



# 化 学

(解答番号  ~ )

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	O	16	S	32
Ni	59	Cu	64	Br	80	Pb	207

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

**第1問** 次の問い(問1~6)に答えよ。(配点 20)

問1 分子中に含まれる共有電子対の数の組合せとして正しいものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。

	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
①	1	3	2
②	1	3	4
③	1	4	2
④	1	4	4
⑤	2	3	2
⑥	2	3	4
⑦	2	4	2
⑧	2	4	4

問2 物質の状態に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① イオン結晶は比較的融点が高いものが多い。
- ② 金属には常温・常圧で液体であるものも存在する。
- ③ ダイヤモンドは多数の原子が共有結合により連続してつながっており、融点が高すぎる。
- ④ ハロゲンの単体( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ )は、いずれも常温・常圧で気体である。
- ⑤ 16族元素の水素化合物( $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$ )のうち、沸点が最も高いのは $H_2O$ である。

問3 図1の立方体はあるイオン結晶の単位格子を示している。陽イオンをZ、陰イオンをAとすると、この結晶構造を有する物質の組成式として最も適切なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

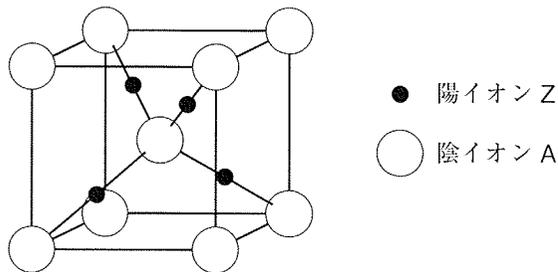


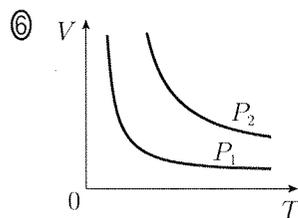
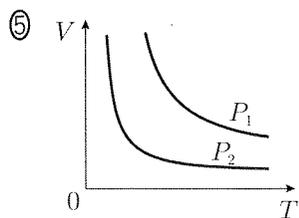
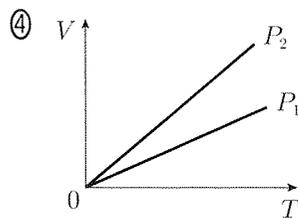
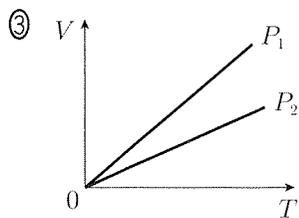
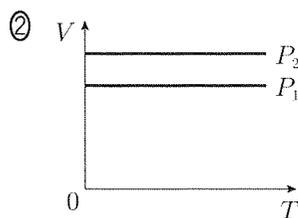
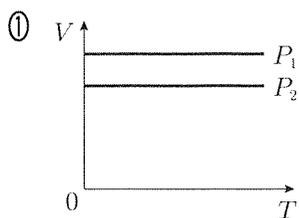
図 1

- |                    |                    |                                 |
|--------------------|--------------------|---------------------------------|
| ① ZA               | ② Z <sub>2</sub> A | ③ ZA <sub>2</sub>               |
| ④ Z <sub>3</sub> A | ⑤ ZA <sub>3</sub>  | ⑥ Z <sub>2</sub> A <sub>3</sub> |

問4 1.50 g の酸化ニッケル(II)に希硫酸を加えて硫酸ニッケル(II)水溶液を調製した。この水溶液を 60℃程度に加熱して水を蒸発させると、水和水をもつ硫酸ニッケル(II)の結晶が 5.26 g 得られた。この結晶の化学式として最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。 4

- ①  $\text{NiSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$       ②  $\text{NiSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$       ③  $\text{NiSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   
 ④  $\text{NiSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$       ⑤  $\text{NiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$       ⑥  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

問5 一定量の理想気体について、圧力が一定( $P_1$ または $P_2$ )のもとで絶対温度  $T$  と、体積  $V$  の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。ただし、 $P_1 < P_2$  とする。 5



問6 希薄溶液に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

6

- ① 不揮発性の物質が溶解した希薄溶液の蒸気圧は、純溶媒の蒸気圧よりも小さい。
- ② 希薄溶液の凝固点は、純溶媒の凝固点よりも低い。
- ③ 溶媒粒子のみを透過させる半透膜で中央を仕切ったU字管の片側に純水、もう片側に食塩水を液面の高さが同じになるように入れると、純水側の液面が上昇する。
- ④ 非電解質が溶解した希薄溶液の浸透圧は、同温・同体積において溶質の物質量に比例する。
- ⑤ 水中で完全に電離する電解質を溶かした希薄溶液の沸点上昇度は、溶媒である水の質量が一定のとき、陽イオンと陰イオンの物質量の和に比例する。

第2問 次の問い(問1~6)に答えよ。(配点 20)

問1 エチレンと水を反応させてエタノールを得る反応は、次のように表される。



この反応式の反応エンタルピー  $\Delta H$  は何 kJ か。最も適当な数値を、後の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{気})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{液})$  の生成エンタルピーは、表1に示す値とする。  kJ

表 1

物質(状態)	生成エンタルピー(kJ/mol)
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{気})$	52
$\text{H}_2\text{O}(\text{液})$	-286
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{液})$	-278

- ① 512                      ② 60                      ③ 44  
④ -44                      ⑤ -60                      ⑥ -512

問2 0.20 mol/L の塩酸 500 mL に 0.20 mol/L の水酸化カリウム水溶液 500 mL を加えて反応させると、5.6 kJ の熱が発生した。また、0.050 mol/L 硫酸水溶液 1000 mL にこれと過不足なく中和する量の固体の水酸化カリウムを加えて反応させると、11.4 kJ の熱が発生した。固体の水酸化カリウムの水に対する溶解エンタルピーは何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  kJ/mol

- ① -5.8                      ② -11.6                      ③ -17.2  
④ -58                      ⑤ -116                      ⑥ -172

問3 化合物Aは酸性水溶液中で次のように加水分解されて化合物Bと化合物Cを生じる。



Aを、その濃度が0.100 mol/Lになるように塩酸中に加え、1000 mLの溶液を調製した。表2は、溶液を調製した直後から2時間ごとに、生成したBの濃度(mol/L)を測定したものである。実験中、溶液は25℃で一定に保たれており、塩酸は触媒としてはたらいている。また、実験中に溶液の体積は変化しないものとする。この実験に関する後の問い(a・b)に答えよ。

表 2

Aの溶液を調製した直後からの経過時間(h)	0	2	4	…
Bの濃度 (mol/L)	0	0.012	0.022	…

a Aの分解速度  $v$  (mol/(L·h))は、次式に示すようにAの濃度[A] (mol/L)のみに比例することがわかっている。この反応の速度定数  $k$  (/h)として最も適当な数値を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 9 /h

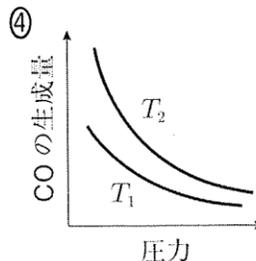
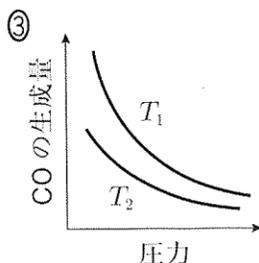
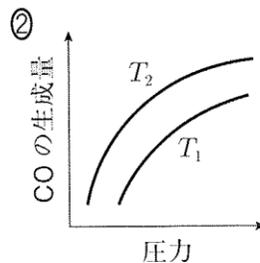
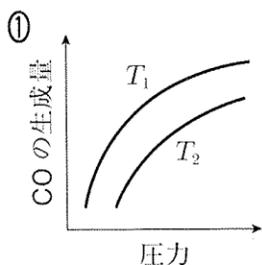
$$v = k[A]$$

- ① 0.06      ② 0.07      ③ 0.08      ④ 0.09      ⑤ 0.10

b この実験に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 時間の経過とともに A の分解速度は遅くなる。
- ② 実験中に温度を上げると速度定数の値は大きくなる。
- ③ A の濃度を 2 倍にすれば、その直後の A の分解速度も 2 倍になる。
- ④ 溶液を調製した直後の A の濃度がこの実験より大きい場合、速度定数の値は変化する。

問 4 次の反応式で表される可逆反応  $C + CO_2 \rightleftharpoons 2 CO$  が、温度一定 ( $T_1$  または  $T_2$ ) のもとで平衡状態にあるとき、全体の圧力と一酸化炭素 CO の生成量の関係を表すグラフとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $T_1 > T_2$  とする。 11



問5 図1は、鉛蓄電池の両極の間に豆電球をつないで放電させたときの模式図である。この鉛蓄電池において  $x$  (A) の一定電流を 1930 秒間流したとき、鉛蓄電池の正極の質量は、放電前と比べて 0.32 g 増加した。 $x$  に当てはまる最も適当な数値を、後の ① ~ ⑥ のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4$  C/mol とする。 12 A

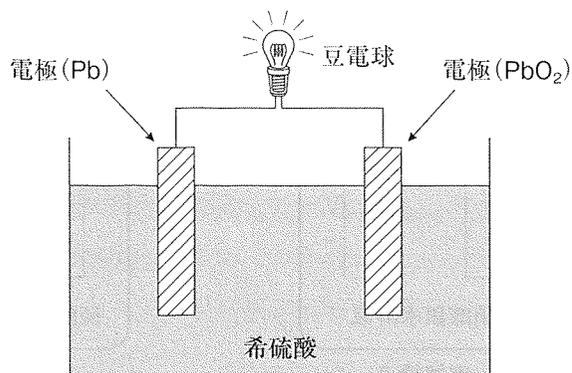


図 1

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 0.10 | ② 0.20 | ③ 0.30 |
| ④ 0.40 | ⑤ 0.50 | ⑥ 0.60 |

問6 図2のように、電解槽Aに0.50 mol/Lの硝酸銀水溶液200 mL、電解槽Bに0.50 mol/Lの硫酸銅(Ⅱ)水溶液200 mLを入れ、一定の電流を流して電気分解を行った。電解槽Aの陽極から標準状態(0°C,  $1.013 \times 10^5$  Pa)において224 mLの気体が発生したとき、電解槽Bの陰極で析出した銅の質量は何gか。最も適当な数値を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 13 g

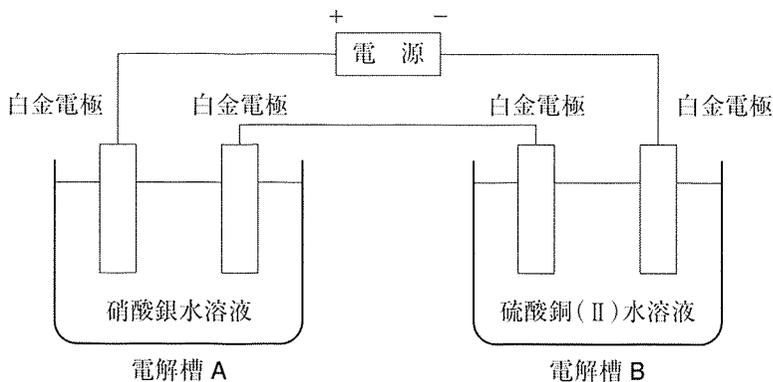


図 2

- ① 0.32      ② 0.64      ③ 1.3      ④ 2.6      ⑤ 3.2

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

第3問 次の問い(問1～5)に答えよ。(配点 20)

問1 身近な無機物質に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～

⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ·

- ① 炭酸水素ナトリウムは重曹ともよばれ、熱分解して二酸化炭素を発生するので、ベーキングパウダーに用いられる。
- ② 黄銅(しんちゅう)は銅と亜鉛の合金であり、さびにくく加工しやすいため楽器や仏具に用いられる。
- ③ 耐熱ガラスとして用いられる石英ガラスは、原料となる二酸化ケイ素の結晶と同様、正四面体骨格を繰り返した結晶構造をもつ。
- ④ さらし粉は次亜塩素酸イオンの還元力により殺菌作用を示す。
- ⑤ 硫酸バリウムは水に溶けにくく、消化管のX線撮影の造影剤として用いられる。

問2 窒素の単体および化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～

⑤のうちから一つ選べ。

- ① 単体は二原子分子で存在し、大気中の約78% (体積)を占めている。
- ② アンモニアは水によく溶け、その水溶液は塩基性を示す。
- ③ 窒素酸化物には刺激臭をもつ気体もある。
- ④ 銅に希硝酸を加えると、一酸化窒素が発生する。
- ⑤ 濃硝酸は酸化力があり、銀やアルミニウムなどの金属をよく溶かす。

問3 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると気体Aが発生し、銅に濃硫酸を加えて加熱すると気体Bが発生する。Aは単体、Bは硫黄の化合物である。Aにのみ当てはまる記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 17

- ① 有色の気体である。
- ② 過マンガン酸カリウム水溶液に十分な量を通すと水溶液の色が消える。
- ③ 水に溶けて酸性を示す。
- ④ 実験室で発生させた際、乾燥剤として十酸化四リンが使用できる。

問4 化合物Xに関して次の実験結果I、IIが得られた。

実験結果I Xはイオン結晶であり、水によく溶けた。Xの水溶液に硝酸銀水溶液を加えると白色の沈殿が生じた。

実験結果II Xの水溶液は炎色反応により黄緑色を示した。

実験結果I、IIから、Xとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 18

- ① 塩化ナトリウム      ② 塩化バリウム      ③ 塩化アルミニウム
- ④ 硝酸バリウム      ⑤ 硫酸ナトリウム      ⑥ 硫酸アルミニウム

問5 硫酸は、工業的には硫黄の単体を燃焼させて得られた二酸化硫黄を、触媒のもとで酸化して三酸化硫黄とし、これを濃硫酸に吸収させたのち、希硫酸を加えると得られる。98%硫酸水溶液1.0tを得るために必要な硫黄の質量は何tか。その数値を有効数字2桁で次の形式で表すとき、 ~  に当てはまる数字を、後の① ~ ⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、硫黄の単体はすべて硫酸に変化するものとする。

必要な硫黄の質量

$$\text{} . \text{} \times 10^{-\text{}} \text{ t}$$

- |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

第4問 次の問い(問1～5)に答えよ。(配点 20)

問1 次の記述(a～d)のうち、アルケンとシクロアルカンに共通するものが二つある。それらを正しく選択しているものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

22

- a  $C_nH_{2n}$  で表され、 $n \geq 2$  の条件がある。
- b 炭素原子間の二重結合を1個含む。
- c 一般に、炭素原子の数が多いほど沸点が高くなる。
- d 完全燃焼したときに発生する水と二酸化炭素の物質量が等しい。

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

問2 直鎖状の不飽和カルボン酸A 5.60 g に、水素を完全に付加させたところ、飽和カルボン酸B 5.68 g が生成した。一方、不飽和カルボン酸A 5.60 g に、臭素を完全に付加させたところ、化合物Cが生成した。生成した化合物Cの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23 g

- ① 5.80                      ② 6.40                      ③ 7.20                      ④ 8.80                      ⑤ 12.0

問3 試験管にエタノール2.0 mL, 氷酢酸2.0 mL, 濃硫酸0.50 mLを入れて混合し、約60°Cに保って試験管を振り混ぜながら、10分間反応させた。冷却後、純水10 mLを加え静置すると、上層と下層に分離し、上層から主に化合物Aが得られた。この実験に関する後の問い(a・b)に答えよ。

a 化合物Aは、果実臭をもち、水よりも軽い無色の液体であった。化合物Aに関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

24

- ① フェノールフタレイン溶液を数滴加えると、赤色になる。
- ② グルコースのアルコール発酵によっても得られる。
- ③ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると、銀が析出する。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、溶解する。
- ⑤ 油脂に分類される。

b 得られた下層の溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体が発生した。発生した気体として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

25

- ① 水素
- ② 酸素
- ③ 二酸化炭素
- ④ 二酸化硫黄
- ⑤ ホルムアルデヒド

問4 分子量 649 の鎖状ペプチド X は、アラニン(分子量 89)とチロシン(分子量 181)の二種類のアミノ酸からなり、X 一分子に含まれるペプチド結合の数は 4 個である。X 一分子を構成するアラニンの数とチロシンの数の組合せとして最も適当なものを、次の ①～⑦ のうちから一つ選べ。 26

	アラニンの数	チロシンの数
①	1	3
②	2	2
③	3	1
④	1	4
⑤	2	3
⑥	3	2
⑦	4	1

問5 合成高分子化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の ①～⑤のうちから一つ選べ。 27

- ① ナイロン 6 は、1 種類の単量体から合成される。
- ② メラミン樹脂は、熱可塑性樹脂である。
- ③ アラミド繊維には、多数のベンゼン環が含まれる。
- ④ メタクリル樹脂は、有機ガラスともよばれる。
- ⑤ ポリエチレンテレフタレートは、ポリエステル的一种である。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

**第5問** 溶液の濃度を決定するなどの目的で、いろいろな滴定実験がおこなわれる。酸化還元反応を利用する酸化還元滴定もその一つである。チオ硫酸ナトリウムを用いた酸化還元滴定に関する次の問い(問1・問2)に答えよ。(配点 20)

問1 チオ硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  は還元性の強い物質であり、酸化剤であるヨウ素  $\text{I}_2$  の量を決定するのに用いられる。この2つの物質を混合したときの化学反応式は次式で表される。



上記の反応を用いる酸化還元滴定では、 $\text{I}_2$  を含んだ水溶液に指示薬として

**ア** を加えて、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液で  $\text{I}_2$  を滴定する。次の問い(a・b)に答えよ。

a **ア** に当てはまる指示薬として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **28**

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ① メチルオレンジ    | ② フェノールフタレイン |
| ③ 過マンガン酸カリウム | ④ デンプン       |
| ⑤ シュウ酸       | ⑥ プロモチモールブルー |

b ヨウ化カリウム KI を含んだヨウ素水溶液 10 mL を 0.10 mol/L の  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液で滴定したところ、終点まで 10 mL 必要であった。ヨウ素水溶液中の  $\text{I}_2$  の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。なお、KI は  $\text{I}_2$  を溶かすために加える物質であり、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  とは反応しない。 **29** mol/L

- ①  $1.3 \times 10^{-2}$       ②  $2.5 \times 10^{-2}$       ③  $5.0 \times 10^{-2}$       ④  $7.5 \times 10^{-2}$

問2 ある油脂X 1分子中の炭素原子間の二重結合の数を求めるため、次の実験1～5を行った。この実験に関する後の問い(a～c)に答えよ。

実験1 塩化ヨウ素 ICl と酢酸 CH<sub>3</sub>COOH を混合して溶液Aを調製した。

実験2 適切な溶媒に分子量 M の油脂X 100g を溶かし、実験1で調製した溶液Aを十分な量加え、密栓した後、暗所で十分な時間放置した。このとき、油脂内に存在する全ての炭素原子間の二重結合と ICl が反応した。たとえばエチレンであれば ICl と次のように反応する。



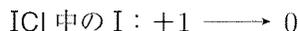
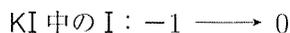
実験3 実験2の後の溶液に過剰量の KI 水溶液を加えたところ、次の反応により I<sub>2</sub> が生成し、溶液は褐色に変化した。



実験4 実験3で生成した溶液に問1 a ア の指示薬を加えて、0.10 mol/L の Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 水溶液で滴定したところ、終点までに V<sub>1</sub> (mL) が必要であった。

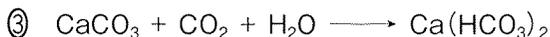
実験5 実験2で油脂Xを加えずに、同じ量の溶液Aと KI 水溶液を用いて実験2～4を行ったところ、実験3では上記と同様に褐色に変化し、実験4で終点までに必要な Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 水溶液は V<sub>2</sub> (mL) であった。

a 実験3の反応では、酸化数は次のように変化している。



上記のように、同一元素で酸化数が異なる2種類の原子が同じ酸化数になる反応に当てはまらないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

30



b 実験4のチオ硫酸ナトリウム水溶液の滴下量に影響を及ぼさない量の変化として最も適当な記述を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、いずれの場合も同様の反応が起こるものとする。 31

- ① 油脂Xを50gにする。
- ② 溶液A中の塩化ヨウ素の濃度を2倍にする。
- ③ チオ硫酸ナトリウム水溶液の濃度を0.50倍にする。
- ④ ヨウ化カリウム水溶液の濃度を2倍にする。

c 油脂X1分子中に含まれる炭素原子間の二重結合の数を表した式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 32

- ①  $\frac{M(V_2 - V_1)}{2} \times 10^{-6}$
- ②  $\frac{V_2 - V_1}{2M} \times 10^{-6}$
- ③  $\frac{M(V_1 - V_2)}{2} \times 10^{-6}$
- ④  $\frac{V_1 - V_2}{2M} \times 10^{-6}$