平成 28 年度　　　　　　　　　　　　　　　　　〔試験時間　80 分〕

C 4　　化　　学

この冊子は，化学の問題で 1 ページより 20 ページまであります。

〔注　　意〕

(1) 試験開始の指示があるまで，この冊子を開いてはいけません。

(2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら，解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し，さらに受験番号と志望学科をマークしてください。

(3) 解答は，所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。

(4) 解答用マークシートについて

① 解答用マークシートは，絶対に折り曲げてはいけません。

② マークには黒鉛筆(H B または B)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合，採点できないことがあります。

③ 誤ってマークした場合は，消しゴムで丁寧に消し，消しくずを完全に取り除いたうえ，新たにマークしてください。

④ 解答欄のマークは，横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので，はっきりマークしてください。

⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を，必ず読んでから解答してください。

(5) 試験開始の指示があったら，初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁，印刷不鮮明等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(6) 問題冊子は，試験終了後，持ち帰ってください。

問題文中の体積の単位記号Lはリットルを表す。

また，必要ならば以下の数値を用いなさい。

原子量　H = 1.0　C = 12　N = 14　O = 16　S = 32　Ca = 40　Pb = 207

アボガドロ定数　$N_A = 6.0 \times 10^{23}$/mol　　ファラデー定数　$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol

気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)

1　次の問(1)～(5)は，それぞれaとbの2つの記述から成り立っている。それぞれの問いで，a，bともに正しいときには1，aは正しくbは誤りのときには2，aは誤りでbは正しいときには3，a，bともに誤りのときには4，を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。　(10点)

(1)　a　物質量は，質量数に比例する

　　b　物質量は，化学反応では変わらない

(2)　a　安定同位体の質量数は，原子番号に比例する

　　b　放射線を出して原子番号が変わる同位体は放射性同位体である

(3)　a　固体の炭酸水素ナトリウムを構成するイオンは，炭酸イオン，水素イオン，ナトリウムイオンの3種である

　　b　固体の塩化ナトリウムを構成するイオンは，塩素イオンとナトリウムイオンの2種である

(4)　a　触媒を用いても，可逆反応の平衡定数は変わらない

　　b　反応の活性化エネルギーが大きくなると，反応速度は大きくなる

(5)　a　C_4H_8の分子式を持つ有機化合物には幾何異性体(シス－トランス異性体)は存在しない

　　b　C_5H_{10}の分子式を持つ有機化合物には不斉炭素をもつ異性体は存在しない

右のページは白紙です。

2 次の文章を読み，問(1)～(8)に答えなさい。　(25点)

濃度が未知の一価の弱酸 HA の水溶液 X の濃度を正確に求めるため，次の①と②の2つの実験を行った。

実験①　10.0 mL の水溶液 X をコニカルビーカーにとり，指示薬を加えた後，攪拌しながら，0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて加えていったところ，中和するのに 10.0 mL を要した。

実験②　まず水溶液 X の pH を pH 計で測定したところ，5.00 であった。次に 1.00 mol/L の HA の水溶液 5.00 mL をコニカルビーカーにとり，攪拌しながらビュレットで純水を加えていき，pH の変化を測定したところ，[(ア)] mL を加えたところで pH が 5.00 になった。

(1)　実験①で用いるのに最も適した指示薬を**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(1)の解答群

1　メチルオレンジ　　2　フェノールフタレイン

(2)　次の a から d の各操作について，操作に問題がない場合には 1 を，操作が不適切な場合には 2 を，**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

a　実験①において，純水で洗浄したコニカルビーカーを乾かさずに用いた
b　実験①において，純水で洗浄したビュレットを乾かさずに用いた
c　実験②において，純水で洗浄したコニカルビーカーを乾かさずに用いた
d　実験②において，純水で洗浄したビュレットを乾かさずに用いた

(3) [(ア)] に該当する値に最も近い値を**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(3)の解答群

0　5	1　10	2　15	3　20	4　25
5　30	6　35	7　40	8　45	9　50

(4) 実際に実験してみると，一方の実験ではばらつきが大きくて正確に濃度を求めることができなかった。正確に求められなかった実験を**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(4)の解答群

1　実験①　　　　2　実験②

(5) 問(4)で，正確に濃度を求められなかった理由として最も適切なものを**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(5)の解答群

0　指示薬の変色域が，中性から離れているから

1　指示薬を加えると，希釈されてしまうから

2　弱酸を強塩基で滴定しているから

3　求める滴下量付近での pH の変化がゆるやかだから

4　純水を加えても pH は変化しないから

(6) 水溶液 X と同じモル濃度の水酸化ナトリウム水溶液の pH に最も近い値を**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**にマークしなさい。

(6)の解答群

0　1	1　3	2　5	3　7	4　8
5　9	6　10	7　11	8　12	9　13

(7) 水溶液X中の弱酸HAの電離度に最も近い値を**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(7)の解答群

0 10^{-1}　**1** 10^{-2}　**2** 10^{-3}　**3** 10^{-4}　**4** 10^{-5}

(8) 次のaからdの操作で発生する気体の性質として最も適切なものを**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。同じ番号を何回選んでもよい。

a　ホタル石に濃硫酸を加え，白金容器中で加熱した
b　鉄を触媒として，窒素と水素を反応させた
c　酸化マンガン(Ⅳ)を加えて，塩素酸カリウムを加熱した
d　塩化ナトリウム水溶液を電気分解して，陰極から発生させた

(8)の解答群

0　水に溶けて弱酸を生じる
1　水に溶けて強酸を生じる
2　水に溶けて弱酸と強酸を生じる
3　ほとんど水に溶けず，電離もしない
4　水に溶けて弱塩基を生じる
5　水に溶けて強塩基を生じる
6　水に溶けて弱塩基と強塩基を生じる

右のページは白紙です。

3 問(1)～(3)に答えなさい。 (15点)

(1) 物質や反応とその説明の組み合わせa～gが，正しいものは1を，誤っているものは2を，**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

	物質や反応		説明
a	塩化ナトリウム	—	正　塩
b	ミョウバン	—	複　塩
c	炭酸水素ナトリウム	—	酸性塩
d	テルミット反応	—	鉄と金属酸化物の反応
e	ダイヤモンド	—	単　体
f	鉛	—	遷移金属元素
g	斜方硫黄	—	分子結晶

(2) 火力発電では，化石燃料を燃焼し，発生する熱により高温の水蒸気をつくりタービンを回して発電する。この際，化石燃料に含まれる硫黄分が腐食性で有害な二酸化硫黄として発生するため，環境中に放出されないよう，除去する必要がある。地熱発電でも，地下で発生する高温の水蒸気中に含まれる硫化水素などの硫黄分が環境中に排出されないよう，除去する必要がある。

通常，硫黄分を除去する反応では，硫黄分をすべて空気中で酸化して二酸化硫黄としたのち，触媒の存在下，酸素と水酸化カルシウムとの反応により硫酸カルシウムとして除去している。計算を簡単にするため，二酸化硫黄を物質量比で1 ppm($= 10^{-6}$)含む546 Kの気体が1×10^5 Paで毎秒6.7 m^3発生するとしたとき，9万秒(約1日)で発生する硫黄分を除去するのに必要な水酸化カルシウムの質量は理論上何kgか。最も近い値を**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(2)の解答群

0　1	1　5	2　10	3　50	4　100
5　500	6　1000	7　5000	8　10000	9　50000

(3) 太陽光のエネルギーを吸収して発電する太陽電池は，日照のない夜間は発電できないため，夜間の電力を確保するためには蓄電する装置が欠かせない。1ギガワット(10^9 W = 10^9 J/秒)の原子力発電所が発電する電気エネルギーを太陽電池による発電でまかなうために，原子力発電所が夜間に発電する電気エネルギーに相当する量を，技術が確立されている鉛蓄電池に蓄電しておくことにしよう。計算を簡単にするため，鉛蓄電池の充電時の電圧を2Vとし，5万秒(約14時間)分の発電したエネルギー量を蓄電することとしたとき，その電極反応で酸化数が変化する鉛(Ⅱ)イオンは，理論上何トンになるか。最も近い値を**解答群**から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。ただし，電圧1ボルト〔V〕で蓄電した電荷1クーロン〔C〕がもつエネルギーを1ジュール〔J〕とする。

(3)の解答群

0	1	**1**	5	**2**	10	**3**	50	**4**	100
5	500	**6**	1000	**7**	5000	**8**	10000	**9**	50000

4 以下の文章を読んで，問(1)および(2)に答えなさい。 (24 点)

ヨウ化水素 HI の分解反応

$$2\,HI \longrightarrow H_2 + I_2 \qquad \text{(反応 1)}$$

により気体のヨウ素 I_2 と水素 H_2 が生成する反応の速度について考える。

HI，H_2，I_2 の濃度をそれぞれ[HI]，$[H_2]$，$[I_2]$とする。HI の分解速度を v_1 とすると，

$$v_1 = -\frac{\Delta[HI]}{\Delta t}$$

で表せる(ただし Δt は十分小さい時間間隔，Δ[HI]は[HI]の変化量を表す)。このとき，H_2 の生成速度 v_1' は，v_1 を用いて $v_1' =$ (ア) と表される。

HI の気体を容積一定の密閉容器に入れ，高温に保持すると，反応 1 が起こる。密閉容器内の HI の濃度[HI]〔mol/L〕をさまざまに変えて，HI の分解速度 v_1〔mol/(L･s)〕を測定した。表 1 はその結果を示している。これより，反応速度定数 k_1 と[HI]を用いて，反応速度式を $v_1 = k_1$ (イ) と表すと，実験結果と最もよく一致する。

表 1 HI の分解反応における HI の濃度[HI]と HI の分解速度 v_1

[HI]〔mol/L〕	v_1〔mol/(L･s)〕
0.10	1.01×10^{-8}
0.30	9.09×10^{-8}
0.50	2.53×10^{-7}

反応 1 は可逆反応であり，反応が進むと H_2 と I_2 の濃度が増加して，逆反応である

$$H_2 + I_2 \longrightarrow 2\,HI \qquad \text{(反応 2)}$$

が無視できなくなる。反応 2 による H_2 の消費速度 v_2 は，反応速度定数 k_2 を用いて

$$v_2 = -\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = k_2[H_2][I_2]$$

と表せることがわかっている。

時間が経過して反応が化学平衡に達した。化学平衡においては，一つの成分に注目すると，その消費速度と生成速度は等しい。従って，H_2 の消費速度 v_2 と HI の分解速度 v_1 の間に v_1 = [(ウ)] の関係式が成り立つ。ここで，反応 1 と反応 2 を組み合わせた

$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2\,HI$ （反応 3）

の平衡定数 K は，成分濃度を用いて K = [(エ)] のように表せる。温度一定で圧力を上げた場合，平衡は [(オ)] 。反応 3 の熱化学方程式は

$H_2 + I_2 = 2\,HI + 9\,kJ$

である。温度を上げた場合，平衡は [(カ)] 。

(1) 上の文章中の [(ア)] から [(カ)] にあてはまる最も適切な選択肢を**解答群**の中から 1 つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

(ア)の解答群

0 $2v_1$　　1 v_1　　2 $4v_1$　　3 $\frac{1}{v_1}$

4 $\frac{1}{2v_1}$　　5 $\frac{1}{4v_1}$　　6 $\frac{1}{2}v_1$　　7 $\frac{1}{4}v_1$

(イ)の解答群

0 $[HI]^{\frac{1}{2}}$　　1 $[HI]^{-\frac{1}{2}}$　　2 $[HI]$　　3 $[HI]^{-1}$

4 $[HI]^2$　　5 $[HI]^{-2}$　　6 $[HI]^0$　　7 $[HI]^3$

(ウ)の解答群

0 $\frac{1}{v_2}$　　1 $2v_2$　　2 $\frac{2}{v_2}$　　3 $\frac{1}{2v_2}$

4 $v_2^{\frac{1}{2}}$　　5 v_2　　6 v_2^2　　7 $\frac{1}{2}v_2$

(エ)の解答群

0 $\dfrac{[HI]}{[H_2]^2[I_2]^2}$　　1 $\dfrac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$　　2 $\dfrac{[HI]^2}{2[H_2][I_2]}$

3 $\dfrac{2[H_2][I_2]}{[HI]^2}$　　4 $\dfrac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$　　5 $\dfrac{2[HI]}{[H_2][I_2]}$

6 $\dfrac{2[HI]^2}{[H_2][I_2]}$　　7 $\dfrac{[H_2][I_2]}{2[HI]^2}$

(オ), (カ)の解答群

0 左に移動する　　1 移動しない　　2 右に移動する

(2) 上の文章中の反応速度定数 k_1 は，610～640 K の範囲で温度が 10 K 上がるごとに 1.8 倍大きくなった。610 K で $k_1 = 9.8 \times 10^{-6}$ L/(mol･s)であったとき，640 K での k_1 を求めなさい。解答は，有効数字が 2 桁となるように 3 桁目を四捨五入し，次の形式で**解答用マークシート**にマークしなさい。指数 c がゼロの場合には，符合 p は＋ をマークしなさい。

$$\boxed{a}\ .\ \boxed{b} \times 10^{\boxed{\mathrm{p}}\ \boxed{c}}$$

↑小数点　　↑正負の符号

右のページは白紙です。

5 以下の文章を読んで，問(1)および(2)に答えなさい。　(26点)

溶解度があまり大きくない気体では，「一定温度のもとでは一定量の液体に溶ける気体の物質量は，液体に接しているその気体の圧力に比例する」ことが知られている。この関係を［(ア)］の法則という。以下の気体Aは，この法則に従う理想気体とし，水の蒸気圧は無視できるものとする。

気体Aが温度17℃，圧力 1.0×10^5 Pa のもとで水に溶けて平衡状態になったとき，水に溶けた気体Aの物質量は，水1.0Lあたり 4.2×10^{-3} mol であった。

図1に示すような，滑らかに動くピストンが付いた密閉容器に1.0Lの水と 2.0×10^{-2} mol の気体Aのみを入れた。温度を17℃に保ち，圧力を 2.0×10^5 Pa にすると，水に溶けた気体Aの物質量は［(イ)］mol，水に溶けずに残っている気体Aの体積は 2.0×10^5 Pa では［(ウ)］Lとなる。

次に，この密閉容器全体の温度を37℃に保って圧力 1.0×10^5 Pa のもとで平衡状態にした。このとき，水に溶けずに残っている気体Aの体積は0.45Lとなった。これより，37℃において圧力 1.0×10^5 Pa のもとで1.0Lの水に溶ける気体Aの物質量は，［(エ)］mol と求められる。

37℃において，全ての気体Aを水に溶解させるために必要な最低圧力は［(オ)］Pa である。

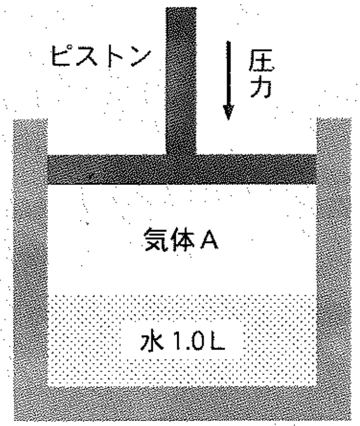

図1

(1) 上の文章中の [(ア)] にあてはまる最も適切な選択肢を**解答群**の中から1つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

(ア)の解答群

0 ボイル	1 ラウール	2 ヘス	3 ヘンリー
4 ドルトン	5 ファラデー	6 シャルル	7 アボガドロ

(2) 上の文章中の [(イ)] から [(オ)] にあてはまる数値を計算しなさい。解答は，有効数字が2桁となるように3桁目を四捨五入し，次の形式で**解答用マークシート**にマークしなさい。指数 c がゼロの場合には，符合 p は＋ をマークしなさい。

$$\boxed{a}\,.\,\boxed{b}\times 10^{\boxed{\mathrm{p}}\,\boxed{c}}$$

↑小数点　　↑正負の符号

6 有機化合物の生成反応とその呈色反応に関する文章を読み，以下の問(1)～(5)に答えなさい。 (29点)

表1のa～gの行に示した試薬をそれぞれ表に示した反応条件で反応させ，生じた有機化合物を適切な方法で捕集した(反応1)。その後，その有機化合物を純粋なものとして取りだした後に，それぞれ**表1**に示した呈色溶液を用いて呈色反応を行った(反応2)。

表1 有機化合物の合成反応およびその生成物に対して行った呈色反応

	試薬A	試薬B	反応1の反応条件	呈色溶液*
a	炭化カルシウム	水	試薬Aを小さな穴のあいたアルミニウム箔に包んで試薬Bに加える	C
b	エタノール	濃硫酸	試薬Aと試薬Bが入った容器を約130℃に加熱する	C
c	エタノール	濃硫酸	試薬Aと試薬Bが入った容器を約170℃に加熱する	D
d	エタノール	硫酸酸性 $K_2Cr_2O_7$ 水溶液	試験管中で加熱	E
e	2-プロパノール	硫酸酸性 $K_2Cr_2O_7$ 水溶液	試験管中で加熱	C
f	酢酸ナトリウム	水酸化ナトリウム	試験管中で固体のまま加熱	C
g	酢酸カルシウム	—	試験管中で固体のまま加熱	E

*呈色溶液 C：過マンガン酸カリウム水溶液，D：臭素水，E：フェーリング液

(1) 表1のa～gの各<u>反応1</u>において主に生成する有機化合物を**解答群**からそれぞれ1つ選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(1)の解答群

0 アセトアルデヒド	1 アセチレン	2 アセトン
3 エタン	4 エチレン	5 酢　酸
6 酢酸エチル	7 無水酢酸	8 ジエチルエーテル
9 プロペン	10 メタン	

(2) 表1のa～gの各<u>反応2</u>の呈色反応において，どのような変化が起こったか，あてはまる語句を**解答群**からそれぞれ1つ選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(2)の解答群

0 色は変化しなかった(溶液の色が変化せずに沈殿が生じた場合も含む)

1 色は変化したが(無色への変化も含む)，沈殿は生じなかった

2 色が変化し(無色への変化も含む)，沈殿が生じた

(3) 酢酸カルシウムの組成式は$C_kH_lO_mCa$である。組成式のk，lおよびmのそれぞれにあてはまる最適な数を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。ただし，それぞれの数は1ケタである。なお，数が1の場合は**1**をマークしなさい。

(4) ヨードホルム反応を示す化合物を**解答群**から選び，その番号を合計した値を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。なお，値が1ケタの場合は百の位と十の位に0をマークしなさい。値が2ケタの場合は百の位に0をマークしなさい。例：解答が1＋2＝3の時，003とマークする。

(4)の解答群

1　アセトアルデヒド	2　アセトン
4　エタノール	8　エタン
16　エチレン	32　ジエチルエーテル
64　1-プロパノール	128　2-プロパノール
256　2-メチル-2-プロパノール	

(5) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に加えると青紫～赤紫色に呈色する化合物を**解答群**から選び，その番号を合計した値を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。なお，値が1ケタの場合は百の位と十の位に0をマークしなさい。値が2ケタの場合は百の位に0をマークしなさい。

(5)の解答群

1　アセチルサリチル酸	2　安息香酸
4　クメン	8　サリチル酸
16　サリチル酸メチル	32　トルエン
64　フェノール	128　ベンズアルデヒド
256　ベンジルアルコール	

右のページは白紙です。

7 鎖式飽和炭化水素と環式飽和炭化水素のひずみエネルギーに関する次の文章を読み，以下の問(1)〜(8)に答えなさい。 (21 点)

鎖式飽和炭化水素は，一般式 C_nH_{2n+2} で表される。この中で分子式が CH_2 ずつ違う一連の化合物群を [(ア)] という(図１)。環式飽和炭化水素は，一般式 C_mH_{2m} で表される。ここでは環式飽和炭化水素は m 個の CH_2 が連結した環状構造の化合物を指すこととする。

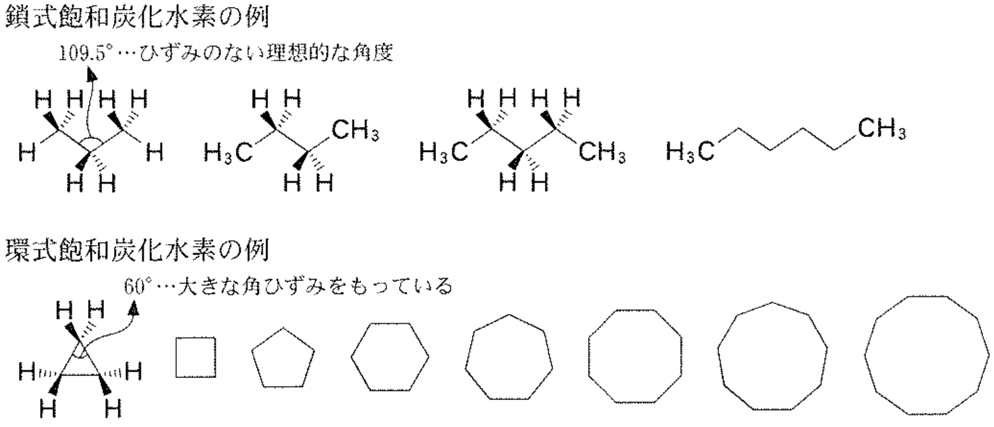

図１

一般に $n=3$ 以上の鎖式飽和炭化水素では，C—C—C 角度がおよそ 109.5° となり，角ひずみがない構造となっている。一方，環式構造をもつ化合物は鎖式構造をもつ化合物と比べ，C—C—C 角ひずみが大きく，鎖式飽和炭化水素と比べより大きなひずみエネルギーをもつ傾向がある。たとえば $m=3$ の環式飽和炭化水素であるシクロプロパンでは，C—C—C 角度が 60° であり，鎖式飽和炭化水素における 109.5° の角度と比べて大きくひずんでいるため，大きなひずみエネルギーをもっている。一般に大きなひずみエネルギーをもつ分子は不安定であり，燃焼や反応に伴いより大きなエネルギーを放出する。

枝分かれしていない鎖式飽和炭化水素 C_nH_{2n+2} においては，炭素数が増えるにつれて沸点は上昇し，その沸点は $n=$ [(イ)] 以上において 25 ℃ を超え

る。すなわち n が [(イ)] より小さい鎖式飽和炭化水素は，大気圧下，25 ℃において気体である。また，下式で示される 1 mol あたりの燃焼熱 Q_a〔kJ/mol〕も炭素数が増えるにつれて単調に増加することがわかっており(**表 1**)，[(ア)] 間で比較すると，CH_2 が一つ増えるにつれほぼ一定の値で増加する。これは鎖式飽和炭化水素ではほとんどひずみがないことを意味している。$n = 3$ から $n = 10$ の鎖式飽和炭化水素に関し，燃焼熱の増分値を平均すると，「ひずみのない CH_2」1 個分の燃焼熱 Q_{CH_2} を見積もることができ，その値は，1 mol あたり [(ウ)] kJ/mol となる。

$$\text{鎖式飽和炭化水素：} C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 = nCO_2 + (n+1)H_2O + Q_a\text{〔kJ〕}$$

表 1　鎖式飽和炭化水素における 1 mol あたりの燃焼熱

鎖式飽和炭化水素 $CH_3(CH_2)_{n-2}CH_3$

n	燃焼熱 Q_a〔kJ/mol〕
3	2220
4	2877
5	3536
6	4194
7	4853
8	5511
9	6171
10	6829

燃焼熱の増分値〔kJ/mol〕

⇩ 平均

Q_{CH_2} = [(ウ)]

m 個の炭素からなる環式飽和炭化水素 C_mH_{2m} においては，鎖式飽和炭化水素と同様，炭素数が増えるにつれて下式で示される燃焼熱 Q_c は増加するが，その燃焼熱には環構造に起因するひずみエネルギーが含まれており，ひずみエネルギーが大きいほど燃焼に伴いより大きなエネルギーを放出することになる(**表2**)。

環式飽和炭化水素：$C_mH_{2m} + \frac{3m}{2}O_2 = mCO_2 + mH_2O + Q_c$〔kJ〕

表2　環式飽和炭化水素における 1 mol あたりの燃焼熱

環式飽和炭化水素 $(CH_2)_m$

m	燃焼熱 Q_c〔kJ/mol〕	ひずみのない CH_2 m 個分の燃焼熱 $m \times Q_{CH_2}$〔kJ/mol〕	分子全体のひずみエネルギー $Q_c - m \times Q_{CH_2}$〔kJ/mol〕
3	2091		(エ)
4	2744		
5	3320		
6	3952		
7	4637		
8	5310		
9	5981		
10	6636		
11	7290		
12	7913		

ここで，各環式飽和炭化水素における1 molあたりのひずみエネルギーの大きさは，下式のように各環式飽和炭化水素の燃焼熱Q_cから，各鎖式飽和炭化水素の燃焼熱から見積もられた「ひずみのないCH_2」の燃焼熱Q_{CH_2}((ウ) kJ/mol)のm個分の合計値を引くことで見積もることができる。

$$環式飽和炭化水素のひずみエネルギー = Q_c - m \times Q_{CH_2}$$

これより，$m = 3$の環式飽和炭化水素の1 molあたりのひずみエネルギーは，(エ) kJ/molと求められ，$m = 3 \sim 12$の環式飽和炭化水素の中で最も大きい。一方，**表2**の$m = 4 \sim 6$のうち，$m =$ (オ) の環式飽和炭化水素はひずみエネルギーが最も小さく，環状構造であってもほとんどひずみがないことを示している。これは$m =$ (オ) 個のCH_2で環状構造を作る場合には，(カ) 形になることで，水素原子同士の反発を避けながら，ひずみの小さな109.5°に近いC—C—C角度となるためである。

また，$m = 7$，$m = 10$，$m = 12$の環式飽和炭化水素のひずみエネルギーを同様の方法で比較した場合，この中では$m =$ (キ) のものがより小さなひずみエネルギーをもつ。$m =$ (キ) と$m =$ (オ) のひずみエネルギーをそれぞれmで割ってCH_2 1個分のひずみエネルギーとして比べると，CH_2 1個分のひずみエネルギー(1 molあたり)の両者の差は (ク) であることがわかる。

(1) [(ア)] に該当する適当な語を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(1)の解答群

0 位置異性体　　1 幾何異性体　　2 構造異性体　　3 重合体

4 置換体　　5 同位体　　6 同素体　　7 同族体

8 立体異性体

(2) [(イ)] にあてはまる適当な数を 2 ケタの数値として**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。なお，数が 1 ケタの場合，十の位に 0 をマークしなさい。

(3) [(ウ)] に最も近い数を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(3)の解答群

0 461　　1 512　　2 576　　3 658　　4 740

5 959　　6 1508　　7 4524　　8 4611

(4) [(エ)] に最も近い数を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(4)の解答群

0 0　　1 12　　2 39　　3 117　　4 129

5 351　　6 363　　7 555　　8 708　　9 1433

(5) 　(オ)　 にあてはまる適当な数を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(5)の解答群

0　4　　　1　5　　　2　6

(6) 　(カ)　 に該当する適当な語を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(6)の解答群

0　平面　　　1　舟　　　2　いす

(7) 　(キ)　 にあてはまる適当な数を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(7)の解答群

0　7　　　1　10　　　2　12

(8) 　(ク)　 に該当する適当な選択肢を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の該当する欄にマークしなさい。

(8)の解答群

0　1.0 kJ/mol 未満
1　1.0 以上 2.0 kJ/mol 未満
2　2.0 以上 4.0 kJ/mol 未満
3　4.0 以上 8.0 kJ/mol 未満
4　8.0 以上 15.0 kJ/mol 未満
5　15.0 kJ/mol 以上