

2010年度 一般3月入学試験

理 科〔化学〕

〔注 意 事 項〕

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 問題冊子は18ページです。監督者の指示に従って確認下さい。
3. 解答用紙はマーク・シート1枚です。
4. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせ下さい。
5. マークは、マーク・シートに記載してある「記入上の注意」をよく読んだうえで、正しくマーク下さい。
6. 受験番号及び氏名は、マーク・シートの所定欄に正確に記入し、また受験番号欄の番号を正しくマーク下さい。
7. 監督者の指示があってから、マーク・シートの左上部にある「科目欄」に受験する科目名を記入下さい。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰り下さい。

化学

(60分 100点)

必要ならば，原子量，数値は次の値を使うこと。

H 1.0 C 12 N 14 O 16

Na 23 S 32 Cl 35.5

標準状態での気体 1 mol の体積 22.4 L

ファラデー定数 = 9.65×10^4 C/mol

アボガドロ定数 = 6.0×10^{23} mol⁻¹

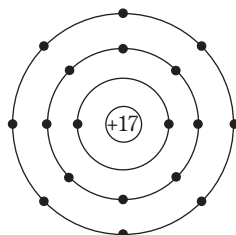
I 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(39点)

〔問1〕 次の (1)～(6) の問いの答として最も適当なものを，それぞれの解答群の中から1つ選び，マークしなさい。

(1) 次の物質のうち，単体はどれか。

- ① 塩化ナトリウム ② オゾン ③ 水酸化カルシウム
④ ベンゼン ⑤ 硫酸

(2) 次の電子配置をもつ原子またはイオンはどれか。



- ① Na ② Cl ③ Ar ④ K ⑤ Cl⁻ ⑥ K⁺

- (3) 次の①～⑥の電極と電解液の組合せで電気分解を行ったとき、陽極・陰極いずれからも気体が発生するものはどれか。 3

	陽極	陰極	電解液
①	Pt	Cu	CuSO ₄
②	Pt	Pt	NaOH
③	Cu	Cu	CuSO ₄
④	C	Cu	CuCl ₂
⑤	C	Pt	AgNO ₃
⑥	Ag	Ag	AgNO ₃

- (4) 次の物質量を、大きい順に並べたものはどれか。 4

- a 3.0×10^{23} 個の炭素原子の物質量。
 b 標準状態で 5.6 L を占める水素分子の物質量。
 c 水 18 cm³ 中の水分子の物質量。ただし、水の密度を 1.0 g/cm³ とする。

- ① a > b > c ② a > c > b ③ b > a > c
 ④ b > c > a ⑤ c > a > b ⑥ c > b > a

- (5) 0.100 mol/L の過酸化水素水 100 mL に、触媒として酸化マンガン(IV)を加えると酸素が発生した。発生した酸素の体積は標準状態で何 L か。ただし、過酸化水素は完全に反応したものとし、その変化は次式のようなになる。

5 L



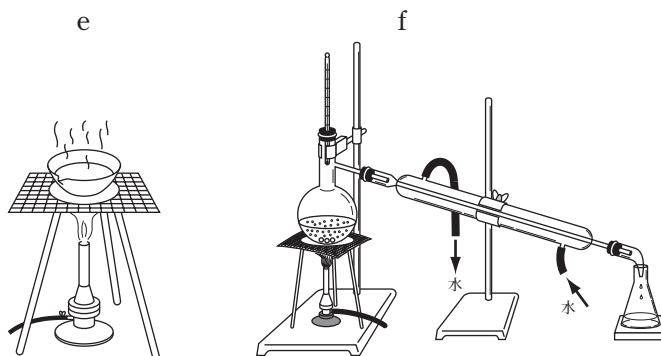
- ① 0.112 ② 0.224 ③ 0.448
 ④ 1.12 ⑤ 2.24 ⑥ 4.48

(6) 液体の混合物を加熱して沸騰させ、沸点の低い液体の分離・精製を行うときの、分離法と実験装置の組合せはどれか。 6

[分離法]

- a ろ過 b 昇華 c 抽出 d 蒸留

[実験装置]



	分離法	実験装置
①	a	e
②	a	f
③	b	e
④	b	f
⑤	c	e
⑥	c	f
⑦	d	e
⑧	d	f

〔問2〕 食酢中に含まれる酢酸の濃度を決定するために、次の実験操作を行った。

【操作1】食酢10.0 mLを ではかりとって に入れ、 を加えて正確に10倍に薄めた。

【操作2】薄めた食酢 10.0 mL を正確にはかりとり、三角フラスコに入れた。

【操作3】操作2の三角フラスコに指示薬 の水溶液を数滴加え、 に入れた0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、8.0 mL 加えたところで中和点となった。

これについて、次の(1)~(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 操作1の ~ に当てはまる語句の組合せはどれか。

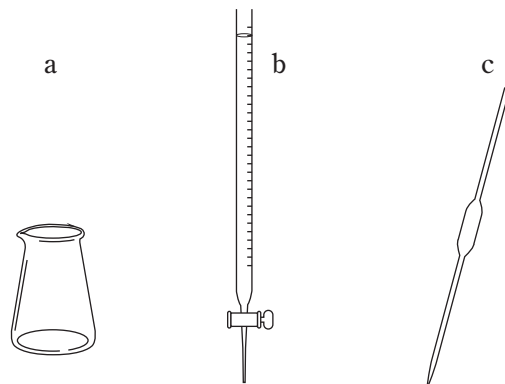
	ア	イ	ウ
①	ホールピペット	200 mL 用のビーカー	純水 100 mL
②	ホールピペット	200 mL 用のビーカー	純水 90 mL
③	ホールピペット	100 mL 用のメスフラスコ	100 mL になるまで純水
④	メスシリンダー	200 mL 用のビーカー	純水 100 mL
⑤	メスシリンダー	200 mL 用のビーカー	純水 90 mL
⑥	メスシリンダー	100 mL 用のメスフラスコ	100 mL になるまで純水

(2) 指示薬 と、操作3の中和点での色の変化の組合せはどれか。

	X	色の変化
①	フェノールフタレイン	無色から赤色
②	フェノールフタレイン	赤色から無色
③	フェノールフタレイン	赤色から黄色
④	メチルオレンジ	赤色から無色
⑤	メチルオレンジ	黄色から赤色
⑥	メチルオレンジ	赤色から黄色

- (3) 文中の 工 に当てはまる実験器具と、洗浄後すぐに用いるときの使用法の組合せはどれか。 9

[実験器具]

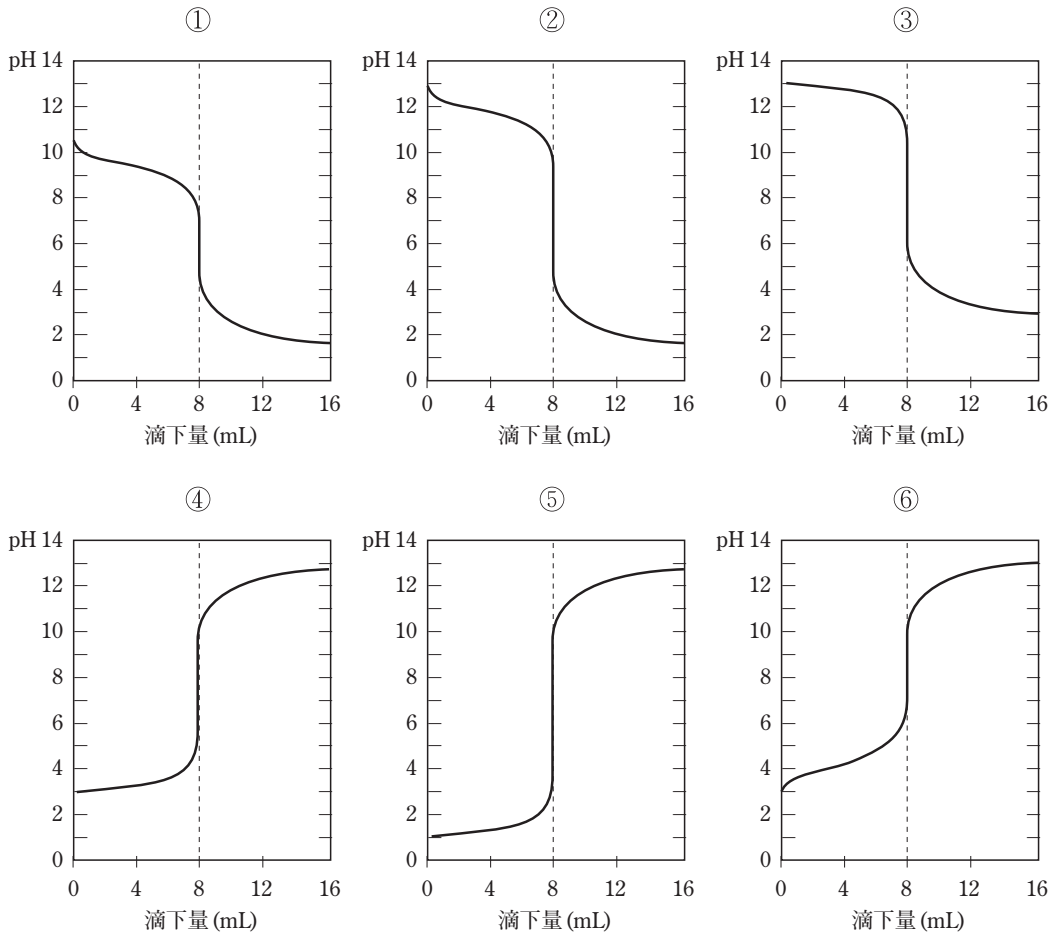


[洗浄後の使用法]

- d 純水でぬれたまま、水酸化ナトリウム水溶液を器具に注ぐ。
- e 器具内を実験に用いる水酸化ナトリウム水溶液で数回すすいだ後、水酸化ナトリウム水溶液を注ぐ。
- f 加熱し乾燥させてから、器具に水酸化ナトリウム水溶液を注ぐ。

	実験器具	洗浄後の使用法
①	a	d
②	a	e
③	a	f
④	b	d
⑤	b	e
⑥	b	f
⑦	c	d
⑧	c	e
⑨	c	f

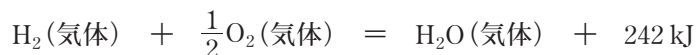
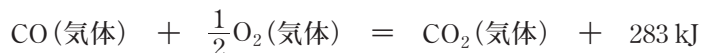
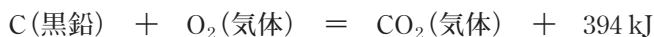
(4) 操作 3 のときの滴定曲線はどれか。 10



(5) この食酢中の酢酸のモル濃度は何 mol/L か。ただし、食酢中の酸は、酢酸以外には含まれていないものとする。 11 mol/L

- ① 0.080 ② 0.10 ③ 0.13
 ④ 0.80 ⑤ 1.0 ⑥ 1.3

〔問3〕 物質の反応や状態変化の際の熱の出入りは、次のように熱化学方程式で表すことができる。



これについて、次の(1)~(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

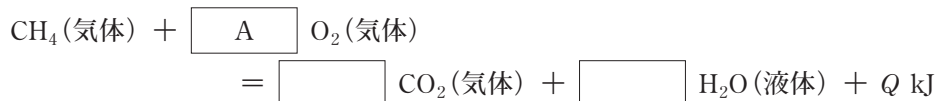
(1) 反応熱は、変化する前の状態と変化した後の状態だけで決まり、変化の過程には無関係である。これに関する法則名は何か。 12

- ① 定比例の法則 ② アボガドロの法則 ③ ヘスの法則
④ 質量保存の法則 ⑤ ファラデーの法則

(2) 反応熱に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。 13

- ① 黒鉛の燃焼熱は、394 kJ/mol である。
② 二酸化炭素の生成熱は、283 kJ/mol である。
③ 一酸化炭素の生成熱は、111 kJ/mol である。
④ 液体の水の生成熱は、286 kJ/mol である。
⑤ 液体の水 1 mol が水蒸気に変化する際には、44 kJ の熱を吸収する。

- (3) メタン 1 mol を燃焼させたときに生じる熱量を Q [kJ] として熱化学方程式で表すと、次式ようになる。空欄 に当てはまる係数はどれか。



- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ 1 (係数なし) ④ 2 ⑤ 3 ⑥ 4
- (4) (3)の熱量 Q の値はどれか。ただし、メタン 1 mol の生成熱を 75 kJ とする。

kJ

- ① 605 ② 692 ③ 780 ④ 803 ⑤ 891
- (5) メタンと同様に、プロパンも燃料として用いられる物質である。プロパンの燃焼で発生する熱量を利用して、 10°C の水 250 g を 60°C まで加熱したい。必要なプロパンの物質量は何 mol か。ただし、プロパン C_3H_8 (気体) 1 mol を燃焼させたときに生じる熱量を 2219 kJ とし、発生した熱量のうち、10% が温度上昇に利用されたものとする。また、水 1 g を 1°C 上昇させるために必要な熱量は 4.2 J とする。 mol

- ① 0.024 ② 0.028 ③ 0.042
④ 0.24 ⑤ 0.28 ⑥ 0.42

II 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(40点)

〔問1〕 水溶液Aには、金属X、Y、Zの陽イオンが含まれており、金属X、Y、Zは、Al、Ag、Cu、Fe、Na、Znのいずれかである。X、Y、Zの性質を以下のような実験で確認した。

【実験1】 金属X、Y、Zの単体を塩酸に加えると、Xの単体は水素を発生し溶解するが、Y、Zの単体は塩酸には溶解しなかった。

【実験2】 Yの陽イオンを含む水溶液に、Zの単体を浸すと、Yの単体が析出した。一方、Zの陽イオンを含む水溶液に、Yの単体を浸しても、Zの単体は析出しなかった。

【実験3】 金属Xの単体は濃硝酸には不動態となるため溶解しない。また、Xの酸化物は、塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶解した。

【実験4】 金属Yの臭化物に光を当てると感光し、Yの単体を遊離した。

これについて、次の(1)～(3)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 金属X、Y、Zを、イオン化傾向の大きな順に並べたものはどれか。

17

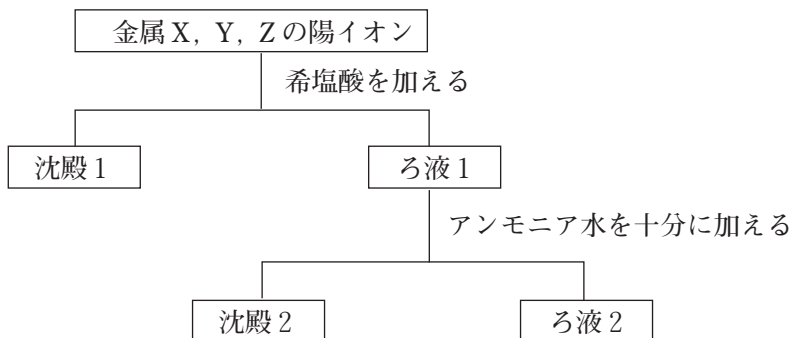
- ① $X > Y > Z$ ② $X > Z > Y$ ③ $Y > X > Z$
④ $Y > Z > X$ ⑤ $Z > X > Y$ ⑥ $Z > Y > X$

(2) 金属X、Y、Zは、それぞれどれか。

金属X , 金属Y , 金属Z

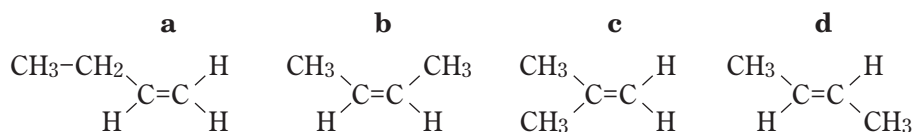
- ① Al ② Ag ③ Cu ④ Fe ⑤ Na ⑥ Zn

- (3) 水溶液Aに対して次図の操作を順に行ったとき、金属X, Y, Zはそれぞれどこに含まれるか。 21



	沈殿 1	沈殿 2	ろ液 2
①	X	Y	Z
②	X	Z	Y
③	Y	X	Z
④	Y	Z	X
⑤	Z	X	Y
⑥	Z	Y	X

〔問2〕 分子式 C_4H_8 で表されるアルケンには、次に示される4つの異性体が存在する。



これについて、次の(1)~(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

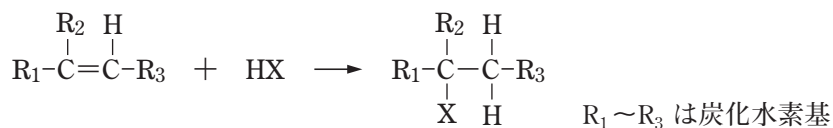
(1) これらの異性体のうち、幾何異性体の関係にあるものはどれか。 22

- ① aとb ② aとc ③ aとd
 ④ bとc ⑤ bとd ⑥ cとd

(2) 4つの異性体のうち、臭素を付加させて得られる化合物に、不斉炭素原子が存在するものはどれか。 23

- ① aとb ② cとd ③ aとbとc
 ④ aとbとd ⑤ aとcとd ⑥ bとcとd

(3) 一般に、アルケン分子に $H-X$ (X はOHやハロゲンなど)を付加させるとき、 $H-X$ の水素原子は、次のように水素原子を多くもつ炭素原子に結合しやすい。



化合物aに水分子 ($H-OH$)を付加させたとき、上記の変化によって得られる化合物はどれか。 24

- ① エタノール ② 1-プロパノール ③ 2-プロパノール
 ④ 2-メチル-1-プロパノール ⑤ 2-メチル-2-プロパノール
 ⑥ 1-ブタノール ⑦ 2-ブタノール

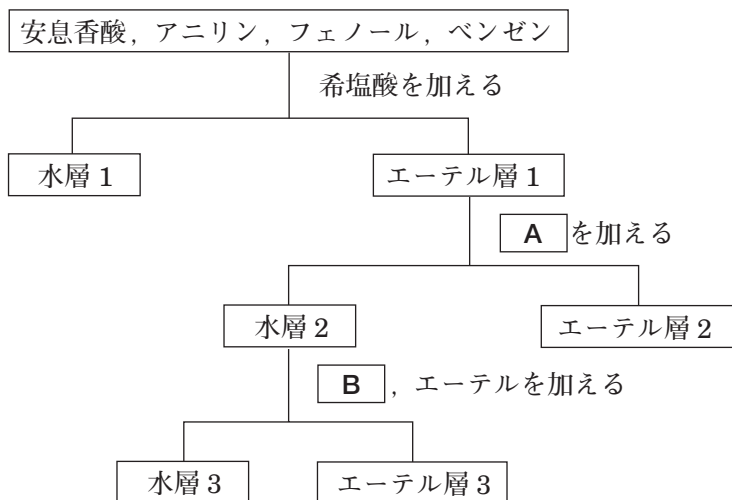
(4) (3)で得られた化合物の性質として、最も適当なものを選べ。 25

- ① 水酸化ナトリウムと反応し、水素が発生する。
- ② ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱すると、黄色の沈殿が見られる。
- ③ 炭酸水素ナトリウムと反応し、二酸化炭素が発生する。
- ④ 二クロム酸カリウムを用いて酸化すると、アルデヒドが生じる。
- ⑤ 分子内に不斉炭素原子は存在しない。

(5) 化合物 **b** 2.8 g に十分な量の水素を付加させたとき、得られる化合物は何 g か。 26 g

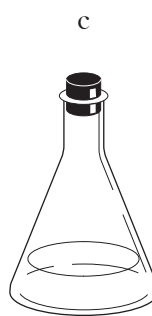
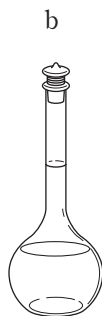
- ① 2.9 ② 3.0 ③ 3.1 ④ 3.2 ⑤ 3.3 ⑥ 3.4 ⑦ 3.5

〔問3〕 安息香酸，アニリン，フェノール，ベンゼンを含むエーテル溶液がある。
 それぞれの物質を分離するために，次のような操作を行った。



これについて，次の (1)～(4) の問いに答えなさい。答は，それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び，マークしなさい。

(1) ここでの分離操作に用いる実験器具と，エーテル層が上層，下層のどちらになるかの組合せはどれか。 27



	実験器具	エーテル層
①	a	上層
②	a	下層
③	b	上層
④	b	下層
⑤	c	上層
⑥	c	下層

(2) 空欄 ・ に当てはまる語句の組合せはどれか。

	A	B
①	水酸化ナトリウム水溶液	塩酸を加え
②	水酸化ナトリウム水溶液	炭酸水素ナトリウム水溶液を加え
③	水酸化ナトリウム水溶液	二酸化炭素を吹き込み
④	炭酸水素ナトリウム水溶液	塩酸を加え
⑤	炭酸水素ナトリウム水溶液	水酸化ナトリウム水溶液を加え
⑥	炭酸水素ナトリウム水溶液	二酸化炭素を吹き込み

(3) ベンゼン，フェノール，アニリンは，それぞれどの層に分離されるか。

ベンゼン ，フェノール ，アニリン

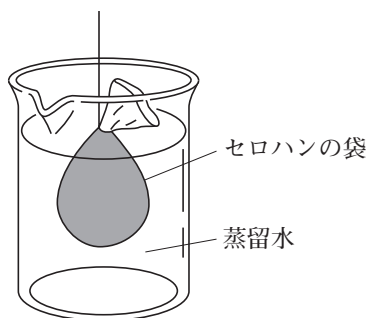
① 水層 1 ② エーテル層 2 ③ 水層 3 ④ エーテル層 3

(4) はじめの混合溶液に，さらにクレゾールも混じていた場合，同じ操作を行うとクレゾールはどの層に分離されるか。

① 水層 1 ② エーテル層 2 ③ 水層 3 ④ エーテル層 3

Ⅲ 次の〔問1〕,〔問2〕に答えなさい。(21点)

〔問1〕 直径が 10^{-7} cm から 10^{-4} cm 程度の大きさの粒子が溶媒中に分散したものをコロイド溶液という。コロイド粒子はろ紙の目よりも小さいため、ろ紙の目は通過するが、セロハン膜の微細な孔より大きいため、セロハン膜を通過できない。このセロハン膜を用いて、コロイド粒子を分離する方法を透析という。



腎不全となった場合に、血液中の老廃物除去などを人工的に行う血液透析は、この原理を利用したものである。また、コロイド溶液は横から光束を当てると、光の通路が明るく光って見える。これは 33 と呼ばれる。

これについて、(1)~(3)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の 33 に当てはまる語句はどれか。

- ① ブラウン運動 ② 電気泳動 ③ チンダル現象
④ 凝析 ⑤ 塩析

(2) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰水に少しずつ加えると、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液が得られる。このコロイド溶液をセロハン膜で透析したとき、除かれるイオンの組合せはどれか。 34

- ① H^+ と Fe^{3+} ② H^+ と Cl^- ③ H^+ と OH^-
④ Fe^{3+} と Cl^- ⑤ Fe^{3+} と OH^-

(3) 塩化鉄(Ⅲ) w [g] を溶かした水溶液を沸騰水に少しずつ加え、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液 V [mL] を得た。この水溶液のコロイド粒子濃度を調べると、 C [mol/L] であった。塩化鉄(Ⅲ)の式量を M とするとき、コロイド粒子1個に含まれる鉄イオンの平均の数を求めよ。ただし、鉄(Ⅲ)イオンはすべて水酸化鉄(Ⅲ)に変化したものとする。 35

① $\frac{1000CM}{wV}$

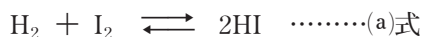
② $\frac{1000M}{wCV}$

③ $\frac{1000wV}{CM}$

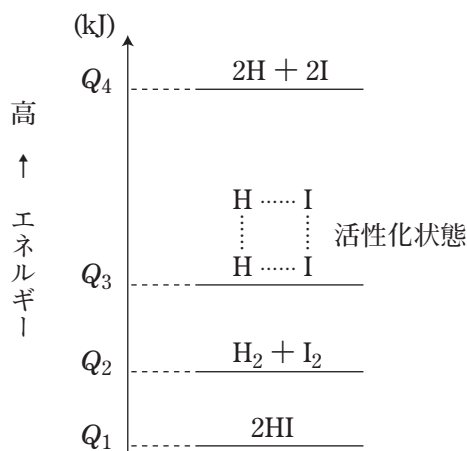
④ $\frac{1000wM}{CV}$

⑤ $\frac{1000w}{CMV}$

〔問2〕 水素とヨウ素が反応するとヨウ化水素が生成する。



下図はこれらに関連するエネルギーを表したものである。



これについて、次の (1)~(4) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 逆反応の活性化エネルギーはどれか。 36

- ① $Q_2 - Q_1$ ② $Q_3 - Q_1$ ③ $Q_4 - Q_1$ ④ $Q_3 - Q_2$
 ⑤ $Q_4 - Q_2$ ⑥ $Q_4 - Q_3$

(2) 触媒を加えたときについて述べた文章として、正しいものはどれか。

37

- ① 正反応の反応速度は大きくなるが、逆反応の反応速度は変化しないため、反応が早く進行する。
 ② 正反応の反応速度は小さくなるが、逆反応の反応速度は大きくなるため、反応が遅く進行する。
 ③ 活性化エネルギーが大きくなり、正反応・逆反応とも反応速度が大きくなる。
 ④ 活性化エネルギーが小さくなり、正反応・逆反応とも反応速度が大きくなる。
 ⑤ 反応熱が大きくなり、正反応・逆反応とも反応速度は大きくなる。

(3) 容積10 Lの容器に、水素分子とヨウ素分子をそれぞれ1.0 molずつ封入し、 t [°C] でしばらく放置したところ、平衡に達し、ヨウ化水素が1.6 mol生成した。このときの平衡定数はいくらか。 38

- ① 4.0 ② 8.0 ③ 16 ④ 32 ⑤ 64 ⑥ 128

(4) 次の文中の空欄 ア ・ イ に当てはまる語句の組合せはどれか。

39

(3)の状態から、温度を保ったまま容器にヨウ素を0.20 mol入れると、ヨウ化水素生成の反応式(a)の化学平衡は ア 。また、(3)の状態から容器の温度を下げると、(a)式の化学平衡は イ 。

	ア	イ
①	右へ移動する	右へ移動する
②	右へ移動する	左へ移動する
③	右へ移動する	移動しない
④	左へ移動する	右へ移動する
⑤	左へ移動する	左へ移動する
⑥	左へ移動する	移動しない