6) 1.33×10^6 (7) 2.19×10^6 (8) 3.32×10^6

『余 白』

5

次の記述を読んで、問い（問20～問21）に答えよ。（11点）

けん化価は、1gの油脂をけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量〔mg〕と定義される。またヨウ素価は、100gの油脂に付加するヨウ素の質量〔g〕と定義される。したがって、けん化価が大きい油脂には〔ア〕脂肪酸が多く含まれ、ヨウ素価が大きい油脂には〔イ〕脂肪酸が多く含まれる。

問20 〔ア〕と〔イ〕にあてはまる語句として、正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 20

〔ア〕

〔イ〕

- | | |
|----------------|------------|
| (1) 炭素数の多い | 二重結合の数の多い |
| (2) 炭素数の多い | 二重結合の数の少ない |
| (3) 炭素数の少ない | 二重結合の数の多い |
| (4) 炭素数の少ない | 二重結合の数の少ない |
| (5) 二重結合の数の多い | 炭素数の多い |
| (6) 二重結合の数の多い | 炭素数の少ない |
| (7) 二重結合の数の少ない | 炭素数の多い |
| (8) 二重結合の数の少ない | 炭素数の少ない |

問21 示性式 $C_{17}H_{33}COOH$ で表される脂肪酸のみで構成される油脂のけん化価はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 21

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 60 | (2) 63 | (3) 66 | (4) 157 |
| (5) 180 | (6) 190 | (7) 199 | (8) 210 |

『余 白』

6

次の記述を読んで、問い（問22～問23）に答えよ。（10点）

Zn^{2+} イオンの濃度が 0.020 mol/L の水溶液 100 mL と、 Cd^{2+} イオンの濃度が 0.020 mol/L の水溶液 100 mL を混合した。この混合溶液をある pH に調整し、飽和するまで H_2S を通じたところ、溶液中の H_2S の濃度は 0.10 mol/L となった。このとき、混合溶液中には (i) 一種類の硫化物のみが沈殿していた。

ただし、混合溶液の温度は常に $25 \text{ }^\circ\text{C}$ で一定であり、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ における ZnS および CdS の溶解度積は、それぞれ $2.1 \times 10^{-18} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、 $2.1 \times 10^{-20} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。

問22 下線部 (i) の硫化物の沈殿の化学式とその色に関して、正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 22

[化学式 色]

- | | | |
|-----|--------------|---|
| (1) | ZnS | 白 |
| (2) | ZnS | 黒 |
| (3) | ZnS | 黄 |
| (4) | CdS | 白 |
| (5) | CdS | 黒 |
| (6) | CdS | 黄 |

問23 水溶液中の H_2S の電離に関して、式(1)のような電離平衡が成り立ち、この反応の電離定数は $25 \text{ }^\circ\text{C}$ で $1.0 \times 10^{-21} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ である。



次の (1)～(6) の pH のうち、下線部 (i) のように一種類の硫化物のみが沈殿する混合溶液の pH はどれか。ただし、溶液の混合や pH の調整による体積変化はないものとし、通じた H_2S の電離による混合溶液の水素イオン濃度への影響もないものとする。

マーク式解答欄 23

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 1.0 | (2) | 2.0 | (3) | 3.0 |
| (4) | 4.0 | (5) | 5.0 | (6) | 6.0 |

下書き用紙

問25 化合物 A ~ E に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 25

- (a) A と C は、いずれも水に溶解して強い塩基性を示す。
- (b) B は、水とよく混ざりあう。
- (c) D は、臭素水の赤褐色を脱色する。
- (d) E は、酢酸カルシウムを熱分解（乾留）することによっても生成する。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

問26 反応 (ア) ~ (オ) に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 26

- (a) 反応 (ア) と反応 (エ) は、いずれもベンゼン環への付加反応である。
- (b) 反応 (イ) は、中和反応である。
- (c) 反応 (ウ) は、アルカリ融解とよばれる。
- (d) 反応 (オ) では、二酸化炭素と水のかわりに炭酸水素ナトリウム水溶液を用いることができる。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

8

ゴムに関する次の記述を読んで、問い（問27～問29）に答えよ。

（16点）

天然ゴムの主成分は、イソプレンが〔ア〕したポリイソプレンであり、構造単位内に二重結合をもっている。天然ゴムに硫黄を数%加えて加熱すると、ゴム分子のところどころに〔イ〕構造が生じて、ゴムの弾性、強度、耐久性などが向上した弾性ゴムになる。このような操作を〔ウ〕という。

合成ゴムは、イソプレンに似た分子構造をもつ単量体を、触媒を用いて〔ア〕させることにより得られる。優れた性質をもたせるために、2種類以上の単量体を共重合させてつくられる合成ゴムも多い。たとえば、スチレン-ブタジエンゴム（SBR）はスチレンと1,3-ブタジエンからつくられる。

問27 上記の文章中の〔ア〕～〔ウ〕にあてはまる語句として正しい組み合わせはどれか。

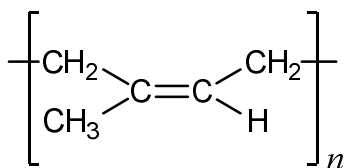
マーク式解答欄 27

	〔ア〕	〔イ〕	〔ウ〕
(1)	付加重合	架橋	スルホン化
(2)	付加重合	架橋	加硫
(3)	付加重合	平面	スルホン化
(4)	付加重合	平面	加硫
(5)	縮合重合	架橋	スルホン化
(6)	縮合重合	架橋	加硫
(7)	縮合重合	平面	スルホン化
(8)	縮合重合	平面	加硫

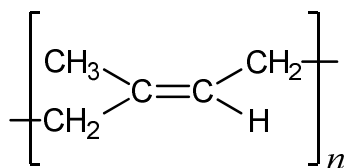
『余 白』

問28 天然ゴムの主成分の構造は、下図の (1) ~ (6) に示される構造式のどれか。

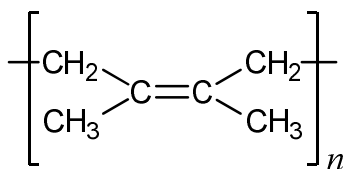
マーク式解答欄 28



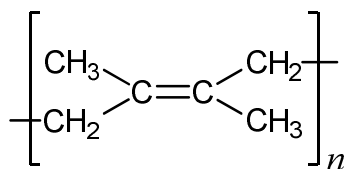
(1)



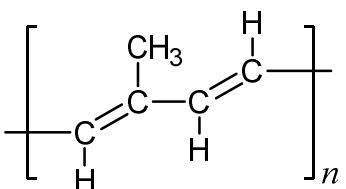
(2)



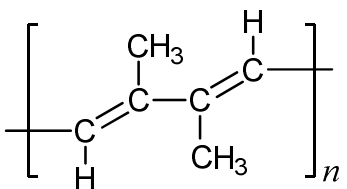
(3)



(4)



(5)



(6)

(n は繰り返し単位の数である)

問29 スチレンと1,3-ブタジエンが1 : x の物質量の比で共重合したSBRがある。このSBR 8.0 g に対して、ベンゼン環以外の不飽和結合を完全に飽和するために、標準状態で1.12 Lの水素を要した。 x の値はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 29

(1) 0.1

(2) 0.5

(3) 1

(4) 4

(5) 5

(6) 6

(7) 7

(8) 8

『以上』