

弘前大学

平成 26 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理	1～8 ページ	化 学	9～18 ページ
生 物	19～28 ページ	地 学	29～36 ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。
 - (1) 物理を選択した受験者
該当する学部学科全て 1 2 3 4
 - (2) 化学を選択した受験者
教育学部 1 2 3 4 5 6
医学部医学科 1 2 3 5
医学部保健学科 1 2 3 4
理工学部 1 2 3 4 5 6
農学生命科学部分子生命科学科 1 2 3 4
農学生命科学部生物学科，生物資源学科，園芸農学科 1 2 3 4 5 6
 - (3) 生物を選択した受験者
教育学部 1 2 3 と 4 または 5 の 4 問
医学部医学科 1 2 3
医学部保健学科 1 2 3
理工学部 1 2 3 と 4 または 5 の 4 問
農学生命科学部分子生命科学科 1 3 と 4 または 5 の 3 問
農学生命科学部生物学科，生物資源学科，園芸農学科 1 2 3 と 4 または 5 の 4 問
 - (4) 地学を選択した受験者
該当する学部学科全て 1 2 3 4
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

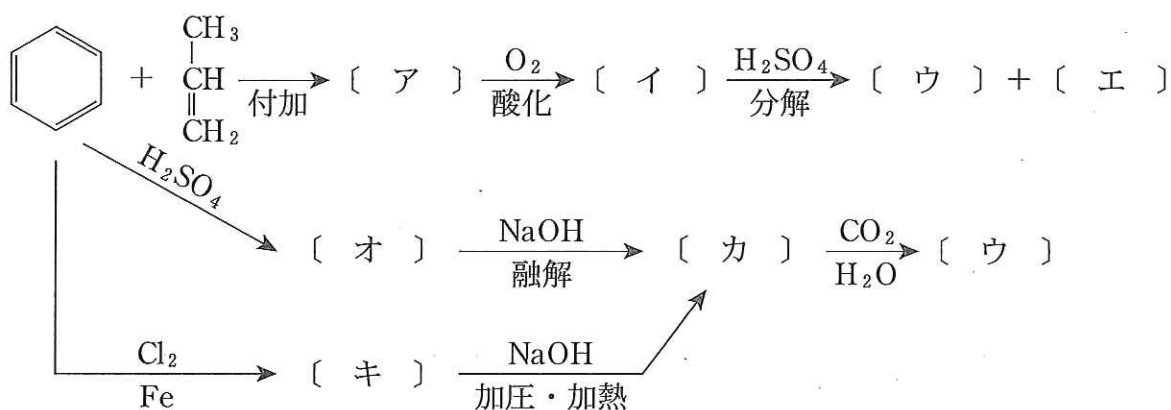
化 学

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

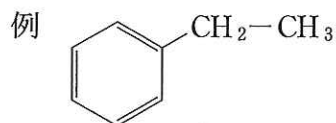
H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0

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

1 以下の反応経路図について，次の各問いに答えよ。



問 1 []内のアからキにあてはまる化合物の構造式と物質名を記せ。なお，構造式は下の例にならって記せ。



問 2 [ウ]は，ある無機化合物の水溶液と反応して紫色に呈色する。この無機化合物の物質名を記せ。

問 3 [ウ]に濃硝酸を 20°C で反応させると，2種類の生成物が得られる。これらの生成物の構造式と物質名を記せ。

問 4 [エ]の水溶液にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を少量加えて温めると、特有の臭気をもつ結晶が生じる。この結晶の色と物質名を記せ。

問 5 高温・高圧のもとで[カ]を二酸化炭素と反応させて生じた生成物に、希硫酸を作用させて得られる物質の構造式と物質名を記せ。

問 6 問 5 で得られた物質に無水酢酸を作用させると、内服薬として用いられている物質が得られる。この物質の構造式と物質名および内服薬としての効能を記せ。

問 7 塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液に[カ]の水溶液を加えると、橙赤色の物質が得られる。この反応を何というか記せ。

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

デンプンをアミラーゼで加水分解すると、二糖である化合物 A を生じる。化合物 A を別の酵素でさらに加水分解すると化合物 B(図)が得られる。化合物 A を生じる反応の進行を確認するには、X、Y、Zなどの方法が考えられる。方法 X は化合物 A や化合物 B を検出することができるが、デンプンやスクロースを検出することはできない。方法 Y は化合物 A や化合物 B を検出することはできないが、デンプンは検出することができる。また、方法 Z は反応物や生成物を直接検出するのではなく、反応の進行にともなう溶液の性質の変化を調べるものである。

化合物 B の重合体としては、デンプンのほかに化合物 C が存在するが、デンプンと比較すると水への溶解性は低い。化合物 C はアミラーゼとは異なる酵素によって二糖である化合物 D に加水分解され、化合物 D はさらに加水分解されることで化合物 B となる。なお、方法 Y は化合物 C の検出には有効ではない。

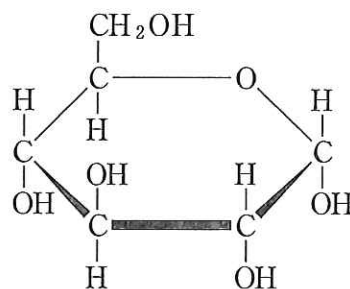


図 化合物 B の構造

- 問 1 化合物 A、B、C、D の名称をそれぞれ記せ。
- 問 2 化合物 A の構造を示せ。
- 問 3 方法 X、Y、Z について、それぞれ簡潔に説明せよ。
- 問 4 下線①において、方法 X が同じ二糖であっても化合物 A は検出できの
にスクロースは検出できない理由について、構造の観点から説明せよ。

問 5 デンプンは直鎖構造のアミロースと枝分かれの多いアミロペクチンからなる。アミロペクチンに見られる枝分かれ部分の結合として相応しいものを、次の(ア)から(カ)の選択肢の中から選び、記号で答えよ。

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| (ア) α -1,2-グリコシド結合 | (イ) α -1,4-グリコシド結合 |
| (ウ) α -1,6-グリコシド結合 | (エ) β -1,2-グリコシド結合 |
| (オ) β -1,4-グリコシド結合 | (カ) β -1,6-グリコシド結合 |

問 6 化合物 D の構造を示せ。

問 7 下線②の反応の進行を確認するために方法 X を使うことができるかどうかを記せ。

問 8 下線③において、方法 Y がデンプンの検出には有効であるのに、化合物 C の検出には有効でない理由について、構造の観点から説明せよ。

3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

ある弱酸 HA は水溶液中で次のような化学平衡を示す。



平衡状態における HA のモル濃度を [HA]、 A^- のモル濃度を $[\text{A}^-]$ 、 H^+ のモル濃度を $[\text{H}^+]$ とすると、式(1)の電離定数 K_a は次式で与えられる。

$$K_a = [\text{ ① }] \quad (2)$$

ここで、HA 水溶液のモル濃度を c [mol/L]、HA の電離度を α とすると、この水溶液中の各物質が平衡状態に達したときのモル濃度は、 $[\text{HA}] = [\text{ ② }]$ mol/L および $[\text{A}^-] = [\text{H}^+] = [\text{ ③ }]$ mol/L と表されるので、

$$K_a = \frac{[\text{ ④ }]}{1 - \alpha} \quad (3)$$

となる。HA は弱酸であり、 α は 1 に比べて極めて小さいため、 $1 - \alpha \approx 1$ と近似できる。この関係を式(3)に適用すると、

$$\alpha = [\text{ ⑤ }] \quad (4)$$

が得られる。

この HA の K_a は、25℃において 2.0×10^{-5} mol/L である。0.20 mol/L の HA 水溶液をつくり、25℃で平衡状態におくと、この溶液の pH は、[⑥] となる。ここに同じ弱酸のナトリウム塩 NaA を 0.40 mol/L となるように加えると、式(1)の平衡は[ア]に移動し、 $[\text{HA}]$ は 0.20 mol/L とみなせるようになるので、この溶液の pH は[⑦]となる。このような弱酸とその塩の混合溶液は、少量の酸または塩基を加えたり、溶液を希釈しても、pH の変動が少ないという特徴を有し、[イ]と呼ばれる。

問 1 説明文中の[]内の①から⑤にあてはまる適切な式を入れよ。

問 2 説明文中の[]内のアとイにあてはまる適切な語を入れよ。

問 3 説明文中の[]内の⑥と⑦にあてはまる適切な数値を入れよ。計算の過程を示し、答えは小数点以下第 1 位まで求めよ。ただし、 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ とする。

4 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

過酸化水素は反応する相手によって酸化剤として働く場合と〔ア〕として働く場合がある。酸化剤とは相手の物質を〔イ〕し、それ自身は〔ウ〕される物質である。過酸化水素が酸化剤として働くとき、反応する物質の〔エ〕を奪う。

具体例をあげると、ヨウ化カリウムの希硫酸水溶液に過酸化水素水を加えると、ヨウ化物イオンは^①〔オ〕に変化する。このとき、ヨウ素原子の酸化数は〔カ〕から〔キ〕に変化する。一方、過マンガン酸カリウムの希硫酸水溶液に過酸化水素水を加えると、過酸化水素は^②反応によって気体の〔ク〕になる。過マンガン酸カリウムの希硫酸水溶液は〔ケ〕色であるが、過酸化水素水を加えていくとある時点で色が消える。この色の変化を利用して、濃度のわかっている過マンガン酸カリウム溶液の色が消えるのに必要な過酸化水素水の体積から、過酸化水素の濃度を計算することができる。このような実験を〔コ〕滴定と呼ぶ。

また、過酸化水素水を二酸化マンガンと混合すると、二酸化マンガンは^③変化しないが、過マンガン酸カリウムと過酸化水素を反応させたときと同じ気体が発生する。二酸化マンガンの中のマンガン原子の酸化数は〔サ〕である。

問 1 説明文中の〔 〕内のアからサにあてはまる適切な語または数字を入れよ。

問 2 下線①、②の反応を化学反応式で記せ。

問 3 下線③のように、反応の前後で変化しないが、反応を促進する物質を何と
いうか答えよ。

問 4 4.0×10^{-2} mol/L の過マンガン酸カリウムの希硫酸水溶液 25.0 mL に濃度のわからない過酸化水素水をビュレットで滴下して少しずつ加えていったところ、過マンガン酸カリウム溶液の色が消えるのに必要な過酸化水素水は 5.0 mL であった。この過酸化水素水のモル濃度を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。

5 以下の文章を読み、物質 X の蒸気圧曲線を利用して、各問いに答えよ。ただし、気体状態の物質 X とヘリウムは理想気体の状態方程式にしたがうものとする。計算問題については、計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。

操作 1 質量や摩擦を無視できるピストン付き容器に、ヘリウムと物質 X を $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol}$ ずつ加え、8.31 L, 380 K に保った。

操作 2 操作 1 の後、ピストンを固定し、内容積を 8.31 L に保ったまま、ゆっくり 300 K まで冷却した。

操作 3 操作 1 の後、ピストンを可動の状態にし、外圧 100 kPa の下で容器全体を 380 K から 300 K までゆっくりと冷却した。

ただし、 $1 \text{ kPa} = 1 \times 10^3 \text{ Pa}$ である。

問 1 操作 1 で容器内の物質 X はすべて気体として存在する。物質 X の分圧は何 kPa か求めよ。

問 2 操作 2 で冷却した時、物質 X の液滴が生じ始める温度について、最も適当なものを次の(ア)から(カ)の選択肢の中から選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (ア) 320 K | (イ) 330 K | (ウ) 340 K |
| (エ) 350 K | (オ) 360 K | (カ) 370 K |

問 3 操作 2 で 300 K において、容器内では物質 X が何 mol 液化しているか求めよ。

問 4 操作 3 で冷却した時、物質 X の液滴が生じ始める温度について、最も適当なものを次の(ア)から(カ)の選択肢の中から選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (ア) 320 K | (イ) 330 K | (ウ) 340 K |
| (エ) 350 K | (オ) 360 K | (カ) 370 K |

問 5 操作 3 で 300 K において、容器内では物質 X が何 mol 液化しているか求めよ。

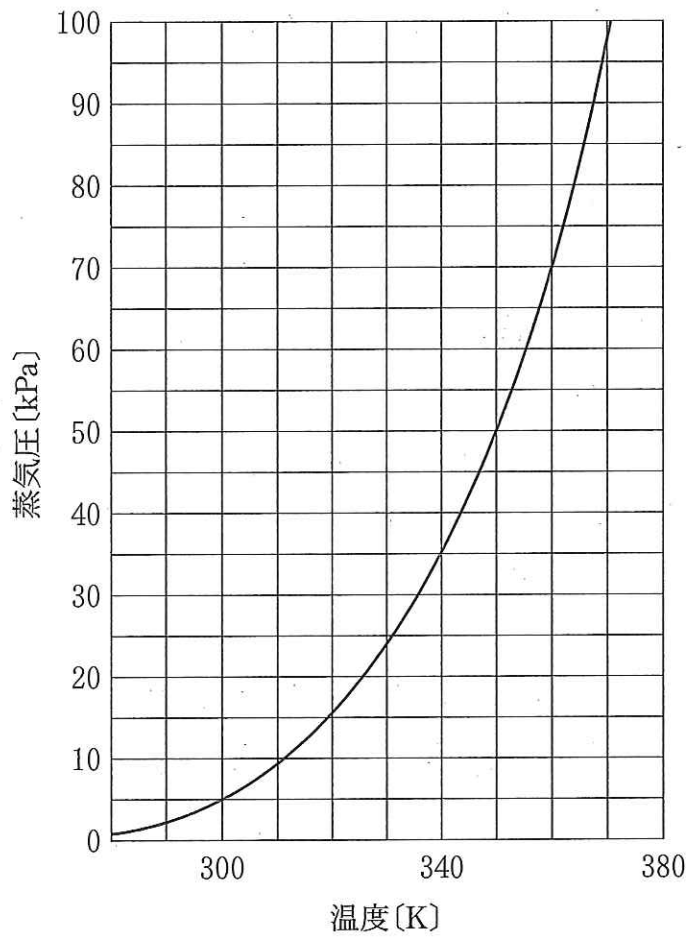


図 物質 X の蒸気圧曲線

6 以下の文章を読み、各問いに答えよ。ただし、1気圧 = 1.013×10^5 Pa である。

アルカンは燃焼時に多量の熱を生じることが知られ、燃料としてよく用いられている。そのような燃料の一つに液化石油ガス(LPG)がある。LPGの主成分であるプロパンやブタンの燃焼熱は表のとおりである。プロパンやブタンは常温・常圧では〔ア〕であるが、常温で〔イ〕することで容易に液化させることができる。このため、LPGは簡単に体積を小さくすることが可能であり、運搬しやすくなる。このことから、LPGは、カセットコンロのボンベやガスライターなどの燃料としても使われている。

表 気体の燃焼熱データ(25℃, 1気圧)

物質	燃焼熱[kJ/mol]
プロパン	2219
ブタン	2880

問1 〔 〕内のアとイに適切な語を入れよ。

問2 気体のプロパンとブタンの、25℃, 1気圧における燃焼反応の熱化学方程式を、物質の状態を含めて記せ。

問3 体積百分率でプロパン30.0%, ブタン70.0%のLPGを用意した。

(a) 標準状態で1.12LのこのLPGが、25℃で完全燃焼したとき、発生する熱量は何kJか。計算過程を示し、有効数字3桁で答えよ。

(b) このとき発生する熱をすべて利用し、0℃の氷270gを温めると最大何℃まで温度を上昇させることができるか求めよ。計算過程も示し、答えは整数で求めよ。ただし、氷を入れた容器の熱容量は無視するものとし、氷の融解熱は6.01kJ/mol、水の比熱は4.18J/(g・℃)とする。

問 4 25 °C, 1 気圧における黒鉛, 水素の燃焼熱は, それぞれ 394 kJ/mol, 286 kJ/mol である。プロパンの生成熱を求めよ。計算過程を示し, 答えは整数で求めよ。