

平成30年度入学試験問題

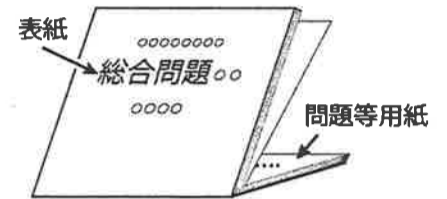
総合問題（生物資源産業学部） 901

（前期日程）

（注意事項）

- 1 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、**問題・解答用紙は8枚、下書き用紙1枚、計算用紙は1枚**である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、**問題・解答用紙の指定された解答箇所**に書くこと。
指定された解答箇所以外に書いたものは採点しない。
また、裏面に解答したものも採点しない。
- 4 **解答開始後、各問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。**
- 5 下書き用紙、計算用紙を含め、配布した用紙はすべて回収する。

表紙も問題・解答用紙も全て
表面のみに印刷している。



総合問題 901 その1

第1問 次の文章を読み、以下の問い（問1～7）に答えよ。必要に応じて水の蒸気圧のデータ（表1）を利用せよ。数値に関しては、全て3桁で答えよ。

長さ 1.00 m、断面積 1.00 cm² の試験管に水銀（Hg、密度 13.6 g/mL）を入れ、図1に示すように大気圧下 p_0 (= 1.00 atm) で水銀の液溜めに倒立させると、管内の水銀柱の高さ h は **A** mm になる。また水銀の蒸気圧を無視できるとすれば、図中の A の部分は **B** となる。断面積が 2.00 cm² の試験管を用いて同様の実験を行なった場合、管内の水銀柱の高さ h は **C** mm になる。また水銀の代わりに水（H₂O、密度 1.00 g/mL）を断面積 1.00 cm² の長い管に入れ、水の液溜めに倒立させた場合、管内の水柱の高さ h は **D** m になる。

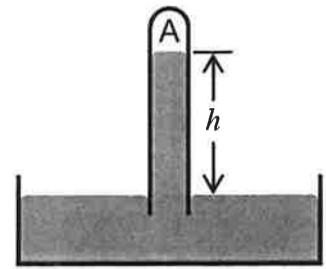


図1

図2に示すような断面積 1.00 cm² のU字のガラス管に水銀を入れ大気圧 p_0 下で放置すると、水銀の液面の高さは左右のガラス管で同じになる（図2左）。この液面の位置を $h = 0$ とし、左側の管内の水銀の液面の位置を h (mm) で表すことにする。右側の管に圧力 p ($= p_0 + \Delta p$) を作用させたとき、 p が大気圧 p_0 より大きければ ($\Delta p > 0$) 左側の管内の水銀の液面は上昇し（図2右、 $h > 0$ ）、逆に p が大気圧 p_0 より小さければ ($\Delta p < 0$) 下降する ($h < 0$)。一般に、密度 ρ (kg/m³) の液体がU字管に充填されている場合、 h と Δp の関係は重力加速度 g (m/s²) を用いて

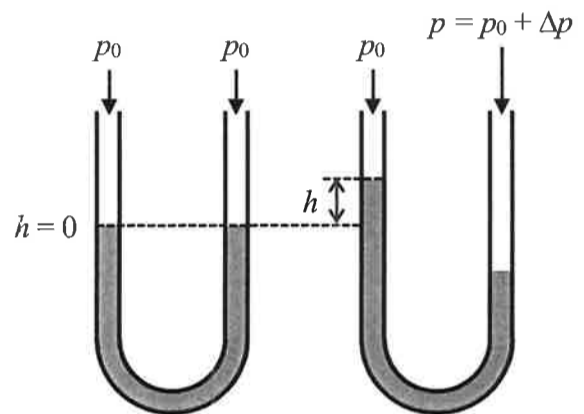


図2

$$\Delta p \times 1.01 \times 10^5 = \mathbf{E} \times 10^{-3}$$

と表すことができる。なお左辺と右辺の数値は、それぞれ、1 atm = 1.01 × 10⁵ Pa および 1 mm = 10⁻³ m の単位換算から生じたものである。水銀が充填されている場合は、図1に示したように、1.00 atm のとき水銀柱の高さが **A** mm になることがわかっているので、 h は Δp を用いて $h = \mathbf{F}$ と表すことができる。いずれにせよ、 h を計測することでU字管の左右の管にかかる圧力差 Δp を知ることができる。

次に、このU字管を利用して、図3に示すような実験系を組み立て以下の操作を行なった。

- 操作1) コックI、IIを開けた状態で容器Bに少量の水（液体）を入れ、コックIを閉めた後、容器を 100 °C (373 K) まで加熱し、水（液体）を沸騰させ、容器内を全て水蒸気（気体）に置換した後、コックIIを閉めた。
- 操作2) 100 °C (373 K) を維持したまま、コックIを開けた。
- 操作3) コックIを開けた状態で容器をゆっくり加熱し、容器内の温度を 150 °C (423 K) にした。
- 操作4) その後、容器内の温度が 50 °C (323 K) になるまでゆっくり冷却した。

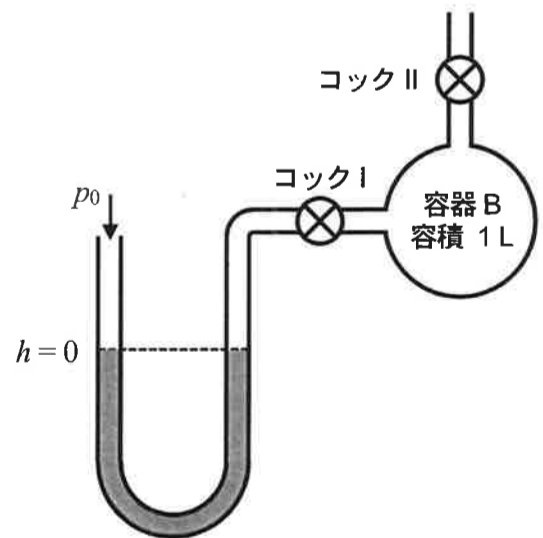


図3

表1 各温度 T (°C) における水の蒸気圧 P (atm)

T (°C)	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
P (atm)	0.122	0.197	0.308	0.467	0.692	1.00	1.41	1.96	2.67	3.57	4.70

総合問題 901 その2

(その1より続く)

問1 空欄 **A** および **C** ~ **F** には適切な数値または数式を, 空欄 **B** には適切な語句を入れよ。

問 1	A		B		C	
	D		E		F	

問2 操作1)の終了後, 容器Bには何 mol の H_2O が存在するのか答えよ。ただし容器Bの容積は 1.00 L とし, 容器内に存在する水蒸気は全て理想気体とみなせるものとする。また U 字管と容器との間の体積とそこに存在する気体は全て無視できるものとする。なお, 気体定数 R は $0.0821 \text{ atm L/(K mol)}$ とする。

問 2	
--------	--

問3 操作3)を行なったとき, h はいくらになるのか答えよ。

問 3	
--------	--

問4 操作4)を行なったとき, もし容器内に水(液体)が生成しないと仮定すれば, h はいくらになるのか答えよ。

問 4	
--------	--

(その3へ続く)

小計	
----	--

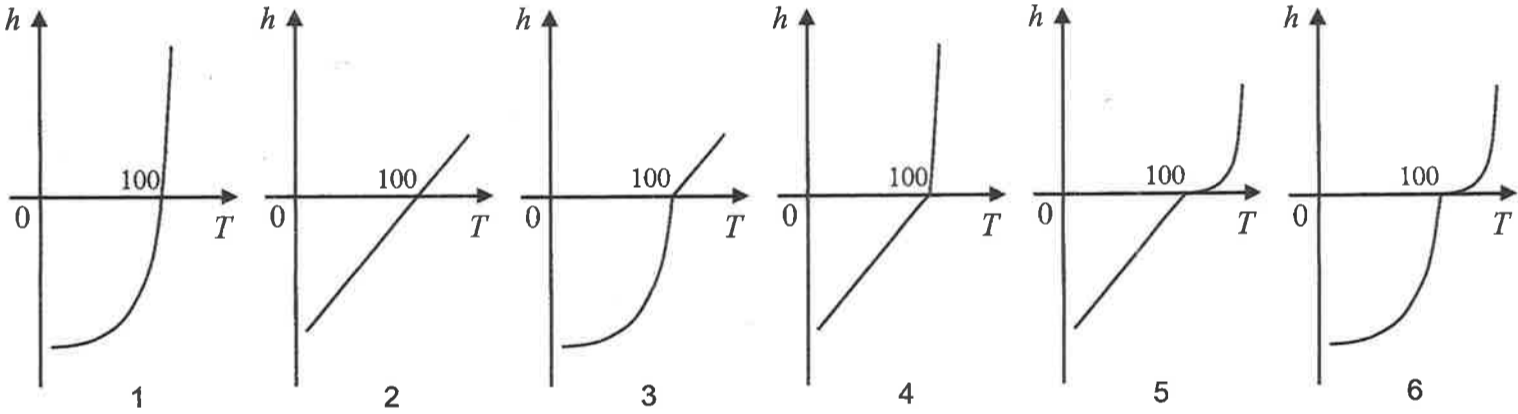
総合問題 901 その3

(その2より続く)

問5 操作4)を行なったとき、実際には容器内に水(液体)が生成する。生成した水(液体)は何molになるのか答えよ。また、そのときの h はいくらになるのか答えよ。ただし、生成した水(液体)の体積は無視できるものとする。

問 5	
--------	--

問6 h と容器内の温度 T ($^{\circ}\text{C}$)との関係をグラフに表すとどのようになるか。次の1~6の内から適切なものを選び。



問 6	
--------	--

問7 操作4)を行なった後、引き続きゆっくりと冷却し続けると、ある温度で氷(固体)が析出し始める。その温度は水の通常融点(1 atm 下での水の融点)よりも高いか低いのか答えよ。また、ある程度氷が析出した時点で冷却を止め(液体の水は残っているものとする)、その温度と圧力を維持したとき、容器内の水蒸気(気体)・水(液体)・氷(固体)はどのようなものになるのか説明せよ。

問 7	
--------	--

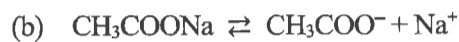
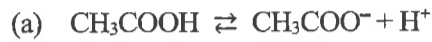
小計	
----	--

総合問題 901 その4

第2問 次の文章を読み、以下の問い(問1~3)に答えよ。

私達の体内で働く細胞内液や血液などの体液は、① 酸やアルカリを加えても pH の変化があまり起こらない溶液でできており、生体内の化学反応を一定にしている。では、この溶液の pH 変化が起こりにくい仕組みを説明してみよう。

酢酸のような弱酸とその塩(例えば酢酸ナトリウム)からなるこの水溶液中には、以下の化学反応式(a)および(b)で表される化学平衡が存在する。



ここで、化学反応式(b)の CH_3COONa は塩なのでほぼ完全に解離しており、水溶液中の CH_3COO^- の濃度は増える。一方、 CH_3COO^- が増えれば、② 化学反応式(a)の平衡は CH_3COO^- の濃度を抑える方向に移動するので、平衡は左に移動する。ここへ酸を加えると、化学反応式(a)の平衡が左に移動する反応が起こるため、水溶液中の H^+ はほとんど増えない。また、アルカリを加えると、化学反応式(a)より、



となり、 OH^- は中和される。このように、この溶液は、外部から加えられた H^+ や OH^- を巧みに消費し、pH をほぼ一定に保つことができる。

問1 下線部(1)の溶液の名称を答えよ。

問 1	
--------	--

問2 下線部(2)の法則の名称を答えよ。

問 2	
--------	--

問3 弱塩基とその塩からも同様な水溶液を作製することができる。弱塩基をアンモニア (NH_3)、その塩を塩化アンモニウム (NH_4Cl) とし、外部から酸やアルカリを加えても pH が変化しにくい理由を説明せよ。

問 3	
--------	--

小計	
----	--

総合問題 901 その5

第3問 次の文章を読み、以下の問い（問1～5）に答えよ。

- 5つのアミノ酸がつながったペプチド（ペントペプチド）について実験を行い、以下の結果を得た。
- ① ペントペプチドは、下の表1に示した5つのアミノ酸（グリシン、フェニルアラニン、システイン、リシン、グルタミン酸）から構成されることがわかった。
 - ② 部分加水分解により3つのトリペプチドA, B, Cが得られた。
 - ③ トリペプチドAとBはキサントプロテイン反応陽性であったが、トリペプチドCは陰性であった。
 - ④ トリペプチドCのみ不斉炭素原子を持たないアミノ酸を含んでいた。
 - ⑤ トリペプチド溶液に濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、すべてのトリペプチド溶液において硫化鉛(II)の黒色沈殿が生じた。
 - ⑥ トリペプチドAの等電点は、トリペプチドB, Cの等電点より高かった。
 - ⑦ トリペプチド溶液を無水酢酸と反応させると、トリペプチドB, Cに比べてトリペプチドAは2倍量アセチル化された。
 - ⑧ トリペプチドCの分子量が3つのトリペプチドの中で最も小さかった。

表1 アミノ酸の名称、分子量、分子式および置換基（側鎖）の構造式

名 称	グリシン	フェニルアラニン	システイン	リシン	グルタミン酸
分子量	75	165	121	146	147
分子式	C ₂ H ₅ NO ₂	C ₉ H ₁₁ NO ₂	C ₃ H ₇ NO ₂ S	C ₆ H ₁₄ N ₂ O ₂	C ₅ H ₉ NO ₄
置換基 (側鎖) の構造式	-H	-CH ₂ -	-CH ₂ -SH	-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -NH ₂	-CH ₂ -CH ₂ -

問1 アミノ酸の一般式を書け。置換基（側鎖）はRで示せ。

問 1	
--------	--

問2 アミノ酸の結晶を水に溶かすと双性イオンとなって溶解する。水溶液中でのグリシンの電離平衡を化学反応式で示せ。

問 2	
--------	--

（その6へ続く）

小計	
----	--

総合問題 901 その6

(その5より続く)

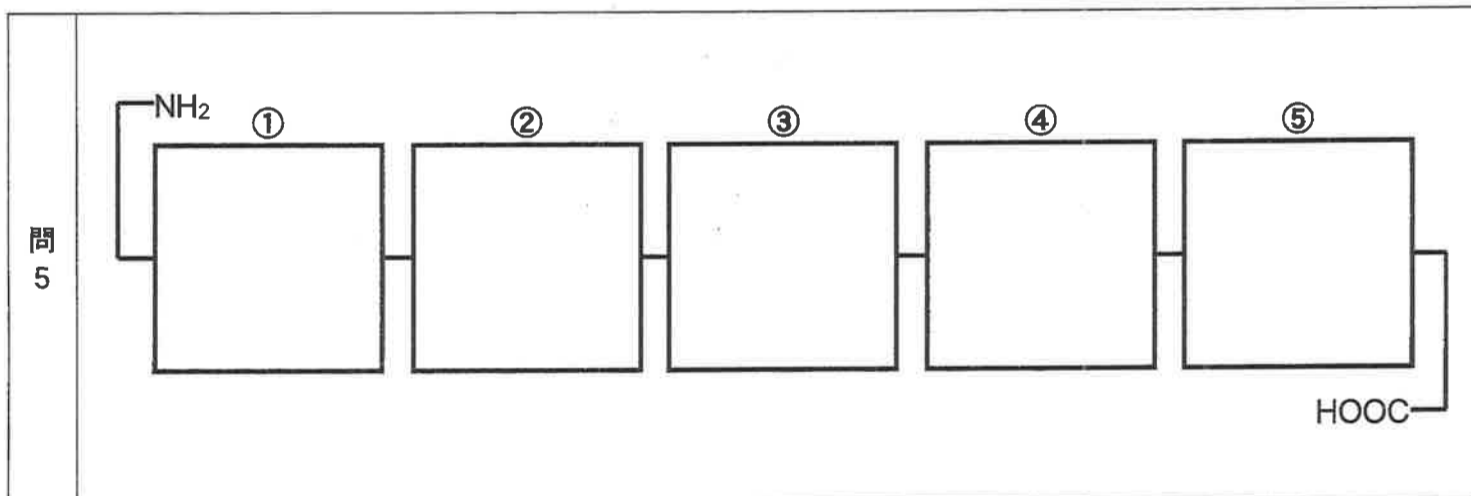
問3 ジペプチドであるグリシルシステインの化学構造式を書け。

問 3	
--------	--

問4 ペンタペプチドを構成するアミノ酸のうち、酸性アミノ酸または塩基性アミノ酸に分類されるアミノ酸は何か答えよ。

問 4	酸性アミノ酸	
	塩基性アミノ酸	

問5 実験①～⑧の結果から、ペンタペプチドの5つのアミノ酸の順序を推定せよ。

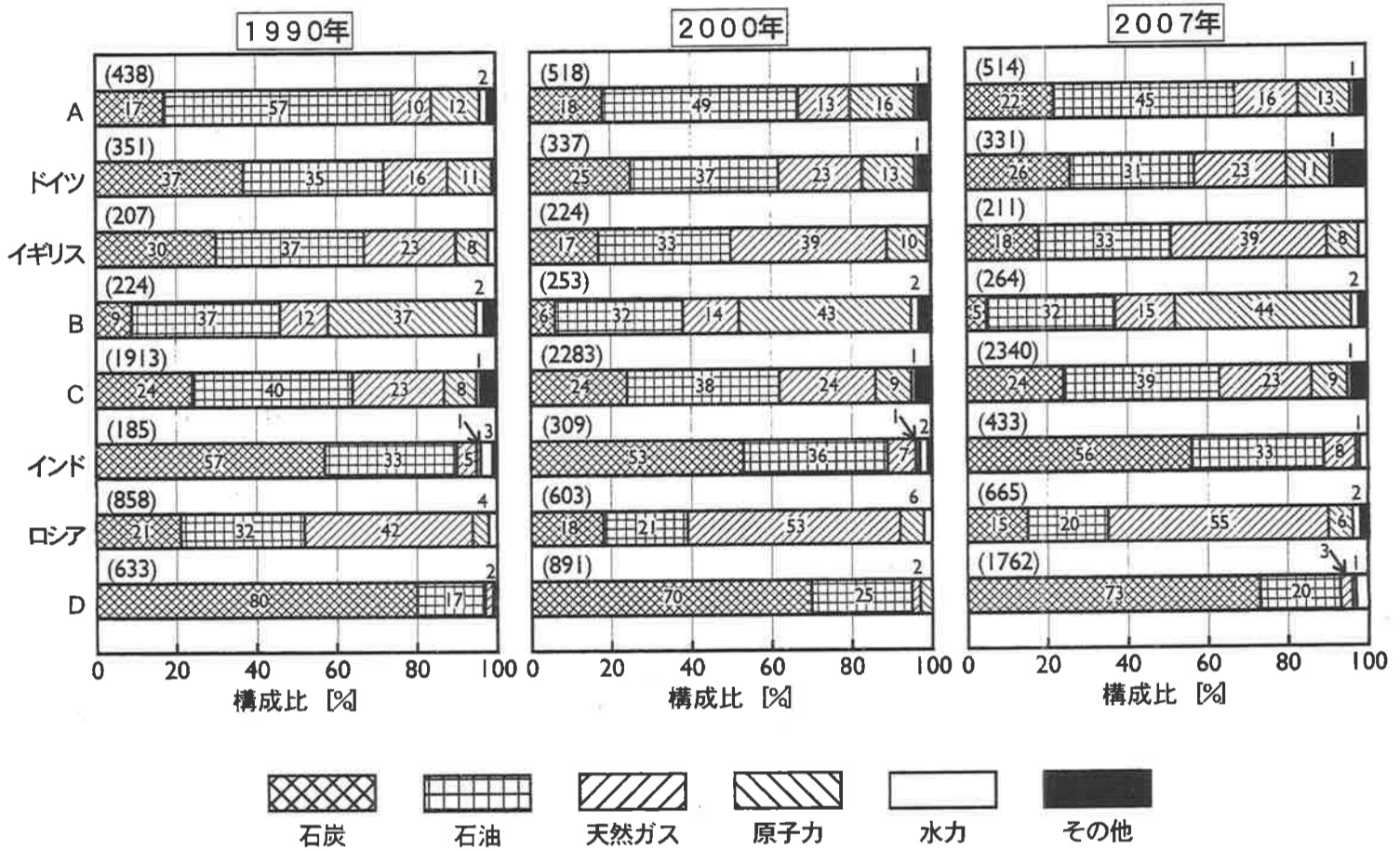


小計	
----	--

総合問題 901 その7

第4問 以下の問い（問1～2）に答えよ。

問1 以下の3つのグラフは、1990年、2000年および2007年の主要国の一次エネルギー供給構成について示したものである。主要国とは、アメリカ、フランス、イギリス、ドイツ、ロシア、中国、インドおよび日本である。この中でアメリカ、フランス、中国、日本はA～Dのどれに当てはまるかを選べ。また、選んだ理由を150字以内で説明せよ。なお、図中（ ）内に書かれている数値は一次エネルギーの合計量で、その単位はエネルギーの単位である toe（石油換算トン）である。



出典：統計データから見る 地球環境・資源エネルギー論, p. 32 (図 1.18), 一部改編

アメリカ		フランス	
中国		日本	

(25字 6行)

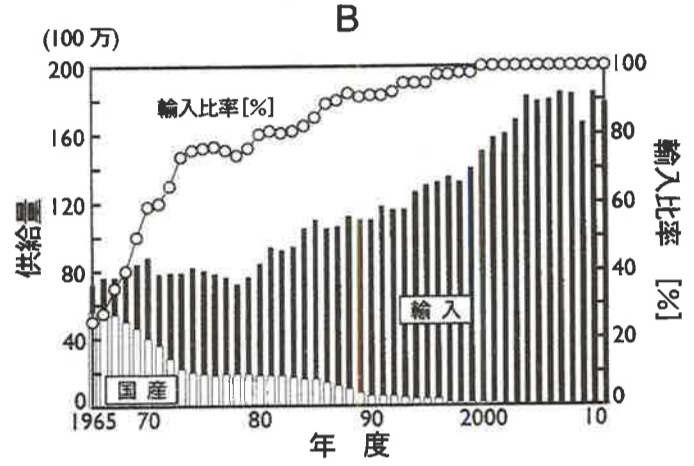
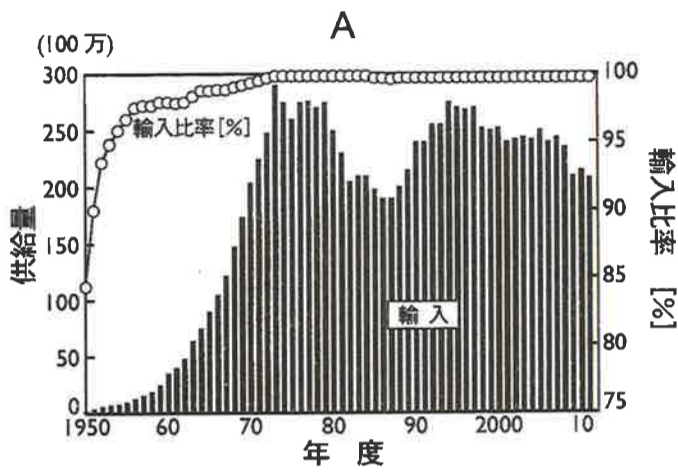
(その8へ続く)

小計	
----	--

総合問題 901 その8

(その7より続く)

問2 以下のグラフAおよびBは、石炭と石油の国内供給量の推移を表したものである。どちらが石炭でどちらが石油を表したのか答えよ。また、選んだ理由を150字以内で説明せよ。



出典：エネルギー白書 2017, p.152 (第 213-1-2 図) および p.160 (第 213-1-20 図), 一部改編

石炭						石油					

(25字 6行)

小計	
----	--