

2023 年度

医学部医学科一般・学士入学者選抜試験問題

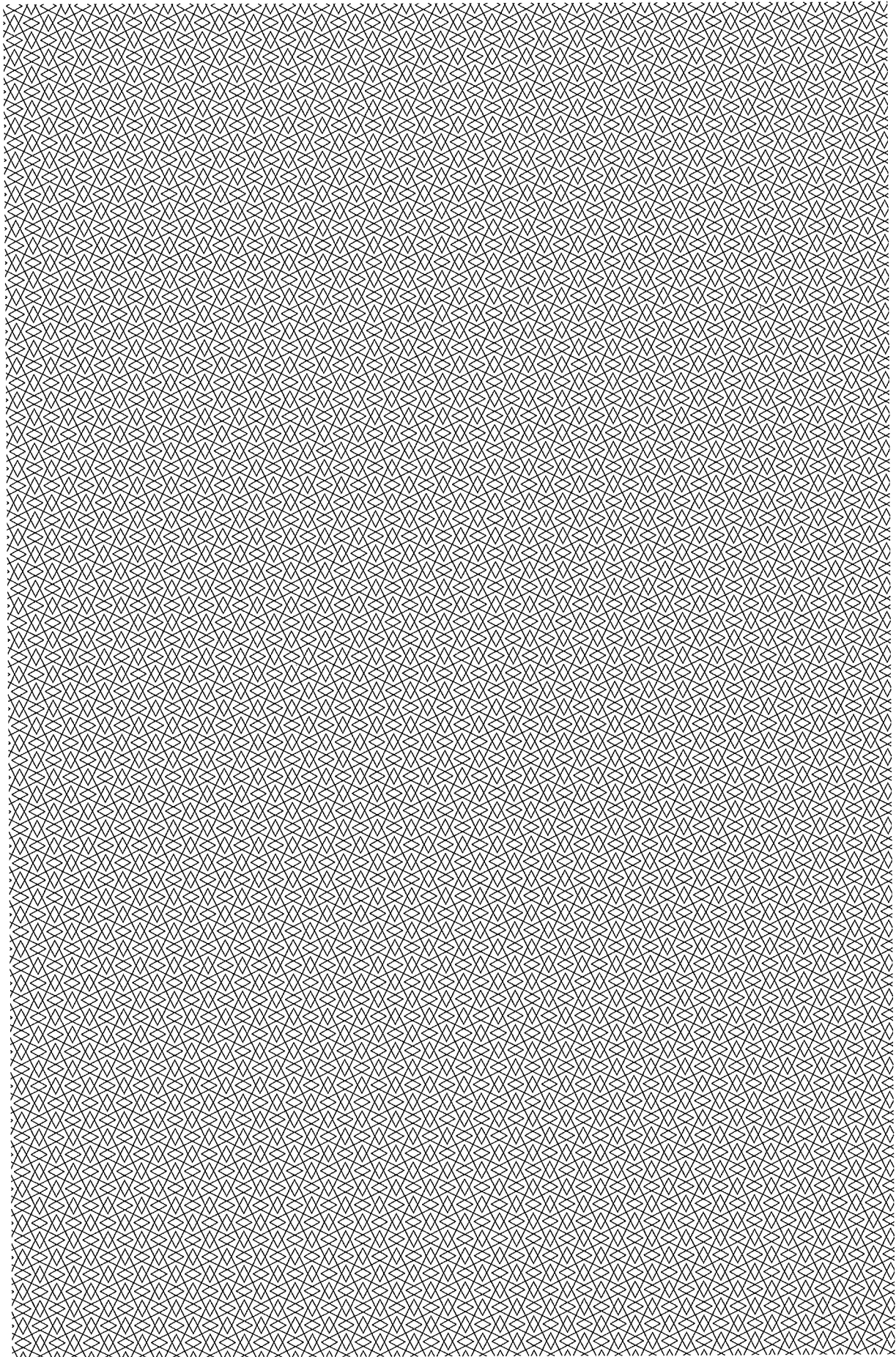
(理 科)

物理 1～10 ページ

化学 11～22 ページ

生物 23～41 ページ

- 注意事項**
1. 出願の際に選択した2科目について解答すること。
 2. 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 3. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
 4. 解答用紙(マークカード)に、氏名・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 5. マークはHBの鉛筆、シャープペンシルで、はっきりとマークすること。
 6. マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
 7. 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
 8. 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 9. 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。



2023 年度
医学部医学科一般・学士入学者選抜試験問題(化学)

I 次の問1～問8に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問1 標準大気圧(1.013×10^5 Pa)におけるさまざまな温度の、水や氷の密度の大小関係について、誤っているものを2つ選べ。 1

- a. 6℃の水の密度 < 5℃の水の密度
- b. 5℃の水の密度 < 4℃の水の密度
- c. 1℃の水の密度 < 0℃の水の密度
- d. 0℃の水の密度 > 0℃の氷の密度
- e. -1℃の氷の密度 = -2℃の氷の密度

- 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2 重曹、生石灰、ミョウバン(硫酸カリウムアルミニウム十二水和物)各 0.01 mol を純水に溶かし、1Lにした。これらの水溶液のpHが小さいものから順に並んでいるものはどれか。

2

- ① 重曹 < ミョウバン < 生石灰
- ② 重曹 < 生石灰 < ミョウバン
- ③ 生石灰 < ミョウバン < 重曹
- ④ 生石灰 < 重曹 < ミョウバン
- ⑤ ミョウバン < 生石灰 < 重曹
- ⑥ ミョウバン < 重曹 < 生石灰

化学—2

問3 金属の導線に電圧をかけると、導線中の自由電子が移動することで電流が流れる。導線の断面積を S [m²]、自由電子の平均の移動速度を v [m/s] とすると、時間 t [s] の間にこの断面を通過する電気量は、体積 $S \times v \times t$ [m³] の導線の中に存在する自由電子がもつ電気量の総量であり、これが、導線を通る電流によって t 秒間に運ばれる電気量 [C] である。

銀の単体でつくった断面積 $S = 1.00 \times 10^{-6}$ m² (= 1.00 mm²) の導線に 1.00 A (= 1.00 C/s) の電流が流れているとき、導線中の自由電子の平均の移動速度 v は何 m/s か。次のうちから、もっとも近い値を選べ。ただし、銀の原子量を 108、密度を 10.5 g/cm³ (= 10.5×10^6 g/m³) とし、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。電流を流すことによる密度の変化は無視できるものとする。また、単体中で銀原子はすべて 1 価の陽イオンになっているものとする。

3

- ① 1.1×10^{-8} ② 1.1×10^{-6} ③ 1.1×10^{-4} ④ 1.1×10^{-2} ⑤ 1.1
 ⑥ 1.1×10^2 ⑦ 1.1×10^4 ⑧ 1.1×10^6 ⑨ 1.1×10^8

問4 ある濃度の酢酸水溶液を一定量とり、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、混合後の水溶液の pH は 25℃において 4.70 となった。これは水素イオン濃度 $[H^+] = 2.0 \times 10^{-5}$ mol/L に相当する。このときの酢酸の電離度 α はどれだけか。次のうちから、もっとも近い値を選べ。なお、酢酸の電離度 α は、次式で定義されるものとする。

$$\alpha = \frac{\text{電離している酢酸のモル濃度 [mol/L]}}{\text{溶解した酢酸のモル濃度 [mol/L]}}$$

ただし、この温度での酢酸の電離定数を $K_a = 3.0 \times 10^{-5}$ mol/L とする。 4

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5
 ⑥ 0.6 ⑦ 0.7 ⑧ 0.8 ⑨ 0.9 ⑩ 1.0

問5 亜塩素酸と次亜塩素酸のそれぞれの化学式の組合せを、この順に正しく表したものはどれか。 5

- ① HClO₄, HClO₃ ② HClO₃, HClO₂ ③ HClO₂, HClO
 ④ HClO, HClO₂ ⑤ HClO₂, HClO₃ ⑥ HClO₃, HClO

問6 同族元素である炭素とケイ素に関する次の記述のうちから、誤っているものを2つ選べ。

6

- a. いずれも単体が天然に存在する。
- b. いずれもシリコンゴムの構成元素である。
- c. 酸化物である二酸化炭素と二酸化ケイ素は、固体状態ではいずれも共有結合結晶である。
- d. 単体であるダイヤモンド(1.2×10^{10} Pa 下)とケイ素(1.0×10^5 Pa 下)の融点は非常に高く、 1000°C 以上である。
- e. 単体であるダイヤモンドとケイ素の結晶は、いずれも各原子が隣接する4個の原子と共有結合しており、正四面体を基本単位とする立体構造をとる。

- 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7 アニリン、サリチル酸、フェノールの3種の芳香族化合物に関する次の記述のうちから、正しいものを2つ選べ。

7

- a. ジエチルエーテルに溶解させ、希塩酸と混合して静置すると、アニリンのみが塩として上層に分離される。
- b. 無水酢酸と反応した際にアミド結合を生じるのは、アニリンのみである。
- c. この3種の中でもっとも強い酸は、サリチル酸である。
- d. 常温で固体なのは、サリチル酸のみである。
- e. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色するのは、フェノールのみである。

- 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8 プロペンとベンゼンの分子に関する次の記述のうちから、正しいものをすべて選べ。

8

- a. プロペンでは、二重結合を構成する2個の炭素原子と、それらに直接結合する原子は、すべて同一平面上に位置する。
- b. ベンゼンでは、すべての原子が同一平面上に位置する。
- c. プロペンでは、 $\text{C}=\text{C}$ の原子間距離は $\text{C}-\text{C}$ の原子間距離よりも短い。
- d. ベンゼンでは、炭素原子間の結合距離はいずれも等しい。

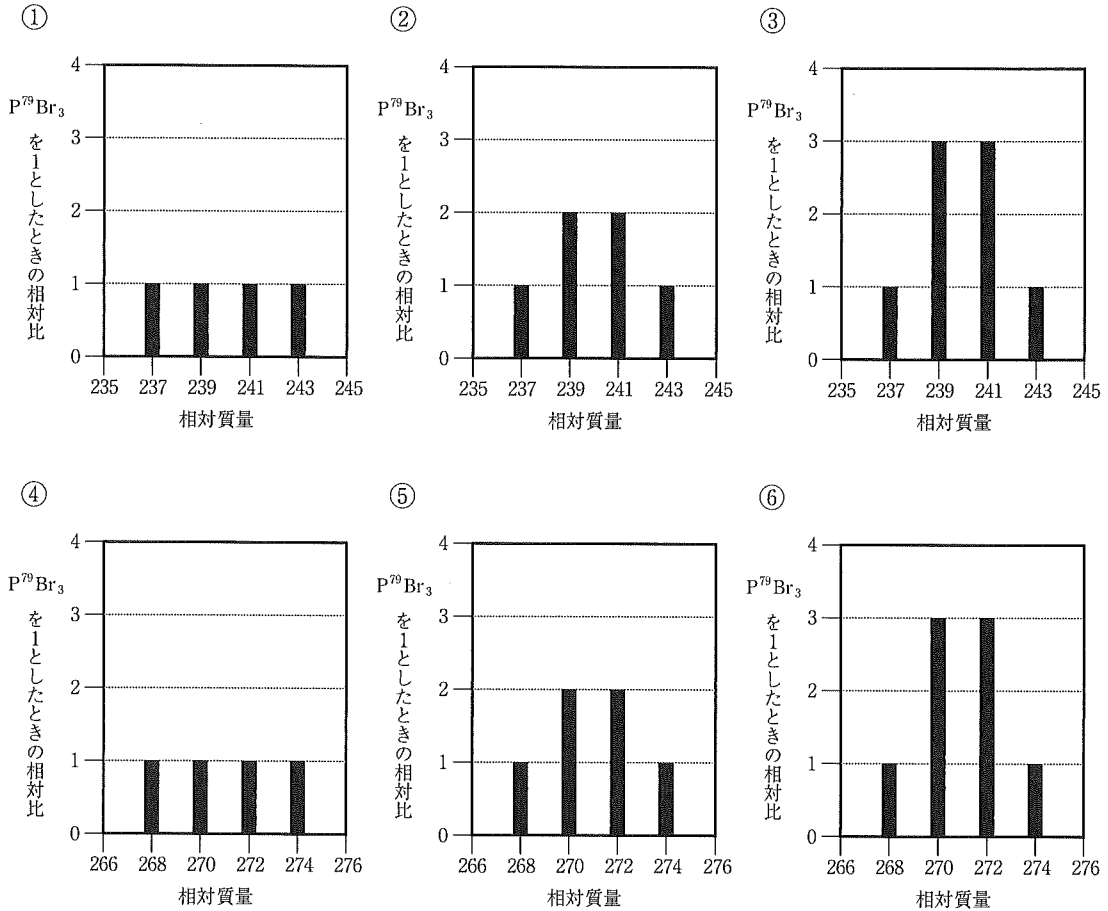
- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c
 ⑤ b, d ⑥ a, b, c ⑦ a, b, d ⑧ a, c, d
 ⑨ b, c, d ⑩ a, b, c, d

化学—4

II 物質の構成に関する次の問1～問4に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問1 天然の臭素には ^{79}Br と ^{81}Br の2種類の安定な同位体があり、天然のリンには ^{31}P の1種類のみが存在する。2種類の臭素原子の存在割合がそれぞれ50%であるとする、同位体を区別した三臭化リン PBr_3 の各分子の相対質量と存在量の関係を正しく表したグラフはどれか。なお、グラフの縦軸は、3つの臭素原子が ^{79}Br であるときの三臭化リン(P^{79}Br_3)の存在量を1とした相対比で表し、 ^{79}Br の相対質量は79、 ^{81}Br の相対質量は81、 ^{31}P の相対質量は31とする。

9



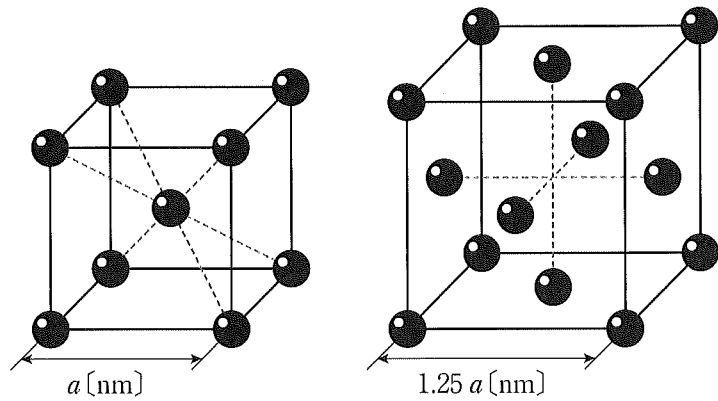
問2 分子やイオン内の電子対は、電気的な反発によって、互いに空間的にできるだけ離れようとする。この性質を利用して分子やイオンの形が予想できる。例えば、メタンでは、炭素原子のまわりに共有電子対が4組あるため、各水素原子は炭素原子を中心に正四面体構造の頂点の位置にあり、メタンの分子構造は正四面体形となる。次のうちから、三角錐形の構造をとるものを2つ選べ。なお、非共有電子対は共有電子対と同等と考え、二重結合や三重結合の電子対は、1組の電子対とみなせるものとする。

10

- a. AlH_3 b. BH_3 c. HCHO d. H_3O^+ e. PH_3
- 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3 ある金属元素の単体(金属結晶)は、低温では体心立方格子の構造をとるが、温度を上げていくと、ある温度で面心立方格子に変化する。

体心立方格子の単位格子の1辺の長さを a [nm]、面心立方格子の単位格子の1辺の長さを $1.25a$ [nm] とする。温度上昇による結晶全体の構造変化にともない、金属結晶の体積はおよそ何倍になるか。もっとも近い値を選べ。



- ① 0.91 ② 0.98 ③ 1.0 ④ 1.1 ⑤ 1.25

問4 放射性同位体 ^{131}I を含むヨウ化鉛(II)を正確に2等分し、放射性同位体を含まないヨウ化鉛(II)を一方に100 mg、他方に50 mg 加え、均一にした。それぞれを試料A、Bとする。それぞれの一部を取り放射線量(1秒間に壊変した原子の数)を測定したところ、試料Aの1 mgあたりの放射線量は、試料Bの1 mgあたりの放射線量の0.800倍であった。 ^{131}I を含むヨウ化鉛(II)は最初に何 mg あったか。もっとも近い値を選べ。なお、 ^{131}I の半減期は、この実験操作にかかった時間と比べて、十分に長いものとする。

- ① 100 ② 150 ③ 200 ④ 300 ⑤ 400

化学—6

Ⅲ 実在気体とその状態変化に関する次の問1～問4に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

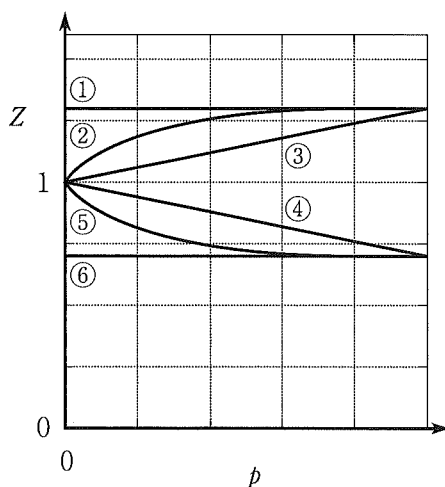
問1 実在気体の圧力 p 、体積 V 、物質質量 n 、温度 T の関係を表す状態方程式の一つに、次式で表されるファンデルワールスの状態方程式がある。

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

ここで R は気体定数、 a は分子間力の大きさを反映した定数、 b は分子自身の1 molあたりの体積を表す正の定数であり、 a と b はどちらも物質固有の値をとる。

一方、実在気体が理想気体からどれだけ外れているかを示すのが圧縮率因子 Z であり、 $Z = \frac{pV}{nRT}$ で表される。理想気体では a と b が共に0なので、上に示した状態方程式は $pV = nRT$ となり、 Z は常に1となるが、実在気体では a や b は0ではないので、 Z も常に1になるわけではない。

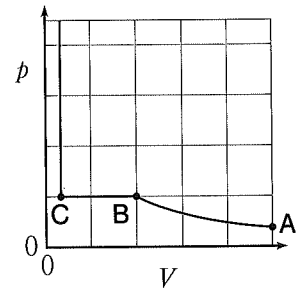
実在気体でも分子間力が小さい場合は、 $a \approx 0$ と近似できる。 $a = 0$ と仮定した場合に、 T を一定にしたときの、 p と Z の関係を正しく示したものはどれか。 13



問2 水の臨界点の温度 T は 6.5×10^2 K、圧力 p は 2.2×10^7 Pa、密度は 0.32 g/cm^3 ($= 0.32 \times 10^3 \text{ g/L}$)である。このときの圧縮率因子 $Z \left(= \frac{pV}{nRT}, V \text{ は体積}, n \text{ は物質質量} \right)$ はどれだけか。もっとも近い値を選べ。なお、水の分子量は18、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。 14

- ① 0.11 ② 0.23 ③ 0.46 ④ 0.82 ⑤ 1.0
 ⑥ 1.2 ⑦ 1.4 ⑧ 1.6 ⑨ 1.8

問3 体積可変の密閉容器に1種類の純物質Xの気体だけを入れ、温度 T を一定にして体積 V を変化させながら内部の圧力 p を測定すると、右図のような結果が得られた。点Aから圧縮していくと、点Bまでは容器内はすべて気体であり、点Bから点Cまでは液体と気体が共存し、点Cでは純物質Xはすべて液体となった。



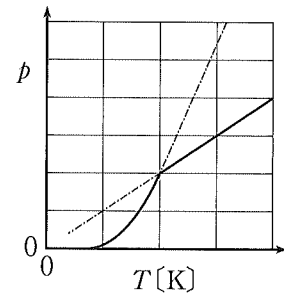
容器に入れる純物質Xの物質質量 n を2倍にして同様の測定をしたときの、 V と p の関係を正しく示したものはどれか。なお、純物質Xのすべてが気体になっている温度と圧力の条件においては、 $pV = nRT$ (R は気体定数)が成り立っているものとする。

15

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥

化学—8

問4 体積 V が一定の密閉容器に1種類の純物質 Y を 1.0 mol 入れ、温度 $T[\text{K}]$ を変化させながら内部の気体の圧力 p を測定すると、右図の実線のような結果が得られた。実線の直線部分では純物質 Y はすべて気体であり、曲線部分では気体と液体が共存していた。



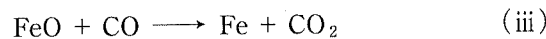
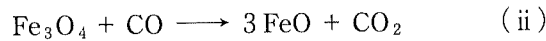
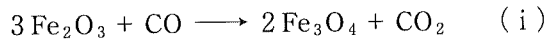
容器に入れる純物質 Y の物質量 n を 0.5 mol にし、ヘリウムを 0.5 mol 加えて同様に測定した。このときの、 T と p の関係を正しく示したものはどれか。なお、この温度と圧力の条件において、ヘリウムは常に気体であり、純物質 Y の液体には溶解しない。ヘリウムと純物質 Y のすべてが気体になっている温度と圧力の条件においては、 $pV = nRT$ (R は気体定数) が成り立っているものとする。また、選択肢の図中の破線は、上の図の実線を表す。

16

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥

IV 鉄に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

鉄の単体は、溶鉱炉内で赤鉄鉱(主成分 Fe_2O_3) や磁鉄鉱(主成分 Fe_3O_4) を、主にコークスの燃焼で生じた一酸化炭素で段階的に還元すると、(i)～(iii)式の反応で生成する。



溶鉱炉の底で融解した状態で得られる鉄は(ア)とよばれる。(ア)は炭素の含有量が約4%であり、硬いがもろい性質をもつ。(ア)を転炉に移して酸素を吹き込み、炭素の含有量を2～0.02%にしたものを(イ)という。(イ)は硬くて強く、高温では展性・延性が大きいため、鉄骨や鉄道のレールとして用いられる。

粉末の(ウ)と酸化鉄(III)の混合物に点火すると、多量の熱を発生し、酸化鉄(III)が還元され、融解した鉄の単体が得られる。テルミット反応(テルミット法)とよばれるこの反応は、鉄道のレールの溶接などに利用されている。

問1 (i)～(iii)式の反応で、酸化鉄(III)のみを原料として $1.1 \times 10^3 \text{ kg}$ の鉄(原子量 56)を得るために必要な酸化鉄(III)(式量 160)は、計算上何 kg か。次のうちから、もっとも近い値を選べ。 17

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 1.0×10^3 | ② 1.3×10^3 | ③ 1.6×10^3 |
| ④ 2.1×10^3 | ⑤ 3.1×10^3 | ⑥ 6.3×10^3 |

問2 文中の空欄(ア)、(イ)にそれぞれ当てはまる語句の組合せを、この順に正しく表しているものはどれか。 18

- | | | |
|----------|-----------|---------------|
| ① 鋼, 銑鉄 | ② 鋼, スラグ | ③ 鋼, ステンレス鋼 |
| ④ 銑鉄, 鋼 | ⑤ 銑鉄, スラグ | ⑥ 銑鉄, ステンレス鋼 |
| ⑦ スラグ, 鋼 | ⑧ スラグ, 銑鉄 | ⑨ スラグ, ステンレス鋼 |

問3 文中の空欄(ウ)に当てはまる金属として正しいものを選べ。 19

- | | | |
|--------|---------|----------|
| ① カリウム | ② ナトリウム | ③ アルミニウム |
| ④ スズ | ⑤ 銅 | ⑥ 銀 |

化学—10

問4 鉄が関係する化学反応に関する次の記述のうちから、誤っているものを選べ。

20

- ① 湿った空气中で酸化されやすく、赤さびを生じる。
- ② 高温の水蒸気と反応して水素を発生する。
- ③ 希硫酸と反応して水素を発生しながら溶ける。
- ④ 濃硝酸と反応して二酸化窒素を発生しながら溶ける。
- ⑤ ハーバー・ボッシュ法では、鉄を主成分とする触媒が用いられている。

V 糖に関する次の問1～問3に答えよ。答えは各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

問1 次の記述のうちから、正しいものを2つ選べ。

21

- a. ラクトース(乳糖)は、グルコース(ブドウ糖)とガラクトースからなる。
- b. マルトース(麦芽糖)は、グルコースとフルクトース(果糖)からなる。
- c. ラクトース、マルトース、スクロース(ショ糖)は、互いに異性体である。
- d. 水溶液中では、単糖は環状構造と鎖状構造に変化するが、二糖では変化しない。
- e. フルクトースの甘味は、グルコースに比べ弱い。

- 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2 単糖または二糖である糖X, 多糖である糖Yがあり, 両者は次の性質をもつ。以下の文章を読んで, (1), (2)の問いに答えよ。

性質1. それぞれの水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると, 糖Yの水溶液は青色へと変化するが, 糖Xでは変化しない。

性質2. それぞれの水溶液をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めても, 両者とも変化しない。

性質3. 糖Yは分枝構造をもたない。

(1) 糖X, Yのそれぞれの名称の組合せを, この順に正しく表しているものはどれか。

22

- ① スクロース, アミロース ② スクロース, アミロペクチン
- ③ スクロース, セルロース ④ フルクトース, アミロース
- ⑤ フルクトース, アミロペクチン ⑥ フルクトース, セルロース
- ⑦ ラクトース, アミロース ⑧ ラクトース, アミロペクチン
- ⑨ ラクトース, セルロース

(2) 糖X, Yのそれぞれの水溶液に対し, 次の操作を行う。

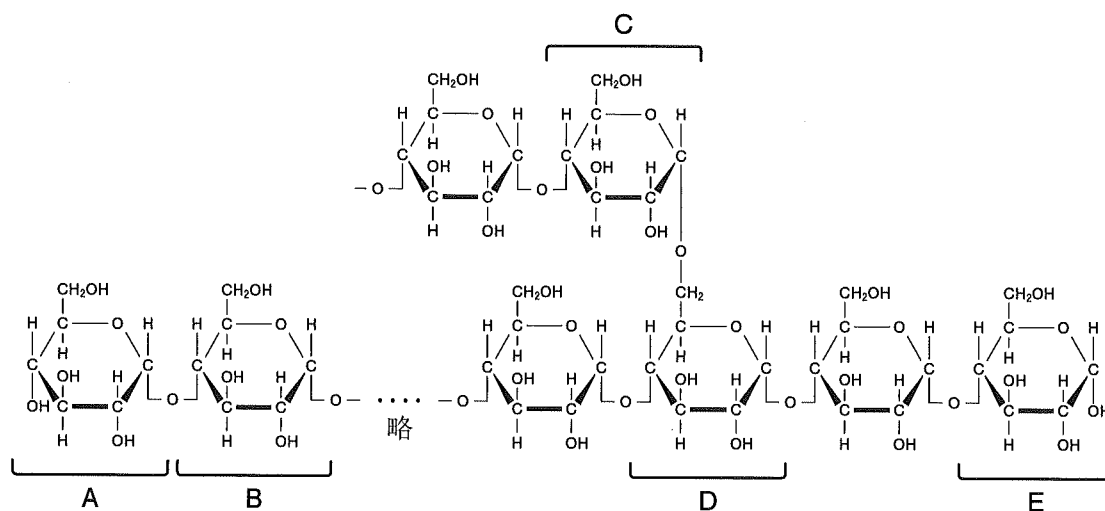
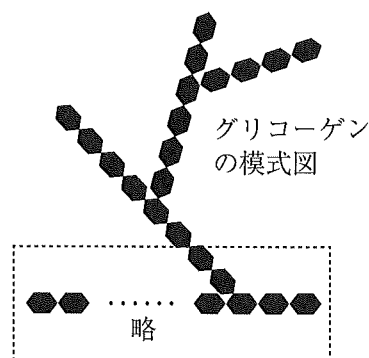
希硫酸を加えて加熱して十分に加水分解し, 冷却後に炭酸ナトリウムを少しずつ, 泡がなくなるまで加える。続いて, これらの溶液をフェーリング液に加えて加熱する。操作により起こる沈殿反応の結果が, 糖X, Yの順に並んでいるものはどれか。

23

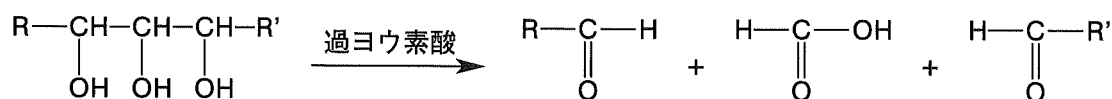
- ① 沈殿なし, 沈殿なし ② 沈殿なし, 黄色沈殿 ③ 沈殿なし, 赤色沈殿
- ④ 黄色沈殿, 沈殿なし ⑤ 黄色沈殿, 黄色沈殿 ⑥ 黄色沈殿, 赤色沈殿
- ⑦ 赤色沈殿, 沈殿なし ⑧ 赤色沈殿, 黄色沈殿 ⑨ 赤色沈殿, 赤色沈殿

化学—12

問3 右図はグリコーゲンの模式図を示し、下図は模式図中の破線で囲まれた部分の構造式を示す。グリコーゲンでは、 α -1,4-グリコシド結合および α -1,6-グリコシド結合の2種類の結合で単糖が重合する。構造式に示すように、構成する単糖は、その結合の種類と数から、A～Eの5種類に分類することができる。分枝を生じる α -1,6-グリコシド結合が1つ増加するごとに、左側末端の糖Aは1つ増加することになる。



また、下の反応式に示すように、過ヨウ素酸は、ヒドロキシ基をもつ炭素原子が3個連続する場合に、特定のC-C結合を切断し、ギ酸HCOOHを1分子遊離させる。そのため、グリコーゲンに過ヨウ素酸を作用させると、糖Aおよび糖Eのみからギ酸が遊離する。なお、RとR'は炭化水素基を表す。



1分子のグリコーゲンを過ヨウ素酸で完全に分解して x 個のギ酸が遊離する場合、このグリコーゲン1分子中の α -1,6-グリコシド結合の数はどのように表されるか。 24

- ① x ② $x + 1$ ③ $x + 2$ ④ $x - 1$ ⑤ $x - 2$
 ⑥ $2x$ ⑦ $2x + 1$ ⑧ $2x + 2$ ⑨ $2x - 1$ ⑩ $2x - 2$

