

デザイン工学部A方式I日程・理工学部A方式I日程
生命科学部A方式I日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～15
生 物	16～21

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 生物は生命科学部(生命機能学科生命機能学専修)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(都市環境デザイン工学科・システムデザイン学科), 理工学部(機械工学科機械工学専修・応用情報工学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

(化 学)

注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。

2. 計算問題では、必要な式や計算も解答欄に記入せよ。

3. 原子量は、下記の値を用いよ。

H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Cu = 63.6,

Pb = 207

4. 気体定数は、 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、ファラデー定数は、

$F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

〔 I 〕 次の高分子化合物に関する記述を読み、下記の設問に答えよ。

高分子化合物は分子量が一万を超えるような巨大な分子からなる物質であり、その多くは小さな構成単位が数百から数千以上も結合した構造をしている。この構成単位となる小さな分子を といい、 が次々に結合する反応を という。 によって生じた高分子化合物を という。

高分子化合物の骨格となる主鎖に着目したとき、主鎖が炭素を中心として構成されているものを 高分子化合物、炭素以外のケイ素やリンなどの元素を中心として構成されているものを 高分子化合物という。また、タンパク質やデンプンのように自然界に存在するものは 高分子化合物、ポリエチレンやナイロンのように石油から作られるものは 高分子化合物に大別される。

1. (ア)~(キ)に適切な語句を記せ。
2. 熱を加えると軟らかく、冷やすと硬くなる性質をもつ高分子化合物を次の選択肢から一つ選び、記号で記せ。
 - a. フェノール樹脂
 - b. メラミン樹脂
 - c. ユリア樹脂(尿素樹脂)
 - d. スチロール樹脂(ポリスチレン)
 - e. エポキシ樹脂
3. タンパク質を(ア)としての α -アミノ酸が多数結合した(ウ)と見なすとき、このアミド結合の名称を記せ。
4. タンパク質に水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、薄い硫酸銅(II)水溶液を少量加えると何色を示すか。また、この呈色反応の名称を記せ。
5. デンプンは、(ア)としての α -グルコースが多数結合した(ウ)と見なすことができる。ここで、 α -グルコースが n 分子結合しているとして、デンプンを最終段階まで完全に酸で加水分解したときの化学反応式を記せ。
6. 6,6-ナイロンはヘキサメチレンジアミンとアジピン酸からつくられる。それぞれ n モルずつ反応するとして、この反応を化学反応式で記せ。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

酸性雨の原因物質の1つとして窒素酸化物が知られている。一酸化窒素(NO)は空气中で直ちに酸化されて二酸化窒素(NO₂)になる。

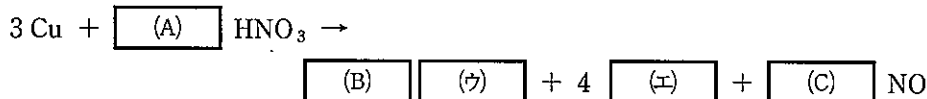
NOを発生させる方法の一つは、銅(Cu)に希硝酸(希HNO₃)を注ぐことである。発生したNOは ^(a)置換で捕集する。

一方、二酸化窒素(NO₂)を発生させる方法の一つは、銅に濃HNO₃を注ぐことである。発生したNO₂は ^(b)置換で捕集する。

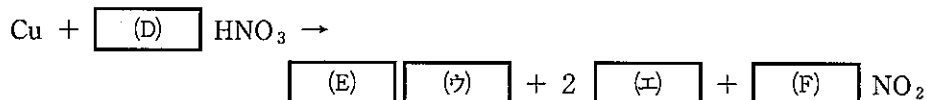
NO₂は大気中でオゾン等と反応して、HNO₃になる。HNO₃は酸性であり、酸性雨を構成する一成分である。

1. (ア), (イ)に適切な捕集方法の名称を記せ。
2. 下線部(a)および下線部(b)の化学反応はそれぞれ下記ようになる。この化学反応式を完成せよ。ただし、(A)~(F)には適切な数字を、(ウ), (エ)には化学式を記せ。

[下線部(a)の化学反応式]



[下線部(b)の化学反応式]



3. 日本国内での一年間のNO₂発生量を、 2.00×10^9 kgとする。このNO₂を下線部(b)の化学反応で発生させると、Cuが何kg必要か。答えは有効数字2桁で記せ。
4. 設問3の日本国内で一年間に発生しているNO₂が全部HNO₃に変換されて、100%雨に溶け込み、陰イオンのNO₃⁻として国土面積37.0万km²に年間平均降水量1.70mで降り注ぐとすると、この雨中の平均NO₃⁻濃度は何g/mLになるか。答えは有効数字2桁で記せ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

二酸化炭素が内容積 $V_A = 40.0 \text{ L}$ のボンベAに、ボンベ内の圧力 $P = 4.20 \times 10^6 \text{ Pa}$ 、気温 $T = 7.0 \text{ }^\circ\text{C}$ のもと、液体状態と気体状態が共存する気液平衡の状態に入っている。このボンベの出口の弁を少し開くと、二酸化炭素は気体として大気中に放出された。このとき次の①～③の現象が見られた。なお、実験中、気温は変化せず、ボンベ内温度は気温と同じであった。このときの圧力の値は、すべてボンベ内の気体の圧力である。

- ① 放出されている数時間の間、ボンベ内の圧力は変わらなかった。
- ② やがてボンベ内の圧力は減り始め、 $3.00 \times 10^6 \text{ Pa}$ のとき、出口の弁を閉じて秤量すると内容物の質量は 2.90 kg あった。
- ③ 出口の弁を開けて放出を続け、圧力が $2.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき再び出口の弁を閉め、図のようにボンベの弁(弁1)を、弁2のついた別容器Bと接続した。容器B内を真空にして弁2を閉じる。そして、弁1を開けたときボンベと容器内の圧力は $1.60 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。

1. ボンベ中の二酸化炭素を大気中に噴出させると、二酸化炭素が一部固体の二酸化炭素になる。(ア)固体の二酸化炭素を一般に何とよぶか。また、(イ)固体の二酸化炭素が大気圧下で常温で示す状態変化を何とよぶか。
2. ①で放出中、なぜ圧力が変わらなかったのか。次の選択肢から最も適切なものを一つ選び、記号で記せ。

(選択肢)

- (a) 排出口の直径が一定のため
- (b) 圧力がその温度における飽和蒸気圧のため
- (c) シャルルの法則が成り立つため
- (d) ボイルの法則が成り立つため
- (e) 理想気体ではなく実在気体のため

3. 状態②の PV/nRT の値を有効数字2桁で求めよ。ただし、 n は物質量、 R は気体定数である。
4. 設問3で、 PV/nRT の値が1.00でなく、理想気体と違う主な原因は何か。次の選択肢から最も適切なものを一つ選び、記号で記せ。

(選択肢)

- (ア) 分子自身の体積があるので気体の体積が理想気体より大きくなるため
- (イ) 分子自身の体積があるので気体の体積が理想気体より小さくなるため
- (ウ) 分子間力があり引き合うので気体の体積が理想気体より大きくなるため
- (エ) 分子間力があり引き合うので気体の体積が理想気体より小さくなるため
5. ポンペA、容器B内の気体は理想気体として、③の容器Bの内容積(L)はいくらか。有効数字2桁で答えよ。ただし、接続部や弁の内容積は無視できるものとする。

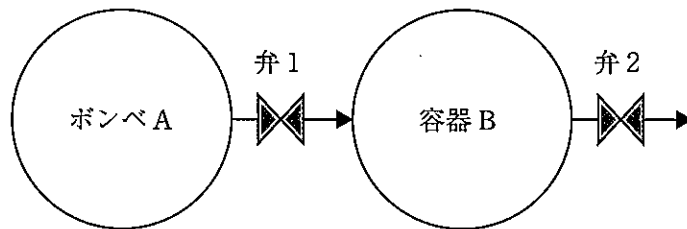


図 ポンペと容器

〔IV〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

酸化還元反応が自発的に起こる際に放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置を電池という。このとき、される反応が起き、導線から電子が流入する電極を極、される反応が起き、電子が導線に流出する電極を極という。両電極間の電位差をという。

自動車に搭載されている代表的な二次電池として鉛蓄電池がある。鉛蓄電池においては、負極活性物質として, 正極活性物質としてを用い、電解質としてはが用いられている。放電の際に、生じた Pb^{2+} がと反応してとなり、が電極に析出する。充電をすると電極および電解質がもとの状態に戻り、再生可能な電池(二次電池)となっている。

1. (A)~(E)に適切な語句を記せ。また、(F), (G), (H)にはそれぞれ物質名を、(I), (J)にはイオン式あるいは化学式を記せ。
2. 鉛蓄電池が放電する際の正極および負極における反応式(e^- を含む)をそれぞれ答えよ。また、その2つの反応式から e^- を消去して、イオン式を化学式にした1つにまとめた化学反応式(全体)を答えよ。
3. 硫酸銅(II)水溶液に白金電極を浸し、鉛蓄電池を用いて5.00 A(アンペア)の電流を32分10秒間流して電気分解を行った。このとき、鉛蓄電池の正極の質量は何g変化(増加, もしくは減少)したかを計算し、解答欄の「増加」もしくは「減少」を○で囲むとともに変化量を有効数字2桁で記せ。
4. 設問3のとき、鉛蓄電池の負極の質量は何g変化(増加, もしくは減少)したかを計算し、解答欄の「増加」もしくは「減少」を○で囲むとともに変化量を有効数字2桁で記せ。