

理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1~12	4 問
化学	13~28	4 問
生物	29~44	5 問

注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で 44 ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により 1 科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から 1 科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から 1 科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙 1 枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の（例）のように，解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

（例）

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

化 学

解答に必要なときは、次の数値を用いなさい。また、気体はすべて理想気体とする。

原子量 H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Na = 23.0 S = 32.1 Cl = 35.5

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

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

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

標準状態 (0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) では、気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1 L = 1 ℓ = 1 dm³ 1 mL = 1 mℓ = 1 cm³

1 次の文を読んで以下の問い (問 1~6) に答えなさい。

図のような U 字管を水分子は通すが溶質分子は通さない半透膜で仕切った。

(I) 100 g の純水に非電解質のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 0.00353 g をすべて溶かして 27.0 °C の溶液を調製した。この溶液を U 字管の右側に入れ、左側に同じ温度の水を右側と液面の高さが同じになるように入れた。この状態で長時間放置すると、水分子が移動するため、溶液側の液面 β が [ア] し、水側の液面 α が [イ] し、(II) 一定の高さで止まった。このような水分子が移動する現象を浸透という。溶液側と水側の液面に高さの違いが生じるのは、半透膜を境にして、[ウ] から [エ] に液面の高さの差の分だけ圧力が作用しているからである。この液面の高さを同じにするためには、溶液の液面に圧力を加えなければならない。これに相当する圧力を浸透圧という。一方で、この浸透圧よりも大きい圧力を溶液に作用させると、上記とは異なる浸透となる。この現象は、[オ] と呼ばれ、(III) 海水からの純水の製造に用いられている。

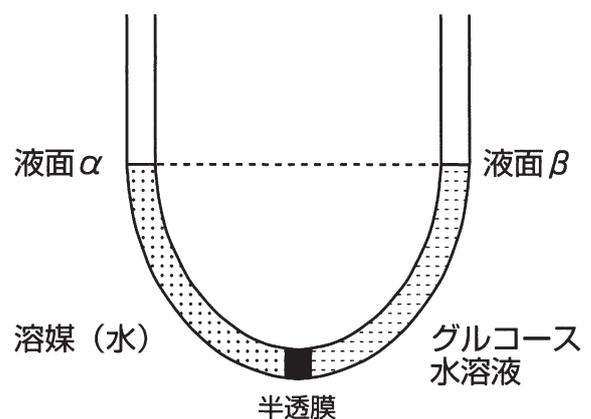


図 半透膜で仕切った水とグルコース水溶液

問 1. [ア]～[エ] にあてはまる語句の正しい組み合わせを解答群から選びなさい。

[解答群]

	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]
①	上昇	上昇	水側	溶液側
②	上昇	上昇	溶液側	水側
③	下降	下降	水側	溶液側
④	下降	下降	溶液側	水側
⑤	上昇	下降	水側	溶液側
⑥	上昇	下降	溶液側	水側
⑦	下降	上昇	水側	溶液側
⑧	下降	上昇	溶液側	水側

問 2. [オ] にあてはまる語句を解答群から選びなさい。

[解答群]

- ① 過冷却 ② 過飽和 ③ 緩衝作用 ④ 転化 ⑤ 塩析
 ⑥ 凝析 ⑦ 結晶化 ⑧ 励起状態 ⑨ 逆浸透

問 3. 下線 (I) の溶液の質量パーセント濃度 [%], 質量モル濃度 [mol/kg], モル濃度 [mol/L] の値をそれぞれ解答群から選びなさい。ただし, この溶液の密度を 1.00 g/cm^3 とする。(選択肢は繰り返し選んでもよい。)

質量パーセント濃度	<input type="text" value="3"/>	%
質量モル濃度	<input type="text" value="4"/>	mol/kg
モル濃度	<input type="text" value="5"/>	mol/L

[解答群]

- ① 3.53×10^{-3} ② 3.53×10^{-2} ③ 3.53×10^{-1} ④ 3.53
 ⑤ 1.96×10^{-4} ⑥ 1.96×10^{-3} ⑦ 1.96×10^{-2} ⑧ 1.96×10^{-1}

問4. 下線 (I) の溶液の浸透圧 [Pa] の値を解答群から選びなさい。ただし、 $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$ (ケルビン) とする。 6 Pa

[解答群]

- ① 4.40 ② 4.40×10 ③ 4.40×10^2 ④ 4.40×10^3
⑤ 4.89 ⑥ 4.89×10 ⑦ 4.89×10^2 ⑧ 4.89×10^3

問5. 下線 (II) の水側の液面 α と溶液側の液面 β の差の絶対値 [cm] を解答群から選びなさい。ただし、溶液の密度は 1.00 g/cm^3 で変化しないものとし、溶液の濃度は変化しないものとする。また、 $27.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ のとき、水銀柱の高さは 76.0 cm 、水銀の密度は 13.6 g/cm^3 とする。 7 cm

[解答群]

- ① 1.00 ② 2.00 ③ 3.00 ④ 4.00 ⑤ 5.00
⑥ 6.00 ⑦ 7.00 ⑧ 8.00 ⑨ 9.00 ⑩ 10.0

問6. 下線 (III) のように、 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ の海水から純水を得るのに必要な最低圧力 [Pa] を解答群から選びなさい。ただし、海水中の溶質は **NaCl** のみで、その濃度は 0.50 mol/L であるとし、**NaCl** は水に溶かすと完全に電離するものとする。また、 $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$ (ケルビン) とする。 8 Pa

[解答群]

- ① 1.1×10^2 ② 2.2×10^2 ③ 1.3×10^3 ④ 2.5×10^3
⑤ 1.1×10^5 ⑥ 2.2×10^5 ⑦ 1.3×10^6 ⑧ 2.5×10^6

2 次の各問の 内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。
(繰り返し選んでもよい。)

問 1. 化学反応は反応物と生成物が混在した状態で見かけ上停止しているように見えることがある。この状態を 9 の状態という。化学反応が 9 の状態にあるとき成分の濃度, 圧力, 温度などの条件を変化させると, その影響によって状態が 10 にくずれるがまた新しい平衡状態に達する。このように平衡状態が移ることを 11 という。1884年 12 は次の原理を提唱した。「 9 は濃度, 圧力, 温度などを変化させると, その影響を 13 向きに移動し新しい平衡状態になる。」

[9~13の解答群]

- ① やわらげる ② 大きくする ③ 化学平衡 ④ 遷移
⑤ 恒常的 ⑥ 平衡移動 ⑦ 一時的 ⑧ 安定
⑨ ルシャトリエ ⑩ ヘス

問 2. 低温で液体状態にある 1 mol の N_2O_4 をピストン付きの密閉容器に入れた。容器の温度を T [K] にしたところ N_2O_4 はすべて気体となり, さらに式 (A) に示す分解反応が進行し, 容器内に N_2O_4 と NO_2 の混合気体が生成した。



気体の温度を T [K] で一定にして容器の体積 V [L] でピストンを固定し, 反応が完全に平衡に達するまで放置した。

- (1) 平衡に達したときの N_2O_4 の分解した割合を α_1 として, 平衡状態時の N_2O_4 , NO_2 の物質量を α_1 を用いてあらわしなさい。



[14, 15の解答群]

- ① $1 - \alpha_1$ ② $1 - 2\alpha_1$ ③ α_1 ④ $2\alpha_1$

- (2) この反応の平衡定数 K を α_1 および V を用いてあらわしなさい。 16

[解答群]

① $\frac{2\alpha_1}{V(1-\alpha_1)}$ ② $\frac{4\alpha_1^2}{V(1-\alpha_1)}$ ③ $\frac{V(1-\alpha_1)}{4\alpha_1^2}$ ④ $\frac{V(1-\alpha_1)}{2\alpha_1}$

- (3) ピストンの固定をとり、温度一定のまま混合ガスの入った密閉容器の体積が $\frac{1}{2}V$ [L] になるまでピストンを押し、再びピストンを固定した。分解前に対して反応があらたな平衡に達したときの N_2O_4 が分解した割合を α_2 とすると、体積 V で N_2O_4 が分解した割合 α_1 と比べて α_2 の値はどうか。

17

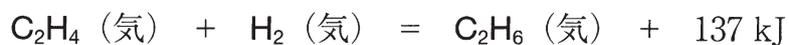
[解答群]

- ① α_1 より α_2 のほうが大きくなった。
② α_1 より α_2 のほうが小さくなった。
③ α_1 と α_2 は同じだった。
- (4) 最初に密閉容器に入れる N_2O_4 の物質量を 2 mol にして、温度 T [K]、体積 V [L] で同じように反応を行った。 N_2O_4 はすべて気体となり、 N_2O_4 の分解が進行して平衡に達した。この反応の平衡定数 K は、最初に密閉容器に入れる N_2O_4 の物質量が 1 mol の時と比べてどうか。 18

[解答群]

- ① 1 mol の時と比べて K は大きくなった。
② 1 mol の時と比べて K は小さくなった。
③ 1 mol の時と比べて K は変わらなかった。

問3. 次の熱化学方程式であらわされる反応が平衡状態に達している。(a)から(f)のように条件を変えると平衡はそれぞれの条件変化で、どちらの方向に移動するか。



- | | |
|---------------------------|----|
| (a) 温度と圧力を一定に保ちエタンを加える。 | 19 |
| (b) 温度と圧力を一定に保ち水素を加える。 | 20 |
| (c) 温度と圧力を一定に保ち窒素を加える。 | 21 |
| (d) 温度と容器の体積を一定に保ち窒素を加える。 | 22 |
| (e) 圧力を一定に保ち温度を上げる。 | 23 |
| (f) 圧力を一定に保ち温度を下げる。 | 24 |

[19~24の解答群]

- ① 左向き ② 右向き ③ 変わらない ④ 予測できない

3 次の文を読んで以下の問い（問1～13）に答えなさい。

塩化ナトリウムは海水中にもっとも多く含まれている塩であり，岩塩としても存在している。塩化ナトリウムの結晶では，1個のナトリウムイオンに 25 個の塩化物イオンが隣接しており，ナトリウムイオンだけに注目すると 26 の結晶型をしている。

塩化ナトリウムの水溶液を電気分解すると，陽極には気体の [ア] が，陰極には気体の [イ] と [ウ] イオンが生成する。工業的にはイオン交換膜法により，[ア] の混合を避けて陰極付近の水溶液から (A) を製造している。金属ナトリウムは水溶液の電気分解では得られないが，熔融塩電解（融解塩電解）により得ることができる。

塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると (B) が発生する。(A) と (B) の反応により塩化ナトリウムが生じる。

塩化ナトリウムは工業的には，セッケンの製造などに用いられる。

また，塩化ナトリウムの水溶液は，凝固点降下により水よりも凍りにくい。

問1. 25 にあてはまる数値を解答群から選びなさい。

[解答群]

- ① 4 ② 6 ③ 8 ④ 10 ⑤ 12

問2. 26 にあてはまる単位格子の名称を解答群から選びなさい。

[解答群]

- ① 体心立方格子 ② 面心立方格子 ③ 六方最密構造

問 3. [ア]～[ウ] にあてはまる気体およびイオンの名称の正しい組み合わせを解答群から選びなさい。 27

[解答群]

[ア]	[イ]	[ウ]	[ア]	[イ]	[ウ]
① 水素	酸素	水酸化物	⑦ 塩素	酸素	水素
② 水素	酸素	水素	⑧ 塩素	酸素	水酸化物
③ 水素	塩素	水酸化物	⑨ 酸素	塩素	水素
④ 水素	塩素	水素	⑩ 酸素	塩素	水酸化物
⑤ 塩素	水素	水酸化物	⑪ 酸素	水素	水素
⑥ 塩素	水素	水素	⑫ 酸素	水素	水酸化物

問 4. (A) にあてはまる物質の名称を解答群から選びなさい。 28

[解答群]

- ① 水酸化ナトリウム ② 炭酸ナトリウム
- ③ 炭酸水素ナトリウム ④ 硫酸ナトリウム

問 5. (A) の物質に関する説明として正しくないものを解答群から選びなさい。

29

[解答群]

- ① 白色の粒状物質で潮解性がある。
- ② 白色の粉状物質で風解性がある。
- ③ 強塩基である。
- ④ 油脂のけん化に用いられる。

問 6. (B) にあてはまる物質の名称を解答群から選びなさい。 30

[解答群]

- ① 塩素 ② 硫化水素 ③ 二酸化硫黄 ④ 塩化水素

問 7. (B) の物質に関する説明として正しくないものを解答群から選びなさい。

31

[解答群]

- ① 水溶液は強酸である。
② 強い酸化力があり，銀や銅も溶かす。
③ アンモニアと反応して白煙を生じる。
④ フッ化水素よりも沸点が低い。

問 8. 塩化ナトリウムの熔融塩電解（融解塩電解）で電極に生じる物質について正しく述べたものを解答群から選びなさい。 32

[解答群]

- ① 陽極にナトリウム，陰極に塩素が生成する。
② 陽極にナトリウム，陰極に水素が生成する。
③ 陽極に塩素，陰極にナトリウムが生成する。
④ 陽極に酸素，陰極にナトリウムが生成する。

問 9. 単体のナトリウムに関する説明として正しくないものを解答群から選びなさい。 33

[解答群]

- ① 軽金属である。
- ② やわらかく、カミソリの刃で切断できる。
- ③ 黄色の炎色反応を示す。
- ④ 水と激しく反応して、酸素を発生する。
- ⑤ 空気中ですみやかに酸化される。
- ⑥ 石油中で保管する。

問 10. 単体の塩素に関する説明として正しくないものを解答群から選びなさい。

34

[解答群]

- ① 黄緑色の有毒気体である。
- ② 水に少し溶け、水道水の殺菌に利用されている。
- ③ 加熱した銅と激しく反応して塩化銅（Ⅱ）を生じる。
- ④ 沸点はフッ素より高い。
- ⑤ 酸化力はフッ素よりも大きい。

問 11. セッケンを製造するときに利用されるコロイドの性質を解答群から選びなさい。 35

[解答群]

- ① 凝析 ② 透析 ③ 塩析 ④ チンダル現象 ⑤ 電気泳動

問12. 質量モル濃度が0.100 mol/kgの塩化ナトリウム水溶液の凝固点は何℃か。
ただし、水（溶媒）のモル凝固点降下を $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。 36 °C

[解答群]

- ① -0.185 ② -0.370 ③ -1.82 ④ -3.70

問13. 塩化ナトリウム，塩素およびナトリウムについて，物質を構成する粒子間の結合力についての説明で正しくないものを解答群から選びなさい。 37

[解答群]

- ① 塩化ナトリウムはナトリウムイオンと塩化物イオンの間のイオン結合でできている。
- ② 単体のナトリウムはナトリウム原子間の金属結合でできている。
- ③ 塩素分子内の塩素原子間の結合は配位結合である。
- ④ 塩素分子間にはたらく力はファンデルワールス力である。

4 次の問い（問1～8）に答えなさい。

問1. 窒素原子を含む芳香族化合物に関する記述として下線部に誤りを含むものを解答群から選びなさい。 38

[解答群]

- ① 塩化ベンゼンジアゾニウムが水と反応すると、クロロベンゼンが生成する。
- ② アニリンに無水酢酸を反応させると、アミド結合をもつ化合物が生成する。
- ③ アニリンにさらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- ④ *o*-ヒドロキシアゾベンゼンには、窒素原子間に二重結合が存在する。
- ⑤ 5℃以下においてアニリンの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する。

問2. エタノールに関する記述として誤りを含むものを解答群から選びなさい。

39

[解答群]

- ① フェーリング液を加えて加熱すると、赤色の酸化銅（I）が析出する。
- ② ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿が生成する。
- ③ 硫酸酸性の二クロム酸カリウムで酸化すると、アセトアルデヒドが生成する。
- ④ ナトリウムと反応させると、水素が発生する。
- ⑤ 水と任意の割合で溶け合う。
- ⑥ 糖類の発酵によって得ることができる。

問 3. 有機化合物の異性体に関する次の問いに答えなさい。

- (1) 分子式 $C_4H_8O_2$ で表される化合物のうち、エステル結合をもつものはいくつ存在するか。正しい数を解答群から選びなさい。 40

[解答群]

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

- (2) 分子式 C_7H_7Cl で表される化合物のうち、ベンゼン環をもつものはいくつ存在するか。正しい数を解答群から選びなさい。 41

[解答群]

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 4. 炭素，水素，酸素，硫黄からなる有機化合物の元素分析を行ったところ，炭素，水素，硫黄の質量パーセントが表 1 のようになった。この有機化合物の組成式として最も適当なものを解答群から選びなさい。 42

表 1 各元素の質量パーセント

C	H	S
39.1 %	8.7 %	34.8 %

[解答群]

- ① CH_4OS ② C_2H_6OS ③ $C_2H_6O_2S$
④ C_3H_8OS ⑤ $C_3H_8O_2S$ ⑥ $C_3H_8O_2S_2$

問 5. 次の操作 I・操作 II からなる実験により、ベンゼンから有機化合物 A (分子量 123) を合成した。

操作 I 試験管に濃硫酸 2 mL と濃硝酸 2 mL を取り、これにベンゼン 1 mL を加えた後、試験管を振り混ぜながら 60 °C で十分な時間加熱した。

操作 II この試験管の内容物をすべてビーカー中の冷水 50 mL に注ぎ、ガラス棒でかき混ぜた後、静置した。

- (1) この実験および生成した化合物 A に関する記述として誤りを含むものを、解答群から選びなさい。 43

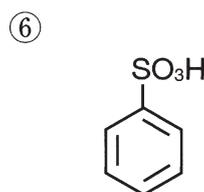
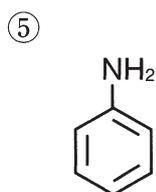
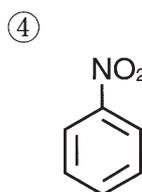
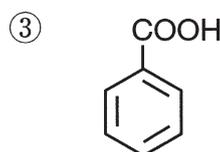
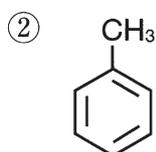
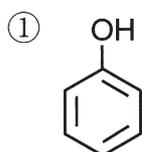
[解答群]

- ① 操作 I でベンゼンを試験管に加えた直後、内容物は二層に分かれ、上層がベンゼンであった。
- ② 操作 II の後、生成した化合物 A はビーカー内で上層に分離した。
- ③ 化合物 A は置換反応で生成した。
- ④ 化合物 A は特有のにおいをもつ。
- ⑤ 化合物 A はジエチルエーテルなどの有機溶媒によく溶ける。

- (2) 化合物 A の構造式として最も適するものを解答群から選びなさい。

44

[解答群]



問 6. 次の記述（ア～ウ）のいずれにもあてはまらない高分子化合物を解答群から選びなさい。 45

- ア 合成に HCHO を用いる。
- イ 縮合重合で合成される。
- ウ 窒素原子を含む。

[解答群]

- ① 尿素樹脂 ② ビニロン ③ ナイロン 66 ④ ポリスチレン
- ⑤ フェノール樹脂 ⑥ ポリエチレンテレフタレート (PET)
- ⑦ ポリアクリロニトリル

問 7. タンパク質に関する記述として誤りを含むものを解答群から選びなさい。

46

[解答群]

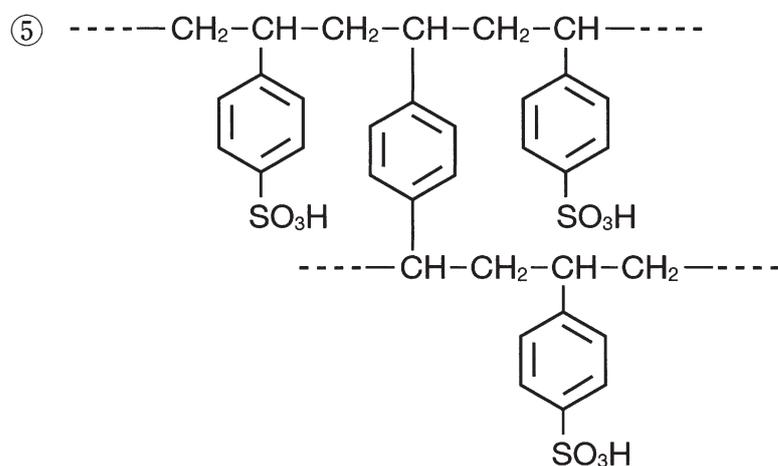
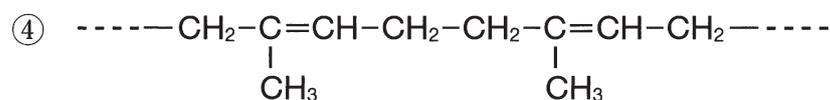
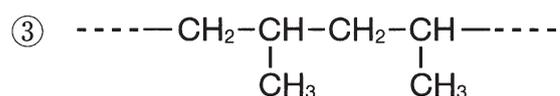
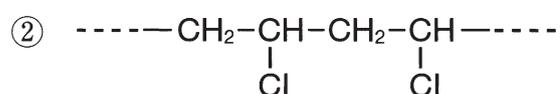
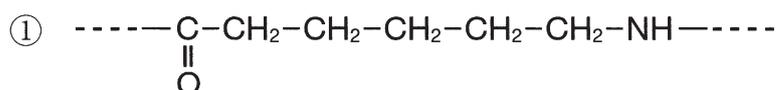
- ① 絹の主成分はタンパク質である。
- ② 二次構造は、水素結合によって安定に保たれている。
- ③ タンパク質の変性は、高次構造（立体構造）が変化することによる。
- ④ アミノ酸以外に糖を含むものがある。
- ⑤ 水溶性のタンパク質を水に溶かすとコロイド溶液となる。
- ⑥ ペプチド結合部分は、酸素－窒素（O－N）結合を含む。

問8. 次の記述 (a・b) にあてはまる高分子の構造の一部として最も適当なものを解答群から一つずつ選びなさい。

a イオン交換樹脂として用いられる高分子 47

b 天然ゴム (生ゴム) の主成分である高分子 48

[47, 48 の解答群]



(化学問題終わり)