

【I】次の [1] , [2] にある文章を読み、各問に答えよ。答は各問の (A) ~ (E) の中から選べ。

[1] アボガドロ定数は、いろいろな方法で実験的に求められているが、結晶構造の数値から求められたものの精度が高いことが知られている。ナトリウムの結晶は体心立方格子 (図1) をとり、単位格子に含まれるナトリウム原子の数は、 a 個である。ナトリウムの結晶の密度 d [g/cm^3] と単位格子の一辺の長さ l [cm] がわかると、この立方体に含まれるナトリウムの質量が計算でき、この値と、ナトリウムの原子量 23.0 および a の値を用いてアボガドロ定数を求めることができる。

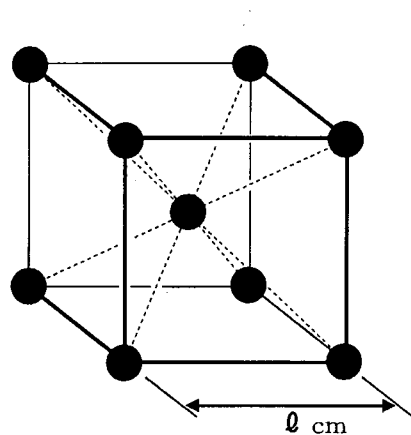


図1

(1) アボガドロ定数に関連する次の記述のうち誤っているものはどれか。

- (A) 1 mol 当たりの粒子の個数は、アボガドロ定数で表される。
- (B) アボガドロ定数は炭素の同位体 ^{12}C の 12 g 中の原子の数を基に決められている。
- (C) mol を単位にして表した量を物質質量という。
- (D) 粒子 1 mol 当たりの質量を、その粒子のモル質量という。
- (E) 酸素分子 16 g 中の分子の数と水 18 g 中の酸素原子の数は等しい。

(2) a はいくらか。

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 3
- (D) 5
- (E) 9

(3) アボガドロ定数を与える式として正しいものはどれか。

- (A) $\frac{23.0 a l^3}{d}$
- (B) $\frac{23.0 a d}{l^3}$
- (C) $\frac{23.0 a}{d l^3}$
- (D) $\frac{d l^3}{23.0 a}$
- (E) $\frac{l^3}{23.0 a d}$

【II】 次の〔1〕～〔5〕の問に答えよ。答は各問の(A)～(E)の中から選べ。

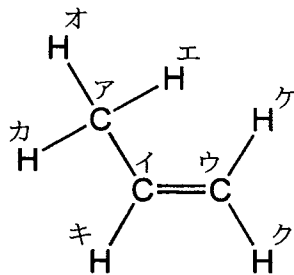
〔1〕 炭化水素基としてアルキル基のみをもつ炭素原子数3以上のアルコール、アルデヒド、エーテル、ケトンのうち、分子式が一般式

$C_nH_{2n+2}O$ ($n \geq 3$) で表されるものの組み合わせはどれか。

- (A) アルコール, アルデヒド (B) アルコール, エーテル (C) アルコール, ケトン
(D) アルデヒド, エーテル (E) アルデヒド, ケトン

〔2〕 右図のようにプロペン C_3H_6 を構成する原子に、ア～ケの符号をつけた。これらのうちから、常に同一平面上にあるものをすべて選べ。

- (A) ア, イ, ウ (B) エ, オ, カ (C) ア, イ, エ, オ, カ
(D) ア, イ, ウ, キ, ク, ケ (E) エ, オ, カ, キ, ク, ケ



〔3〕 第二級アルコールはどれか。

- (A) 1-プロパノール (B) 2-メチル-1-プロパノール (C) 2-メチル-2-プロパノール
(D) 1-ブタノール (E) 2-ブタノール

〔4〕 ナトリウムと反応して水素を発生する物質で、水に溶かすとその水溶液が中性を示すものはどれか。

- (A) デカン (B) エタノール (C) フェノール (D) アニリン (E) ベンゼンスルホン酸

[5] 次の記述を読み、(1)、(2)の間に答えよ。

アニリン、フェノール、トルエンのエーテル混合溶液を分液漏斗にとり、次の操作a～dを順に行った。ただし、それぞれの操作で、目的とする分離が完全に行われたものとする。

a. 塩酸を加え、よく振り混ぜたのち、水層①とエーテル層①に分離した。

b. 水層①に、水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜた。さらにエーテルを加え、よく振り混ぜたのち、エーテル層②を得た。

c. エーテル層①に、水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜたのち、水層②とエーテル層③に分離した。

d. 水層②に二酸化炭素を通じた。さらにエーテルを加え、よく振り混ぜたのち、エーテル層④を得た。

(1) エーテル層②に分離された化合物を確認するためには(ア)が、エーテル層④に分離された化合物を確認するためには(イ)が用いられる。ア、イに当てはまるものが、順に並んでいるものはどれか。

(A) さらし粉水溶液 — 塩化鉄(III)水溶液 (B) さらし粉水溶液 — フェーリング液 (C) 塩化鉄(III)水溶液 — フェーリング液

(D) 塩化鉄(III)水溶液 — さらし粉水溶液 (E) フェーリング液 — さらし粉水溶液

(2) エーテル層③に分離された化合物を過マンガン酸カリウムにより酸化すると生じるものはどれか。

(A) ベンゼン (B) ニトロベンゼン (C) 安息香酸 (D) スチレン (E) サリチル酸

【Ⅲ】 次の [1] ~ [6] の問に答えよ。答は各問の (A) ~ (E) の中から選べ。

[1] 周期表第2周期から第5周期までのハロゲンに関する次の記述のうち誤っているものはどれか。 12

- (A) いずれも周期表17族元素に含まれる。
- (B) いずれの原子も価電子7個をもち、1価の陰イオンになりやすい。
- (C) いずれの原子もイオン結合による塩をつくるし、共有結合による分子もつくる。
- (D) 単体はいずれもアルカリ金属と反応してハロゲン化物を生じる。
- (E) 単体は常温・常圧で気体または液体である。

[2] ハロゲンの化合物に関する次の記述のうち誤っているものはどれか。 13

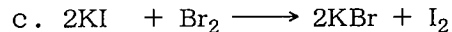
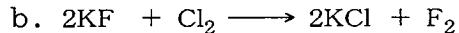
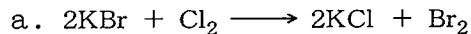
- (A) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えておだやかに加熱すると塩化水素が生じる。
- (B) 塩化水素は上方置換で捕集する。
- (C) フッ化水素の水溶液は石英を溶かす性質をもつ。
- (D) 臭化水素の水溶液は強酸である。
- (E) 塩素酸カリウムには強い酸化作用があり、酸化剤として用いられる。

[3] ハロゲン化銀の1つである塩化銀は水にほとんど溶けない。暗所で 0.200 mol/l 硝酸銀水溶液 100.0 ml に 0.100 mol/l 塩化ナトリウム水溶液 100.0 ml を加えるとき、析出する塩化銀の質量はおよそ何 g か。 14

- (A) 0.144
- (B) 0.287
- (C) 1.44
- (D) 2.52
- (E) 2.87

[4] ハロゲン化物の水溶液とハロゲンの単体との次の反応のうちから、実際にはほとんど起こらないものをすべて選べ。

15



(A) a, b

(B) a, c

(C) b, c

(D) b, d

(E) c, d

[5] 塩化水素の水溶液は塩酸と呼ばれる強酸であり、さまざまな金属と反応して水素を発生させる。次の金属のうちから塩酸を加えると水素が発生するものをすべて選べ。

16

a. Al

b. Cu

c. Fe

d. Sn

e. Pt

(A) a, c

(B) b, d

(C) a, c, d

(D) b, c, e

(E) c, d, e

[6] 塩素酸ナトリウム NaClO_3 は、少量の酸化マンガン(IV)とともに加熱すると、分解して酸素を発生する。この反応により 21.3 g の塩素酸ナトリウムが完全に分解するとき発生する酸素の体積は、標準状態で何 l か。

17

(A) 4.48

(B) 6.72

(C) 8.96

(D) 13.4

(E) 26.8

【IV】 次の [1] ~ [4] の間に答えよ。答は各問の (A) ~ (J) の中から選べ。

[1] 容積が 31.5 l の真空の容器に純物質 **A** (気体) を充填し、容器と **A** をあわせた質量を測定したところ 31.50 kg であり、**A** の温度と圧力はそれぞれ 27°C, 56.0 atm であった。温度を 27°C に保ちながら **A** の一部を容器から放出したところ総質量が 31.00 kg になり、圧力が 42.0 atm になった。**A** を理想気体として (1) ~ (3) の間に答えよ。

(1) 放出前の容器中の **A** の質量は何 kg か。

(A) 0.14 (B) 0.29 (C) 1.1 (D) 1.4 (E) 1.7 (F) 2.0 (G) 2.3 (H) 2.9 (I) 3.4 (J) 4.0

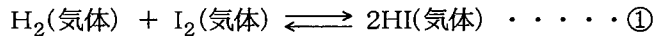
(2) **A** の分子量を与える式として正しいものはどれか。ただし、放出前の容器中の **A** の質量を W [kg], 気体定数を R [atm · l / (mol / K)] とする。

(A) $17.0 RW$ (B) $34.0 RW$ (C) $51.0 RW$ (D) $68.0 RW$ (E) $85.0 RW$
(F) $102 RW$ (G) $119 RW$ (H) $136 RW$ (I) $153 RW$ (J) $170 RW$

(3) 放出後の容器中の **A** の分子数を与える式として正しいものはどれか。ただし、放出前の容器中の **A** の質量を W [kg], **A** の分子量を M , アボガドロ定数を N [/mol] とする。

(A) $\frac{250N(3W-1)}{M}$ (B) $\frac{250N(4W-1)}{M}$ (C) $\frac{500N(2W-1)}{M}$ (D) $\frac{500N(3W-1)}{M}$ (E) $\frac{750N(2W-1)}{M}$
(F) $\frac{750N(4W-1)}{M}$ (G) $\frac{1000N(W-1)}{M}$ (H) $\frac{1000N(2W-1)}{M}$ (I) $\frac{2000N(3W-1)}{M}$ (J) $\frac{2000N(4W-1)}{M}$

[2] 次の反応の化学平衡に関する(1),(2)の間に答えよ。



(1) 次の記述のうちから正しいものをすべて選べ。

- a. H_2 と I_2 から HI が生成する反応が発熱反応であれば、温度を上げると反応①の平衡定数は小さくなる。
- b. 温度と圧力が同じであれば、反応①と反応 $2\text{HI}(\text{気体}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{気体}) + \text{I}_2(\text{気体})$ の平衡定数は等しい。
- c. 反応①が平衡状態にあるとき、温度と圧力を一定に保ちながら新たに I_2 を加えると、 H_2 の濃度は減少する。
- d. 反応①が平衡状態にあるとき、温度を一定に保ちながら加圧すると、平衡は容器中の HI の物質が増加する方向に移動する。
- e. 反応①が平衡状態にあるとき、温度と圧力を一定に保ちながらこの反応の活性化エネルギーを小さくする触媒を加えると、平衡は HI の濃度が増加する方向に移動する。

(A) a (B) b (C) c (D) d (E) e (F) a, b (G) a, c (H) b, c (I) b, d (J) c, e

(2) 容積が 20.0 l の真空の容器に 0.72 mol の HI を入れて温度を一定に保ったところ、 HI の一部が H_2 と I_2 に変化して平衡に達した。この平衡状態における HI と H_2 の濃度 $[\text{mol/l}]$ の組み合わせ (HI , H_2 の順) として正しいものはどれか。ただし、この温度における反応①の平衡定数を 49.0 とする。

- (A) 0.021, 0.0030 (B) 0.021, 0.021 (C) 0.028, 0.0040 (D) 0.028, 0.024 (E) 0.035, 0.0050
(F) 0.035, 0.027 (G) 0.042, 0.0060 (H) 0.042, 0.029 (I) 0.21, 0.030 (J) 0.28, 0.040

[3] 緩衝作用をもつ溶液を緩衝溶液という。緩衝作用および緩衝溶液に関する次の記述のうちから正しいものをすべて選べ。

23

- a. 強酸と強塩基の混合水溶液には緩衝作用がある。
- b. 2種の弱酸の混合水溶液には緩衝作用がある。
- c. 弱酸とその塩の混合水溶液には緩衝作用がある。
- d. 緩衝作用とは、水溶液を中性に保つ、すなわちpHをちょうど7.0に保つはたらきのことである。
- e. 緩衝溶液には、その中へ酸や塩基、あるいは水を少量加えてもpHをほぼ一定に保つはたらきがある。

(A) a (B) b (C) c (D) d (E) e (F) a, c (G) b, d (H) b, e (I) c, d (J) c, e

[4] ある温度において、分子量が M の1価の弱酸(HA) W [g] を水に溶かして体積が V [l] の水溶液をつくった。この温度におけるHAの電離平衡定数を K [mol/l] とすると、この水溶液の水素イオン濃度 [mol/l] を与える式として正しいものはどれか。ただし、この条件下におけるHAの電離度は1に比べて極めて小さいものとする。

24

- (A) $\sqrt{\frac{KW}{MV}}$ (B) $\sqrt{\frac{2KW}{MV}}$ (C) $\frac{KW}{MV}$ (D) $\frac{2KW}{MV}$ (E) $\sqrt{\frac{W}{KMV}}$
(F) $\sqrt{\frac{2W}{KMV}}$ (G) $\frac{W}{KMV}$ (H) $\frac{2W}{KMV}$ (I) $\sqrt{\frac{KMV}{W}}$ (J) $\frac{KMV}{W}$

【V】 次の [1] ~ [5] の問に答えよ。答は各問の (A) ~ (F) または (A) ~ (I) の中から選べ。

[1] あるアミノ酸に含まれる元素を調べるため、次の実験 a~d を行った。それぞれの実験で検出された元素が、実験 a, b, c, d の順に並んでいるものはどれか。

- a. アミノ酸を酸化銅(II)と混合して加熱した。発生した気体を石灰水に通したところ、石灰水は白く濁った。
- b. アミノ酸を酸化銅(II)と混合して加熱した。発生した気体を硫酸銅(II)無水塩の粉末中に通したところ、粉末の色は白から青に変化した。
- c. アミノ酸をソーダ石灰と混合して加熱した。発生した気体に濃塩酸をつけたガラス棒を近づけたところ、白煙が上がった。
- d. アミノ酸をナトリウムの小片とともに加熱融解した。その生成物を水に溶かし、さらに酢酸で酸性にした酢酸鉛(II)水溶液を加えたところ、黒色沈殿が生じた。

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (A) 水素 — 炭素 — 硫黄 — 窒素 | (B) 水素 — 窒素 — 炭素 — 硫黄 | (C) 窒素 — 水素 — 硫黄 — 炭素 |
| (D) 窒素 — 硫黄 — 炭素 — 水素 | (E) 硫黄 — 炭素 — 窒素 — 水素 | (F) 硫黄 — 窒素 — 水素 — 炭素 |
| (G) 炭素 — 窒素 — 硫黄 — 水素 | (H) 炭素 — 硫黄 — 水素 — 窒素 | (I) 炭素 — 水素 — 窒素 — 硫黄 |

[2] あるアミノ酸 12.1 mg を完全に燃焼させて得られたもののうち、二酸化炭素と水の質量を測定したところ、それぞれ 13.2 mg, 6.30 mg であった。このアミノ酸は分子量が 121 であり、質量百分率で窒素を 11.6 %, 硫黄を 26.5 % 含んでいる。このアミノ酸 1 分子には、炭素原子が (a) 個、水素原子が (b) 個、窒素原子が (c) 個、酸素原子が (d) 個、硫黄原子が (e) 個含まれている。a~e はそれぞれいくらか。同じ選択肢を何回使ってもよい。

a は , b は , c は , d は , e は である。

- | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (A) 1 | (B) 2 | (C) 3 | (D) 4 | (E) 5 | (F) 6 | (G) 7 | (H) 8 | (I) 9 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

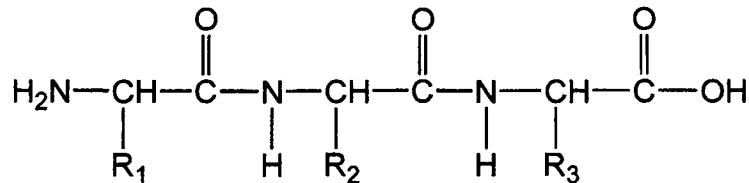
[3] アミノ酸水溶液に塩酸を加えていくと、アミノ酸のカルボキシル基の部分は (a) , アミノ基の部分は (b) 。このような状態では、アミノ酸分子は全体として (c) となっている。a~cに当てはまるものが、順に並んでいるものはどれか。 31

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| (A) 正の電荷をもち続け — 負の電荷をもち続ける — 双性イオン | (B) 正の電荷をもち続け — 電荷をもたなくなる — 陽イオン |
| (C) 負の電荷をもち続け — 正の電荷をもち続ける — 双性イオン | (D) 負の電荷をもち続け — 電荷をもたなくなる — 陰イオン |
| (E) 電荷をもたなくなり — 正の電荷をもち続ける — 陽イオン | (F) 電荷をもたなくなり — 負の電荷をもち続ける — 陰イオン |

[4] アミノ酸に酸性下でメタノールを作用させると、アミノ酸の (a) が反応して (b) 結合をつくる。また、アミノ酸に無水酢酸を作用させると、アミノ酸の (c) が反応して (d) 結合をつくる。a~dに当てはまるものが、順に並んでいるものはどれか。 32

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| (A) アミノ基 — エステル — カルボキシル基 — アミド | (B) アミノ基 — アミド — カルボキシル基 — アミド |
| (C) アミノ基 — アミド — カルボキシル基 — エステル | (D) カルボキシル基 — アミド — アミノ基 — エステル |
| (E) カルボキシル基 — エステル — アミノ基 — エステル | (F) カルボキシル基 — エステル — アミノ基 — アミド |

[5] 下図の一般式で示されるトリペプチドに関する(1), (2)の間に答えよ。



(R₁, R₂, R₃はH, CH₃などを示す)

(1) 2個のグリシン(H₂N-CH₂-COOH)と1個のアラニン(H₂N-CH(CH₃)-COOH)からなるトリペプチドに対して、ビウレット反応, キサントプロテイン反応およびニンヒドリン反応の3つの呈色反応を行うとすると, どのような結果が予想されるか。次のうちから正しい組み合わせを選べ。呈色する場合を○, 呈色しない場合を×で表してある。 33

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
ビウレット反応	○	○	○	×	×	×
キサントプロテイン反応	○	×	×	○	○	×
ニンヒドリン反応	×	○	×	○	×	○

(2) 前問のトリペプチドには, アミノ酸の並び方を考えると (a) 種類の構造があり, 光学異性体も含めて考えると (b) 種類の構造がある。a, bに当てはまる数が, 順に並んでいるものはどれか。 34

- (A) 2—4 (B) 2—8 (C) 2—16 (D) 3—6 (E) 3—12
 (F) 3—24 (G) 6—12 (H) 6—24 (I) 6—48