

化 学

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 He 4.0 C 12 N 14

 O 16 Al 27 S 32 Ar 40

アボガドロ定数 6.0×10^{23} /mol

標準状態で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

ファラデー定数 9.65×10^4 C/mol

【問題 1】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる人名の組合せとして最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

「化学変化の前後において、物質の質量の総和は変わらない」という法則を確立したのは である。

「気体どうしの化学反応では、反応に関係する気体の体積比は、同温・同圧のもとでは簡単な整数比になる」という法則を発見したのは である。

「同温・同圧・同体積の気体には、気体の種類に関係なく、同数の分子が含まれる」という分子説を唱えたのは である。

	ア	イ	ウ
①	ドルトン	プルースト	ボイル
②	ラボアジェ	ゲーリュサック	アボガドロ
③	アボガドロ	ボイル	シャルル
④	メンデレーエフ	ドルトン	ラボアジェ
⑤	ボイル	ラボアジェ	アボガドロ
⑥	プルースト	アボガドロ	ゲーリュサック

問2 次の気体 (①～⑥) の中で標準状態において1 L 当たりの質量が最も小さい気体はどれか。最も適当なものを選び、番号で答えよ。

- ① Ar ② CO₂ ③ SO₂ ④ CH₄ ⑤ C₂H₆ ⑥ He

問3 次の分子 (①～⑥) のうち、1つの分子がもつ電子の総数が最大となる分子はどれか。最も適当なものを選び、番号で答えよ。

- ① HCl ② F₂ ③ H₂O ④ CO₂ ⑤ CH₄ ⑥ NH₃

【問題2】 次の問1～4に答えよ。(解答番号 ～)

問1 遺跡から発見された木材中の ^{14}C の割合を調べたところ、大気中に含まれる量と比べると75%の量が減少していた。この木材が切り倒されたのは今から何年前と考えられるか。図1を参考にして、最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 前

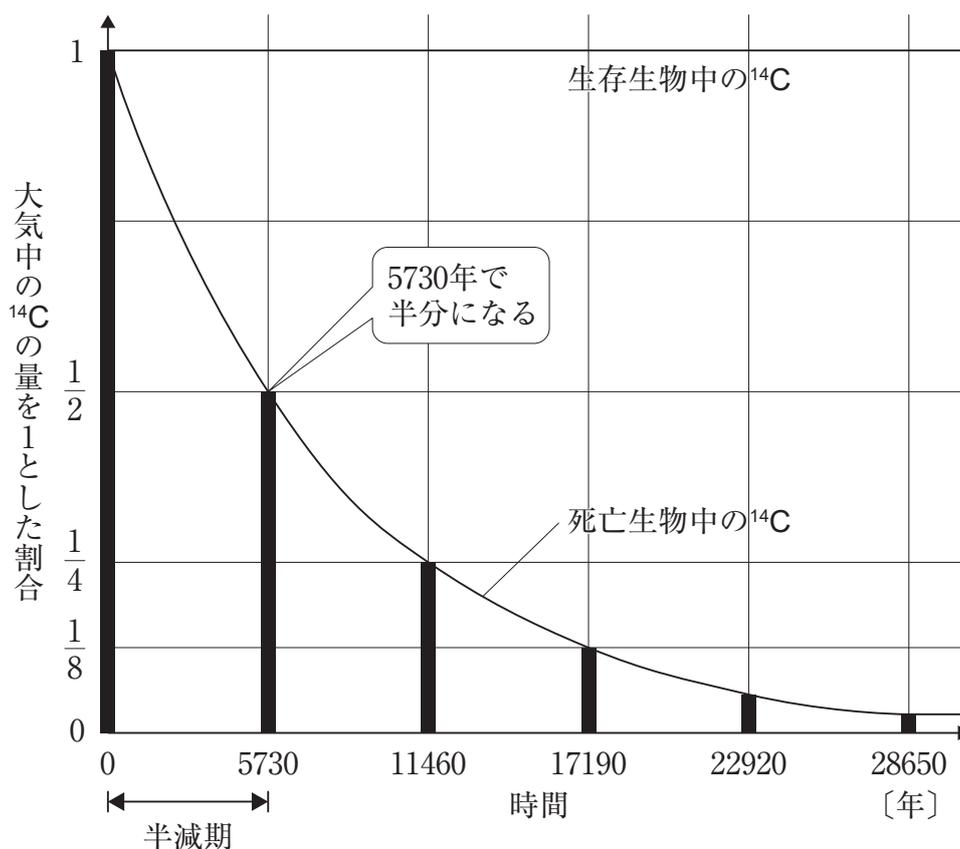


図1

- ① 5730年 ② 11460年 ③ 17190年
④ 22920年 ⑤ 28650年

問2 気体に関する次の文章中の ア ~ ウ に当てはまる記号および語句の組合せとして最も適当なものを下の①~⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 5

気体分子は熱運動によって空間を飛び回っている。図2は温度 T_1 (実線) と温度 T_2 (破線) における、気体分子の速さとその速さをもつ分子の数の割合との関係を示した図である。ここで T_1 と T_2 の関係は T_1 ア T_2 である。変形しない密閉容器中では、単位時間に気体分子が容器の器壁に衝突する回数は、分子の速さが小さいほど イ なる。これは、温度を T_1 から T_2 へと変化をさせたときに、容器の圧力が ウ なる現象と関連している。

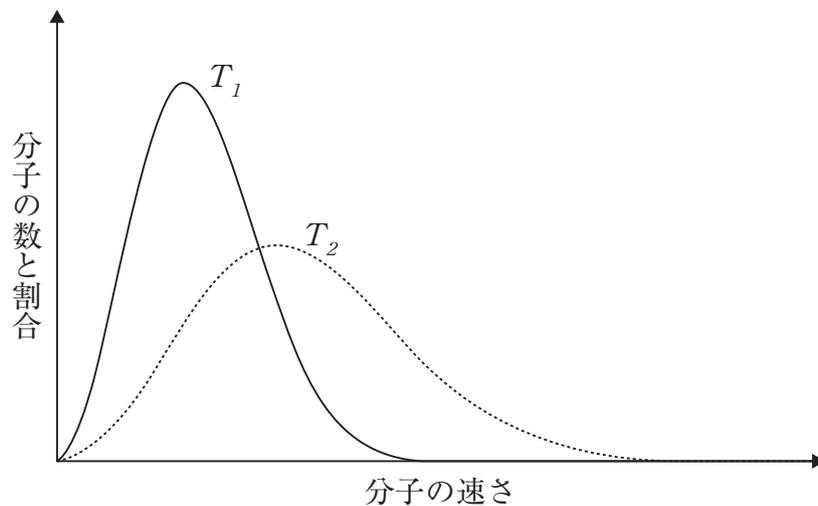


図2

	ア	イ	ウ
①	>	多く	低く
②	>	多く	高く
③	>	少なく	低く
④	>	少なく	高く
⑤	<	多く	低く
⑥	<	多く	高く
⑦	<	少なく	低く
⑧	<	少なく	高く

問3 日常の生活で使われている金属に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

6

- ① スズは、青銅の原料として用いられる。
- ② アルミニウムは、ジュラルミンの原料として用いられる。
- ③ 鉄は、湿った空気中では赤さびを生じる。
- ④ 金は、空気中で化学的に変化しにくく、宝飾品に用いられる。
- ⑤ 銀は、電気伝導性や熱伝導性が小さい。
- ⑥ 白銅は、ニッケルを含んだ合金である。

問4 身の回りの出来事と、その反応や変化を表す語句の組合せとして誤りを含むものはどれか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 7

	身の回りの出来事	反応や変化
①	-20℃の冷凍庫内に保存していた氷が小さくなった。	昇華
②	冷たい飲み物を入れたガラスコップの表面に水滴がついた。	凝縮
③	冷蔵庫に活性炭を入れると、庫内の臭いが消えた。	気化
④	漂白剤を使うと、白い衣服についたインクのシミが消えた。	酸化・還元
⑤	セッケン水に油を入れて振り混ぜると、油は微細な小滴となって分散した。	乳化
⑥	ドライアイスがテーブルの上で炭酸ガスに変化した。	昇華

【問題3】 次の問1, 2に答えよ。(解答番号 ,)

問1 次の文章の空欄 (~) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①~⑧のうちから一つ選び, 番号で答えよ。

原子はそれぞれ固有の質量をもつが, その値は極めて ので, 一定数個の集団として扱われる。

6.0×10^{23} 個の粒子の集団を 1 mol という。また, 粒子の個数で表した物質の量を と, 物質 1 mol あたりの質量を という。

	ア	イ	ウ
①	大きい	物質量	アボガドロ数
②	大きい	物質量	モル質量
③	大きい	分子量	アボガドロ数
④	大きい	分子量	モル質量
⑤	小さい	物質量	アボガドロ数
⑥	小さい	物質量	モル質量
⑦	小さい	分子量	アボガドロ数
⑧	小さい	分子量	モル質量

問2 次の記述（a～d）について、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 9

- a 水 90 g 中には、 9.0×10^{24} 個の水分子が含まれる。
- b アルミニウム 0.30 mol の質量は 8.1 gである。
- c 3.2 g のメタン CH_4 がある。この気体の占める体積は、標準状態で 0.20 Lである。
- d 自然界のホウ素には ^{10}B （相対質量 10.0）と ^{11}B （相対質量 11.0）の2種類の同位体が存在する。ホウ素の原子量が 10.8 のとき、 ^{10}B の存在比は 20.0%である。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 0

【問題4】 次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の各塩の水溶液 (a～f) のうち、酸性 (ア)、中性 (イ) に該当するものはそれぞれいくつあるか。最も適当な組合せを下の①～⑨のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a NaCl b KCl c NH₄Cl
 d NaHCO₃ e NaHSO₄ f K₂CO₃

	(ア)	(イ)
①	1	1
②	1	2
③	1	3
④	2	1
⑤	2	2
⑥	2	3
⑦	3	1
⑧	3	2
⑨	3	3

問2 酢酸水溶液では、次の電離平衡が成り立つ。



酢酸水溶液に下の操作 (a～e) を行うと、平衡が左に移動するものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 水で希釈する。
 b 塩化水素を通じる。
 c 酢酸ナトリウム (結晶) を加える。
 d 水酸化ナトリウム (結晶) を加える。
 e 塩化ナトリウム (結晶) を加える。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 0.025 mol/L の希塩酸 20 mL と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 30 mL を混合した溶液の pH はいくつか。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、強酸、強塩基の水溶液の電離度は 1.0、水のイオン積は $K_w=1.0\times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とする。また、 $\log 2=0.3$ 、 $\log 3=0.5$ とする。

12

- ① 2.6 ② 4.3 ③ 5.4
④ 8.6 ⑤ 10.8 ⑥ 12.7

【問題5】 酸素とその化合物について次の問1～3に答えよ。(解答番号 13 ~ 15)

問1 次の文章の空欄(ア ~ ウ)に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 13

酸素 O_2 は工業的には液体空気の ア からつくられ、実験室では過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えるか、塩素酸カリウムに酸化マンガン(IV)を混ぜて加熱する方法でつくる。このとき酸化マンガン(IV)は イ として働いている。成層圏上部では、太陽から紫外線を吸収して酸素からオゾンがつけられている。オゾンは ウ で特異臭の有毒な気体で、強い酸化作用を示す。

	ア	イ	ウ
①	分留	還元剤	淡青色
②	分留	還元剤	淡黄色
③	分留	触媒	淡青色
④	分留	触媒	淡黄色
⑤	電気分解	還元剤	淡青色
⑥	電気分解	還元剤	淡黄色
⑦	電気分解	触媒	淡青色
⑧	電気分解	触媒	淡黄色

問2 酸化物の反応に関する次の記述①～⑤の中に、誤りを含むものが一つある。最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 14

- ① SO_2 を水と反応させると、 H_2SO_3 が生じる。
- ② P_4O_{10} を水に加えて加熱すると、 H_3PO_4 が生じる。
- ③ CaO を希塩酸に加えると、 $CaCl_2$ が生じる。
- ④ HNO_3 に光をあてると、 NO が生じる。
- ⑤ Al_2O_3 を水酸化ナトリウムの水溶液と反応させると、 $Na[Al(OH)_4]$ が生じる。

問3 質量パーセント濃度 3.4%の過酸化水素水 20 g を少量の酸化マンガン(IV)に加えて、酸素を発生させた。過酸化水素が完全に反応すると、発生する酸素の体積は標準状態で何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 15 L

- ① 0.056 ② 0.11 ③ 0.22
④ 0.56 ⑤ 1.1 ⑥ 2.2

【問題6】 2族元素に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

周期表の2族に属する元素 Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra はいずれも価電子2個を持ち、価電子を放出して2価の陽イオンになりやすい。同じ周期のアルカリ金属の単体よりも融点が く、密度が 。2族元素は天然には単体として存在 。

	ア	イ	ウ
①	低	大きい	する
②	低	大きい	しない
③	低	小さい	する
④	低	小さい	しない
⑤	高	大きい	する
⑥	高	大きい	しない
⑦	高	小さい	する
⑧	高	小さい	しない

問2 2族元素に関する次の記述 (①～⑤) のうち、カルシウムやバリウムにあてはまるが、マグネシウムにあてはまらないものが一つある。最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 単体は常温の水とは反応しない。
- ② 炭酸塩は水に溶けにくい。
- ③ 水酸化物は強塩基である。
- ④ 特有の炎色反応を示さない。
- ⑤ 工業的には熔融塩電解で製造される。

問3 2族元素に関する次の記述(a～e)について下線部に誤りを含むものの組合せを、
次の①～⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。

18

- a 酸化カルシウムや塩化カルシウムは乾燥剤として利用される。
- b マグネシウムはアルミニウム・亜鉛などと合金を作る。
- c 塩化バリウムはX線造影剤などに使われる。
- d 水酸化カルシウムは塩基性の土壌や河川の中和剤として使用される。
- e 炭酸水素カルシウムの水溶液を加熱すると白色沈殿が生成する。

- ① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
- ⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

【問題 7】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 図 3 のような装置を用い、有機化合物の元素分析をおこなった。この元素分析に関する次の記述 (a～e) について、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

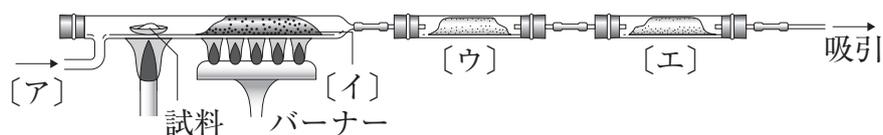


図 3

- a 図 3 の [ア] の → から乾燥した酸素 O_2 を送っている。
- b 試料を完全燃焼させるための酸化剤として、[イ] の部分に酸化銅(Ⅱ) CuO を用いた。
- c 実験で生じた二酸化炭素 CO_2 はソーダ石灰に、水 H_2O は塩化カルシウムに吸収させた。
- d 図 3 の [ウ] の吸尿管にはソーダ石灰を、[エ] の吸尿管には塩化カルシウムを入れた。
- e 一般に実験で求めた分子量は、実験誤差のために組成式の式量の整数倍にならないこともある。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問2 炭素，水素，酸素からなる有機化合物 6.0 mg を完全燃焼させると，二酸化炭素 13.2 mg と水 7.2 mg を生じた。この有機化合物の組成式として最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び，番号で答えよ。

- ① CHO ② CH₂O ③ CH₄O
④ C₂H₄O ⑤ C₂H₆O ⑥ C₃H₈O

問3 問2の化合物の分子量は 60 であった。またこの化合物はナトリウムと反応した。この化合物の可能な構造式はいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び，番号で答えよ。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

【問題 8】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 次の芳香族化合物 (a～f) の中で中性物質はいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑦のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a ベンゼンスルホン酸 b フェノール c トルエン
d 安息香酸 e ニトロベンゼン f アニリン

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 0

問 2 次の記述 (a～e) について、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a サリチル酸は塩化鉄(Ⅲ) FeCl_3 水溶液と反応し、赤紫色を呈する。
b フェノールは常温では無色の液体で、潮解性がある。
c 濃硝酸と濃硫酸の混合物をベンゼンに加えて反応させると、ベンゼンスルホン酸が生じる。
d 鉄粉を触媒として、ベンゼンに塩素 Cl_2 を作用させると、クロロベンゼン $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ が生じる。
e キシレンの 3 種類の構造異性体は同じ融点を有する。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 アニリン 4.65 g から得られるアセトアニリドは理論上何 g か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

24

 g

- ① 2.33 ② 3.38 ③ 4.65
④ 5.60 ⑤ 6.75 ⑥ 9.32