

化 学

必要のある場合には次の数値を用いよ。

原子量 : H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 Cl = 35.5 Fe = 56

気体定数 : $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

次の文A, Bを読んで下の問1～問16に答えよ。温度はすべて 37°C とせよ。数量を答える問題においては、単位の記入を忘れないこと。

A 赤血球(図1)は血液中にあって酸素(O_2)の運搬という生理的に重要な役割を果たしている。赤血球膜は半透膜であり細胞質の浸透圧は血しょう(漿)(図1の説明参照)の浸透圧と等しい。これと等しい浸透圧を持つように調製した食塩水(0.90 gのNaClに水を加えて100 mlにした溶液)は生理的食塩水と呼ばれる。赤血球膜は脂質とタンパク質から成り、その主成分はリン脂質と呼ばれる化合物である。

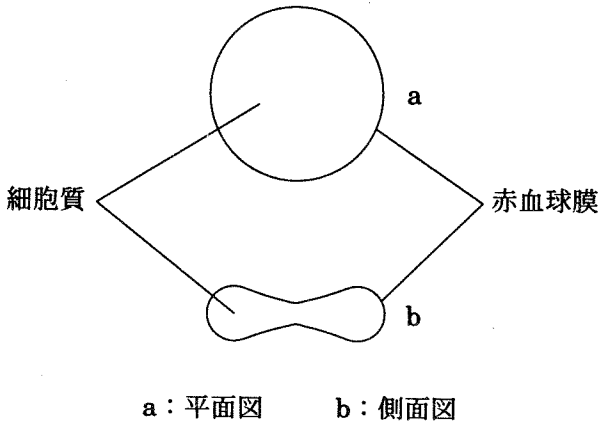


図1 赤血球

血液から血球を除いた液体部分を血しょう(漿)という。赤血球は血しょう中に浮遊している細胞の一つである。その形は円盤形であり中央部が凹んでいる。赤血球内部には細胞核はなく細胞質のみがある。細胞質中にはヘモグロビン(Hb)が溶けている(濃度は33%)。

体液中の O_2 含量は、その液と平衡にある気体を考えてその中の O_2 の分圧 p で表される。 O_2 はヘンリーの法則に従う気体で、 $[O_2]$ と p は比例するから、式(1)の右辺の $[O_2]$ を p で置き換えても左辺(平衡定数)はやはり定数になる。これを K_{Mb} と書くことにする。37°Cにおいて $p = 1 \text{ atm} (= 760 \text{ mmHg})$ の気体と平衡にある液中では、 $[O_2] = 1.1 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ である。

O_2 の結合部位の中で実際に O_2 が結合している部位の割合を飽和度 (Y で表すことにする) という。飽和度は実測できる量である。Mb の飽和度を Y_{Mb} とすると

$$Y_{Mb} = \frac{[MbO_2]}{[Mb] + [MbO_2]}$$

と表される。Hb の飽和度 Y_{Hb} はもっと複雑な式になるので、実測データ (37°C) を示すと図3のようである。 $Y = 0.5$ (50%飽和) になるときの O_2 の分圧を p_{50} と書くと、Mb の場合、 $p_{50} = 1.1 \text{ mmHg}$ である。

B 1827年にデーブライナー(J. W. Döbereiner)は三つ組元素「元素のなかには性質の似た三つの元素の組があり、各組の元素を原子量の順に並べたとき中央に来る元素の性質は前後の二つの元素の性質のおよその平均である。」という考え方を発表した。彼が報告した三つ組元素には

- | | | |
|--------------|----------------|----------------|
| (イ) Li, □, K | (ロ) Fe, Co, Ni | (ハ) S, Se, Te |
| (ニ) Cl, □, I | (ヒ) Ca, □, Ba | (ヘ) Cu, Ag, Au |

などがある。

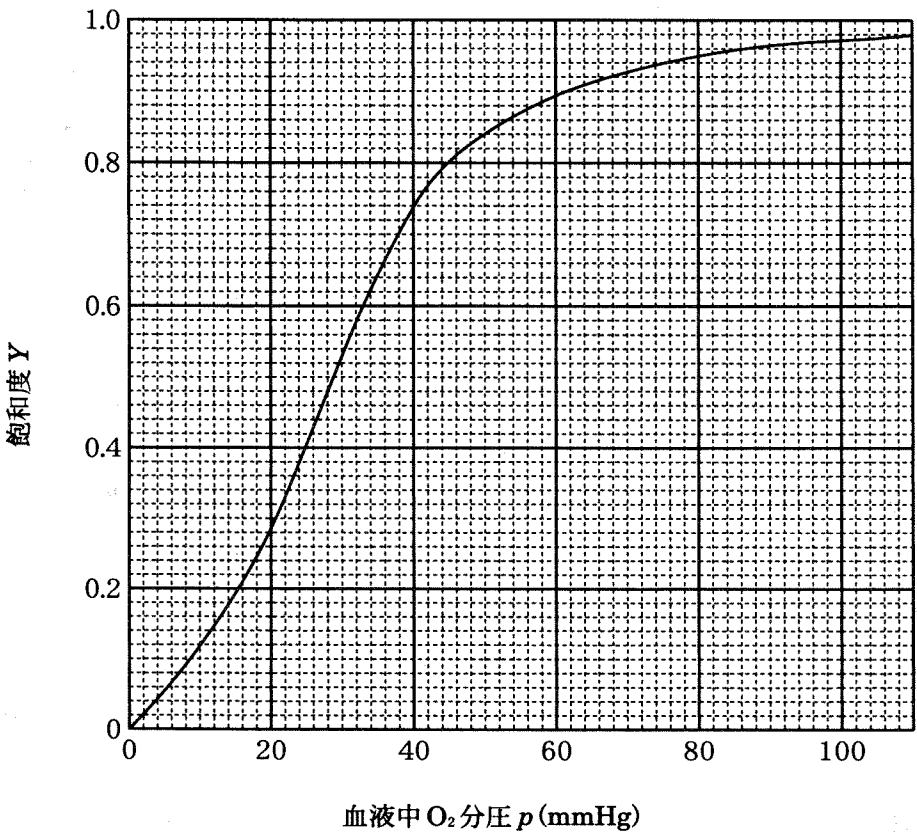
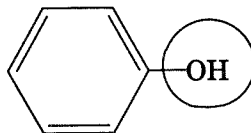


図3 ヘモグロビンの酸素飽和曲線

- 問 1 赤血球内部(細胞質)の浸透圧を計算せよ。
- 問 2 下線部 a)ではなぜ赤血球がこわれたのか推測して述べよ。
- 問 3 オレイン酸とグリセロールの構造式を記せ。
- 問 4 オレイン酸とグリセロールの結合は何結合と呼ばれるか。
- 問 5 下線部 b)の色を述べよ。
- 問 6 第 4 の加水分解産物の可能な構造式をすべて記せ。
- 問 7 赤血球膜内のリン脂質は、その親水性の部分が赤血球膜の表面に出るような配置になっている。図 2 の構造式のうち、赤血球膜の表面に出ている部分を(例)にならって線で囲め。

(例)



- 問 8 上の(イ)~(ハ)各組の三つの元素の周期表上の相対位置から見て(イ)~(ハ)を二つのグループに分類し、それぞれのグループについて、各組の三つの元素の性質が似ている理由を電子配置から説明せよ。
- 問 9 (イ), (ニ), (ホ)の□に入る元素は何か。また(イ), (ニ), (ホ)の元素は、それぞれまとめて何と呼ばれるか。
- 問10 O_2 が Hb, Mb と結合するときの O_2 と Fe の結合は
イオン結合 金属結合 共有結合 配位結合 水素結合
うちのどれと考えられるか。また、そう考える理由を説明せよ。
- 問11 Y_{Mb} を K_{Mb} と p で表す式を導け。
- 問12 K_{Mb} を計算せよ。
- 問13 p の関数としての Y_{Mb} のグラフを解答用紙の図に書き入れよ。
- 問14 文A中の式(1)の平衡定数を計算せよ。
- 問15 肺の中では $p = 95 \text{ mmHg}$, 組織から戻って来た静脈血では $p = 40 \text{ mmHg}$ である。1 mol のヘモグロビンが肺から組織へ運搬する O_2 の量(mol)を図3のデータから求めよ。
- 問16 仮に赤血球中の Hb をすべて Mb で置き換え、他の状況は全く変わらないとすると、赤血球による O_2 の運搬にどのような変化があるか。