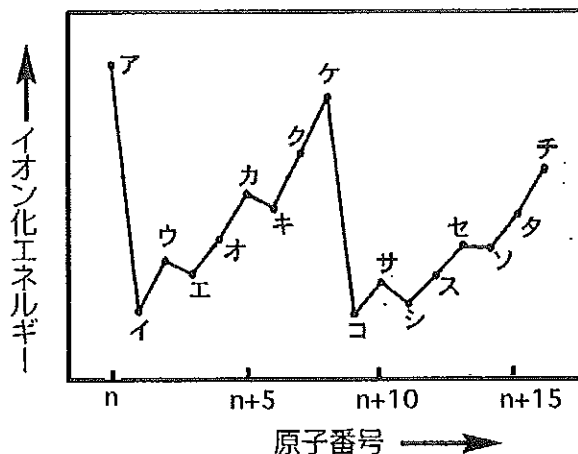


化 学

問題1 次の各問いに答えよ。ただし、問1～問9の答はすべてマークシート式解答用紙の1～9のマーク欄の該当する箇所をマークせよ。

問1 次図はある原子番号 n から $n+16$ までの典型元素ア～チについて、原子番号とイオン化エネルギーの関係を示したものである。この中で最も多い価電子をもつ元素の組み合わせとして正しいものはどれか。

- a ケ、チ b イ、コ c ウ、サ d ク、タ e ア、ケ、チ



問2 質量パーセント濃度が98%の濃硫酸(密度 1.84g/cm^3)を水で希釈して、 0.50 mol/l の希硫酸 1.0 l を作りたい。必要な濃硫酸の量 (ml)として最も近似した値を選べ。

- a 9.0 b 16 c 25 d 27 e 29

問3 25°C で酢酸 0.30 g を水に溶かして全量を 0.50 l としたところ、この酢酸水溶液の電離度は 0.050 であった。この水溶液の pHはいくつか。最も近似した値を選べ。必要ならば $\log 2 = 0.30$ を用いよ。

- a 2.0 b 2.7 c 3.3 d 3.7 e 4.3

問4 カルシウムの化合物に関する次の記述のうち、誤っているものを1つ選べ。

- a 酸化カルシウムは乾燥剤として利用される。
- b 炭化カルシウムが水と反応して生成する化合物のうちの一つは、一般式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ で表せる。
- c 炭酸カルシウムは炭酸水に溶ける。
- d 硫酸カルシウムの一水和物はセッコウと呼ばれる。
- e 硫酸カルシウムの $1/2$ 水和物は医療用ギプスに用いられる。

問5 下記の文中の空欄【ア】～【エ】にあてはまる語句や記号の組み合わせとして正しいものはどれか。該当する番号の組み合わせを表のa～eから選べ。

濃度の異なる硝酸銀水溶液を2つの容器に入れ、これにそれぞれ銀の電極A、Bを入れて結線した。溶液間は塩橋(KClの濃厚溶液を寒天などで固めたもの)を入れて電氣的に接続した。A極側の硝酸銀水溶液の濃度は0.1 mol/l、B極側は1 mol/lである。このとき、正極となるのは、【ア】であり、そこでは【イ】反応が起きており、【ウ】が電子を【エ】。

- ア ① A ② B
 イ ① 酸化 ② 還元
 ウ ① 銀 ② 銀イオン
 エ ① 受け取っている ② 放出している

	ア	イ	ウ	エ
a	①	①	①	②
b	②	①	②	①
c	②	②	②	①
d	①	②	②	①
e	②	①	①	②

問6 下記の文中の空欄【ア】～【オ】にあてはまる語句や記号の組み合わせとして正しいものはどれか。該当する番号の組み合わせを表のa～eから選べ。

でんぷんは、【ア】-グルコースが多数結合した高分子化合物で、直鎖状につながった構造の【イ】と枝分かれ構造のある【ウ】の混合物である。でんぷんはヒトの体内では消化酵素によって加水分解され、【エ】を経て最終的にはグルコースになり、生命活動のエネルギー源として利用される。でんぷんに【オ】を加えて加熱しても加水分解されて最終的にはグルコースになる。

- ア ① α ② β
 イ ① アミロペクチン ② アミロース
 ウ ① アミロペクチン ② アミロース
 エ ① マルトース ② スクロース
 オ ① NaOH水溶液 ② 希硫酸

	ア	イ	ウ	エ	オ
a	①	②	①	①	②
b	①	②	①	②	②
c	①	②	①	②	①
d	②	①	②	①	②
e	②	②	①	②	①

問7 エーテルについての次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ア エーテルはアルコールのヒドロキシ基の水素原子を炭化水素基で置換した構造をもつ化合物である。
 イ エーテルは同じ分子式をもつ一価アルコールと構造異性体の関係にある。
 ウ エーテルはすべて常温では液体で、引火しやすい。
 エ エタノールに濃硫酸を加えて加熱したとき、脱水縮合反応が起こればジエチルエーテルを生成する。
 オ エーテルの構造上の特徴は分子中にカルボニル基を有することである。

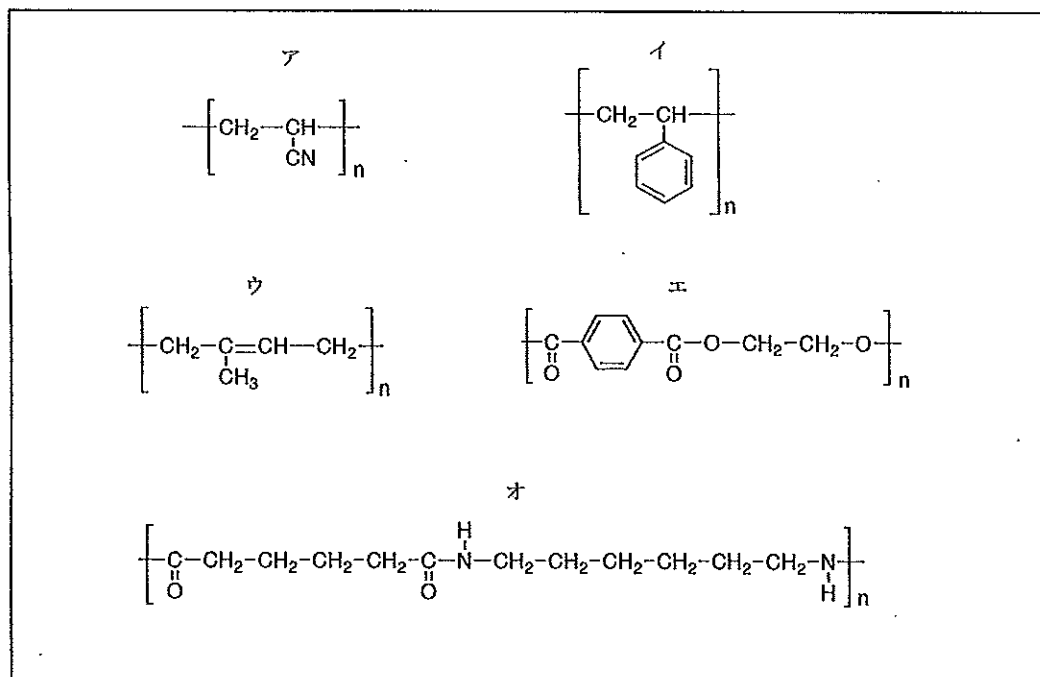
- a アとイ b イのみ c ウとオ d エのみ e イとオ

問8 実験上の注意に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ア 塩素は有毒な気体で、皮膚や粘膜を侵すので排気装置のある場所（ドラフト）で使用する。
- イ 水酸化ナトリウムの濃厚水溶液はガラス製試薬ビンに入れ、ガラス製の栓をして保存する。
- ウ 希硫酸をつくるときは、かき混ぜながら水に濃硫酸を少しずつ注ぐ。
- エ 50%エタノール水溶液 100 ml を作るには、無水エタノール 50.0 ml に、温度を一定に保ちながら水 50.0 ml を加えて混合する。
- オ リービッチ冷却器に通す冷却水は、下方から上方へ流す。
- a イのみ b イとエ c アとオ d ウとエ e オのみ

問9 化合物①～⑧のうち、下記の高分子化合物ア～オをすべて合成するために、必要ではない化合物の組み合わせはどれか。

- ①アジピン酸 ②イソプレン ③アクリロニトリル ④エチレングリコール
⑤スチレン ⑥メラミン ⑦テレフタル酸 ⑧ブタジエン



- a ①と② b ③と⑤ c ④と⑥ d ⑤と⑦ e ⑥と⑧

問題II 下記の説明を読み、以下の問いに答えよ。ただし、問10～問14の答はすべてマークシート式解答用紙の10～14のマーク欄の該当する箇所をマークせよ。

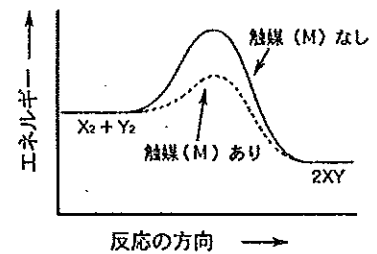
2原子分子 X_2 (気)と2原子分子 Y_2 (気)から分子 XY (気)が生じる反応は(式1)で示される可逆反応である。



(I) この反応の正反応では、 X_2 の濃度を変えずに Y_2 の濃度を2倍にするとその反応速度 v_1 は2倍になり、 Y_2 の濃度を変えずに X_2 の濃度を3倍にすると v_1 は3倍になる。また逆反応では、 XY の濃度を2倍、3倍に増やすと反応速度 v_2 は4倍、9倍に増加する。

また、この反応の進行に伴うエネルギーの変化は、触媒(M)が存在する場合と存在しない場合で、図1のように表わされる。

図1



問10 この反応の正反応の速度 v_1 および逆反応の速度 v_2 と、反応に関与する物質の濃度との関係を、それぞれ反応速度式で表すと、(式2)および(式3)のようになる。ただし、 k_1 、 k_2 は比例定数を表す。(ア) (イ)にあてはまる組み合わせとして正しいものはどれか。表のa～eから選べ。

$$v_1 = k_1 (\text{ア}) \text{ --- (式2)}$$

$$v_2 = k_2 (\text{イ}) \text{ --- (式3)}$$

	ア	イ
a	$[X_2][Y_2]$	$[XY]$
b	$[X_2][Y_2]$	$2[XY]$
c	$[X_2][Y_2]$	$[XY]^2$
d	$\frac{[X_2][Y_2]}{2[XY]}$	$\frac{2[XY]}{[X_2][Y_2]}$
e	$[X_2]$	$[XY]$

問11 (式1)の反応を種々の条件で行なった結果のグラフを、右ページの図2に示してある。

- ・A群：一定圧力で、種々に温度を変えて反応を行なったときの、それぞれの平衡状態における「温度と XY 生成量との関係」
- ・B群：一定温度で、種々に圧力を変えて反応を行なったときの、それぞれの平衡状態における「圧力と XY 生成量との関係」
- ・C群：一定温度、一定圧力で反応を行なった時の「時間経過と XY 生成量との関係」に与える、触媒(M)の添加の影響。実線は触媒(M)なし、点線は触媒(M)あり、を示す。

A, B, C群のグラフ①～③よりそれぞれ正しい図を選び、その番号の組み合わせをa～eから選べ。ただし、番号はA, B, C群の順に並べてある。

a ①, ①, ① b ①, ②, ③ c ②, ③, ② d ③, ②, ① e ③, ③, ②

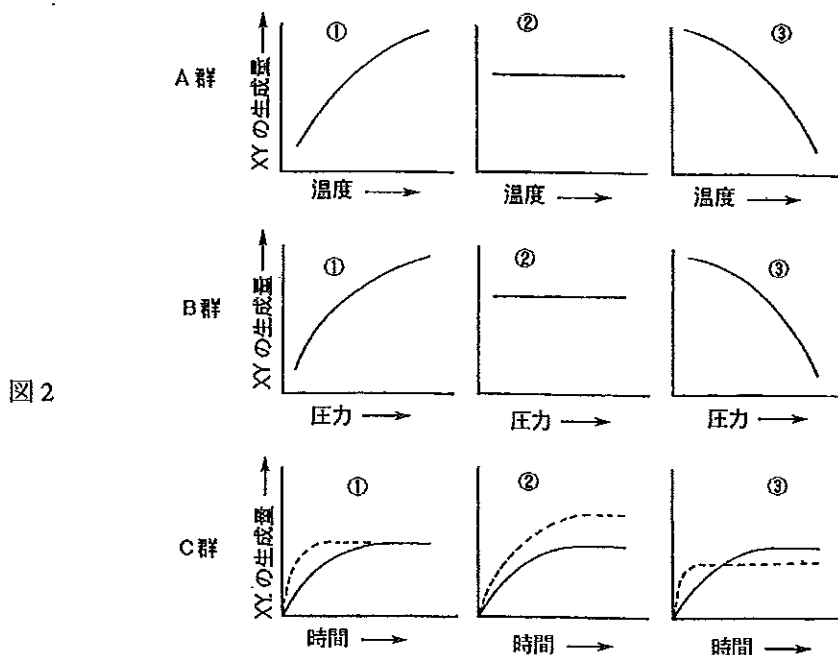


図2

(2) 容積一定の密閉容器に、それぞれ 0.5 mol の X_2 と Y_2 を入れ、一定温度で (式 1) の反応を行った。図 3 には X_2 , Y_2 , XY の物質量の経時変化を示した。図 4 の実線は、この時の正反応の速さが時間と共に変化する様子を示している。

図3

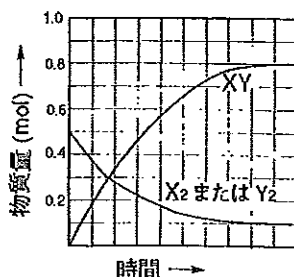
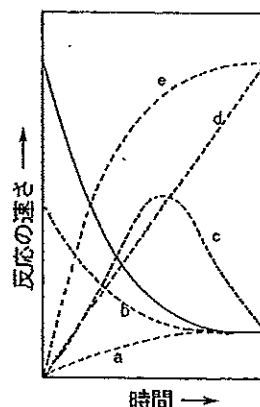


図4



問 12 この反応の平衡定数の値に最も近似しているものを選び、記号で答えよ。

- a 6×10^3 b 12×10^3 c 8 d 16 e 64

問 13 この反応の逆反応の速さは時間と共にどのように変化するか。その様子を示す曲線として最も適切なものを図 4 の破線 a~e の中から一つ選び、記号で答えよ。

問 14 反応に用いる X_2 と Y_2 の物質量を、それぞれ 0.25 mol として同様の反応を行った。このときの反応開始直後の正反応の速さは、元の条件での速さに比べ【あ】。また、この反応条件での平衡状態における XY の物質量は、元の条件での平衡状態における物質量に比べ【い】。

【あ】【い】にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。

表の a~e から選べ。

- ① 1/4 倍になる ② 1/2 倍になる ③ 変化しない
 ④ 2 倍になる ⑤ 4 倍になる

	あ	い
a	①	②
b	①	③
c	②	③
d	②	④
e	④	⑤

問題Ⅲ ヒトの動脈血中にはどのくらいの量の気体が溶け込んでいるのかを計算してみよう。計算のため、下記のように①～④の条件を設定する。

- ① ヒトの体温は 37°C とする。ヒトの肺では、肺胞が血管と接していて、血液への肺胞中の気体の溶解は平衡に達している。このとき「動脈血中に溶け込んでいる気体の分圧は、肺胞中の気体の分圧に等しい」と定義すると、ヒトの動脈血中の気体の分圧は (表 1) に示す値となる。
- ② 血液への気体の溶解はすべてヘンリーの法則に従うものとし、それぞれの気体の溶解には、他の気体は影響しないものとする。
- ③ 大気圧における、 37°C の水 1.0 ℓ に溶ける各気体の溶解度を (表 2) に示す。ここでは血液に対する気体の溶解度は、水に対する溶解度と等しいものとし、血液の密度は 1.0 g/cm^3 とする。
- ④ ヒトの血液中に存在している酸素量は、酸素の溶解度にしたがって溶解している量と、血液中のヘモグロビンに結合して溶解している量の合計である。血液中のヘモグロビン分子には、酸素が結合しているヘモグロビン (HbO_2 と略記) と結合していないヘモグロビン (Hb と略記) があり、総ヘモグロビン分子数に占める HbO_2 の割合は、(表 3) に示すように血液中の酸素分圧によって変わる。ここでは、 HbO_2 の 1 g に結合している酸素量は、標準状態に換算すると 1.3 ml であるとする。なお、 Hb の HbO_2 への変化による分子量の増大は無視できるものとする。

(表 1) 大気圧、 37°C におけるヒトの動脈血中の気体の分圧

酸素分圧	$0.13 \times 10^5 \text{ Pa}$
二酸化炭素分圧	$0.05 \times 10^5 \text{ Pa}$
水蒸気圧	$0.06 \times 10^5 \text{ Pa}$
窒素分圧	$0.76 \times 10^5 \text{ Pa}$

(表 2) 気体の溶解度 : 37°C において、気体の圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときの、水 1.0 ℓ に溶ける各気体の体積(ℓ)をそれぞれ標準状態に換算した値

酸素	窒素	二酸化炭素
0.024	0.012	0.570

(表 3) ヒトの血液中の酸素分圧と、 HbO_2 の総ヘモグロビンに占める割合

酸素分圧 ($\times 10^5 \text{ Pa}$)	HbO_2 の割合 (%)
0.052	75
0.078	89
0.104	94
0.130	98

左ページの記述をもとに、以下の問いに答えよ。解答はすべて記述用解答用紙の所定の位置に書き込むこと。

問 1 大気圧の下で、ヒトの動脈血 1.0 l 中に溶解している二酸化炭素の標準状態における体積 (ml) に最も近似している値を選び、ア～オの記号で答えよ。

ア 0.029 イ 0.57 ウ 5.70 エ 28.5 オ 74.1

問 2 ある人の総ヘモグロビンの血中濃度が 15 g/100 ml であるとき、(1)～(3)に答えよ。

(1) 大気圧の下における、この人の動脈血中の HbO_2 濃度 (g /100 ml) に最も近似している値を選び、ア～オの記号で答えよ。

ア 0.36 イ 1.95 ウ 11.5 エ 13.5 オ 14.7

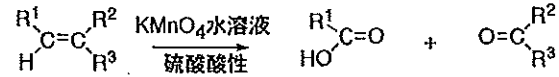
(2) 大気圧の下における、この人の動脈血 1 l 中の酸素の全量 (ml) を標準状態に換算した値を求めるための式を書け。計算はしなくてよい。

(3) ある高地では大気圧が $0.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ である。この高地における、この人の動脈血 1 l 中の酸素の全量 (ml) を標準状態に換算した値に最も近似しているものを選び、ア～オの記号で答えよ。

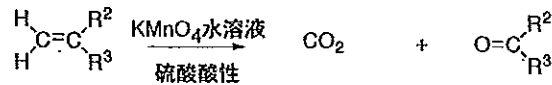
ア 14.6 イ 15.8 ウ 80.0 エ 146.0 オ 147.5

問題Ⅳ 化合物A～Dはいずれも分子式 C_6H_{12} で表されるアルケンで、化合物A, B, Dにはそれぞれ幾何異性体が存在する。①②の説明を読み、以下の問いに答えよ。解答はすべて記述用解答用紙の所定の位置に書き込むこと。

①一般に、アルケンを硫酸酸性の $KMnO_4$ 水溶液中で加熱すると、二重結合が開裂してケトンまたはカルボン酸あるいは二酸化炭素が生ずる（下図を参照。 $R^1 \sim R^3$ はアルキル基を表す）。



$R^1=H$ の時



$R^1 \sim R^3$ はアルキル基を表す

化合物A, B, C, Dそれぞれをこの方法で処理したところ、いずれからも二酸化炭素は得られず、得られた生成物は合計で5種類であった。このうち、化合物Aからは酢酸とケトンEが生成した。化合物Bからは化合物Fのみが得られた。また、化合物Cからは、化合物Bから得られた化合物FのほかにもケトンGが生成した。

②化合物A, B, C, Dそれぞれに白金やニッケルの触媒を用いて水素を作用させたところ、Aからは化合物Hが、Bからは化合物Iが、CとDからは化合物Jが生成した。

- 問1 上記の①で得られた5種類の化合物のうちで、ヨードホルム反応陽性のものがあれば、その構造式をすべて書け。もし、ない場合には、「なし」と書け。
- 問2 上記の①で得られた5種類の化合物のうち、カルボキシル基を有する化合物は何種類か。
- 問3 化合物Iの名称を書け。
- 問4 化合物Hの構造式を書け。
- 問5 上記①の方法で、化合物Dを処理したとき生成する有機化合物の構造式をすべて書け。

問題V 下記の文を読み、以下の問いに答えよ。解答はすべて記述用解答用紙の所定の位置に書き込むこと。

- (1) 油脂は、植物・動物細胞中に多く含まれる栄養素の1つで、グリセリン1分子と高級脂肪酸3分子が【ア】結合した化合物である。常温で固体の油脂を【イ】、液体のものを【ウ】という。また、空気中に放置したとき、固化しやすい【ウ】を【エ】、固化しないものを【オ】という。これらの性質は、油脂を構成する脂肪酸の構造に起因する。

問1 上の文中の空欄【ア】～【オ】に最も適した語句を記入せよ。

- (2) (表1)には天然の油脂を構成する6種類の脂肪酸と融点を、(表2)には4種類の仮定の油脂(A～D)とそれぞれの油脂を構成する各脂肪酸の物質量(mol)の割合を%で示した。

(表1) 天然の油脂を構成する脂肪酸と融点

<脂肪酸の名称>	<示性式>	<融点(°C)>
① ラウリン酸	$C_{11}H_{23}COOH$	44
② リノレン酸	$C_{17}H_{29}COOH$	-11
③ パルミチン酸	$C_{15}H_{31}COOH$	63
④ オレイン酸	$C_{17}H_{33}COOH$	13
⑤ ステアリン酸	$C_{17}H_{35}COOH$	71
⑥ リノール酸	$C_{17}H_{31}COOH$	-5

(表2) 仮定の油脂A～D中の構成脂肪酸の割合(%)

<油脂の種類>	<構成脂肪酸>		
	オレイン酸(%)	ステアリン酸(%)	リノール酸(%)
A	30	60	10
B	30	10	60
C	60	30	10
D	60	10	30

問2 (表1)の脂肪酸①～⑥がそれぞれ含有する「炭素-炭素間の不飽和結合の数」の組み合わせとして正しいものはどれか。a～iの記号で答えよ。ただし、不飽和結合数は脂肪酸の番号①～⑥の順に並べてある。

- a (0, 1, 0, 2, 0, 3) b (0, 2, 0, 2, 0, 3) c (0, 2, 1, 1, 0, 2)
 d (0, 3, 0, 1, 2, 3) e (0, 3, 0, 1, 0, 2) f (1, 0, 0, 2, 1, 1)
 g (1, 1, 0, 0, 1, 2) h (1, 2, 1, 2, 1, 1) i (1, 3, 1, 1, 0, 1)

問3 次の①～⑤の記述のうち、「(表1)だけから推定できる内容」になっているものの組み合わせを a～e から選べ。ただし、ここでいう脂肪酸はすべて天然の油脂を構成する脂肪酸とする。

- ① すべての脂肪酸の炭素数は偶数である。
- ② 炭素数14の飽和脂肪酸の融点は44℃よりも高い。
- ③ 表に示した脂肪酸の場合、炭素数が同じならば不飽和結合数の増加に伴って融点が低くなる。
- ④ リノレン酸の沸点はリノール酸の沸点よりも高い。
- ⑤ 不飽和結合が1つでもあれば、その脂肪酸の融点はすべての飽和脂肪酸よりも低くなる。

a ①と③ b ①と⑤ c ②と③ d ③と⑤ e ④と⑤

問4 (表2)における油脂 A～D を融点の高い順番に並べたとき、正しい並び方はどれか。ア～カの記号で答えよ。

ア (A>C>D>B) イ (A>D>C>B) ウ (C>A>B>D)
エ (A>B>D>C) オ (B>C>D>A) カ (A>C>B>D)

問5 油脂Bの平均分子量を求めよ。