

2020年度入学試験問題

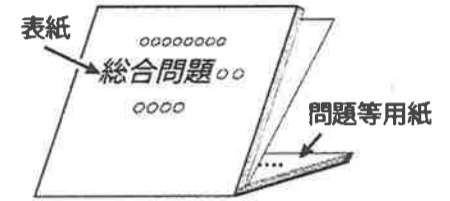
総合問題（生物資源産業学部） 901

（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、下書き用紙は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1~9)に答えよ。

質量数12の炭素の原子核は **ア** 個の陽子と **イ** 個の中性子で構成される。質量数13の炭素原子は **ウ** 個の陽子と **エ** 個の中性子で構成されている。このように原子番号が等しく、質量数が異なる原子を **オ** という。炭素の単体にはダイヤモンドや黒鉛(グラファイト)がある。これらは互いに **カ** の関係にある。(a) ダイヤモンドがガラスよりも硬いのに対し、グラファイトは爪で砕くことができるほど柔らかい。

炭素の酸素化合物に二酸化炭素がある。二酸化炭素の固体は **キ** と呼ばれる。**キ** は大気圧のもとで液体を経ずに気体となる。この現象は **ク** と呼ばれる。

(b) 二酸化炭素は工業的には炭酸カルシウム(CaCO₃)を主成分とする石灰石を強熱し、熱分解により製造する。(c) 実験室では石灰石に塩酸を加えて二酸化炭素を発生させる。(d) 二酸化炭素は水と反応するため、その水溶液は弱酸性を示す。

問1 空欄 **ア** ~ **ク** にあてはまる適切な語句や数値を答えよ。

問2 質量数12の炭素の存在比を a ($a < 1$)としたとき、質量数13の炭素の存在比を a を用いた式で示せ。ただし、天然の炭素原子は質量数12と13の炭素原子で構成されるものとする。

問3 炭素の正確な原子量は12.01である。これより、質量数12の炭素の存在比 a を求めよ。

問4 1.201 gのダイヤモンドに含まれる質量数13の炭素原子の個数を問2に示した炭素の原子量を用いて計算せよ。ただしこのダイヤモンドは100%炭素から成るものとし、アボガドロ数は 6.02×10^{23} とする。

問5 下線(a)のように、ダイヤモンドと黒鉛(グラファイト)で硬さが異なるのはなぜか。それぞれの結晶構造の違いから説明せよ。

問6 大気中の二酸化炭素濃度として最も適切な数値を次から選べ。

40%, 4%, 0.4%, 0.04%

問7 下線(b)の炭酸カルシウムの熱分解により二酸化炭素を発生させるときの化学反応式を示せ。

問8 下線(c)の石灰石に塩酸を加えて二酸化炭素を発生させるときの化学反応式を示せ。

問9 下線(d)の二酸化炭素と水との反応をイオン反応式で示せ。

受験番号	第	番
------	---	---

総合問題 901 その2

(第1問の解答)

問 1	ア		イ		ウ		エ	
	オ		カ		キ		ク	

問 2	
--------	--

問 3	
--------	--

問 4	
--------	--

問 5	
--------	--

問 6	
--------	--

問 7	
--------	--

問 8	
--------	--

問 9	
--------	--

小計	
----	--

総合問題 901 その3

第2問 次の文章を読み、以下の問い（問1～6）に答えよ。

実験 食酢中の酢酸濃度を中和滴定により決定する。ただし、食酢中の酸は酢酸のみとする。

手順1. 食酢を正確に 20 mL はかり取り、蒸留水で正確に 100 mL に薄めた。

手順2. 手順1の溶液 10 mL を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定しながら pH を測定し、横軸を水酸化ナトリウム水溶液の滴下量 (mL)、縦軸を pH として滴定曲線を作成した (図1)。

手順3. 中和点までに水酸化ナトリウム水溶液 15 mL を要した。

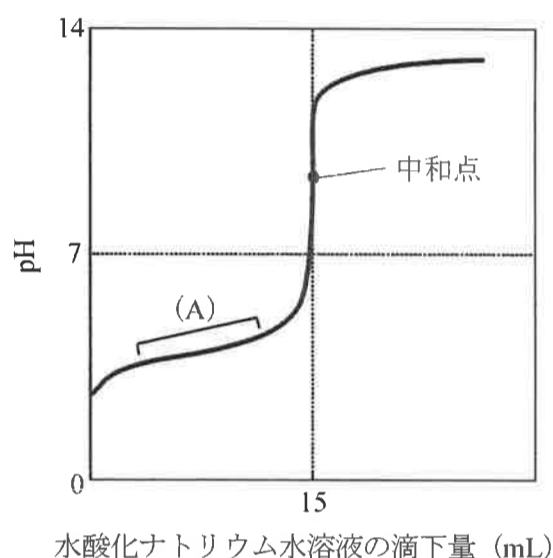


図1 中和滴定曲線

問1 手順1で使用する器具の名称について、次の問いに答えよ。

小問1 一定体積の溶液を正確にはかり取るためのガラス器具は何か答えよ。

小問2 正確な標準溶液 100 mL を調製するためのガラス容器は何か答えよ。

問2 この中和滴定において適当な指示薬は何かを答えよ。

問3 薄める前の食酢中の酢酸のモル濃度を求めよ。また、計算式も示せ。有効数字は2桁とする。

問4 手順1で薄めた食酢水溶液の pH を求めよ。薄めた食酢中の酢酸の電離定数 K_a を 2.0×10^{-5} mol/L、およびその酢酸の電離度は1に比べて十分に小さいものとする。また、計算式も示せ。ただし、 $\log 3.0 = 0.48$ とし、有効数字は2桁とする。

問5 中和曲線の領域 (A) では、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えてもその混合水溶液中の $[\text{OH}^-]$ はほとんど増加しないため、pH があまり変化しない。このように、外から加えた塩基あるいは酸の影響を打ち消して pH をほぼ一定に保つ作用を何というか答えよ。

問6 図1のように中和点が pH7 よりも大きい理由を、化学反応式を用いて説明せよ。化合物は示性式を用いよ。

受験番号	第	番
------	---	---

総合問題 901 その4

(第2問の解答)

問 1	小問1		小問2	
--------	-----	--	-----	--

問 2	
--------	--

問 3	計算式	
	解答	mol/L

問 4	計算式	
	解答	

問 5	
--------	--

問 6	反応式	
	説明	

小計	
----	--

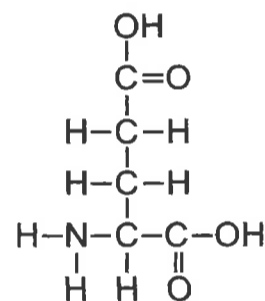
総合問題 901 その5

第3問 炭化水素についての記述である。以下の問い（問1～2）に答えよ。

炭素原子 C を骨格とする化合物を ① 化合物, ① 化合物以外の化合物を ② 化合物と区別している。最も基本的な ① 化合物は炭素と ③ から成る炭化水素であり, 2つに分類される。1つは炭素原子が鎖状に結合している鎖式炭化水素であり, ④ 炭化水素といわれる。もう1つは炭素原子が環状に結合した部分を含む環式炭化水素である。環式炭化水素のうち, ベンゼン環とよばれる炭素骨格をもつものは特有の性質を示すので ⑤ 炭化水素といい, ⑤ 炭化水素以外を ⑥ 炭化水素という。また, 炭素原子間の結合がすべて単結合のものを ⑦ 炭化水素, 二重結合や三重結合を含むものを ⑧ 炭化水素という。

炭化水素の分子から ③ 原子を何個か除いてできる原子団を炭化水素基という。炭化水素基の中で, メチル基やエチル基などは ⑨ 基という。また, 化合物に特定の原子団が結合すると, その化合物はその原子団特有の性質を示すようになる。このように, 化合物の特性を決める原子団を官能基といい, ⑩ 基が結合するとアルコールに, ホルミル基が結合すると ⑪ に, カルボキシ基が結合すると ⑫ に, アミノ基が結合すると ⑬ になる。

問1 空欄 ① ~ ⑬ にあてはまる適切な語句を答えよ。



問2 右の構造式は, 身の回りの物質に含まれる化合物である。各問いに答えよ。

小問1 この化合物が有する官能基の名称を2種類答えよ。

小問2 この化合物は水溶液中の pH によっては異なる2つの電荷を同時にもつ。このようなイオンを何というか答えよ。

小問3 この化合物は昆布やチーズに多く含まれている化合物である。この化合物名を答えよ。

(第3問の解答)

問 1	①		②		③		④	
	⑤		⑥		⑦		⑧	
	⑨		⑩		⑪		⑫	
	⑬							

問 2	小問1	
	小問2	
	小問3	

小計	
----	--

総合問題 901 その6

第4問 次の文章を読み、以下の問い（問1～5）に答えよ。

細胞にはDNAとRNAの2種類の核酸が存在する。いずれの核酸も、五炭糖に環状の塩基と ① とが結合した化合物である ② を構成単位としている。DNAを構成する塩基は、アデニン、グアニン、シトシン、チミンの4種類であり、2本のDNA分子に相対する塩基の間で水素結合を生じ塩基対を形成する。このことにより、DNAは安定的な ③ 構造を形成している。一方、RNAは通常一本鎖で存在し、チミンの代わりに ④ が塩基として含まれる。

問1 上の文章中の空欄 ① ～ ④ の中に適切な語句を答えよ。

問2 核酸を構成する元素を元素記号で全て挙げよ。

問3 RNAを構成する糖はリボースであり、分子式は $C_5H_{10}O_5$ である。DNAを構成する糖の名称とその分子式を示せ。

問4 ある二本鎖DNAに含まれるシトシンの比率を調べたところ、全DNA塩基の28%であった。次の問いに答えよ。

小問1 このDNAにおけるアデニン、グアニン、チミンの比率はそれぞれ何%か答えよ。

小問2 このDNAが100塩基対からなる場合、塩基対の間に生じている水素結合の総数はいくつか答えよ。また、計算式も示せ。

問5 二本鎖DNAの溶液をある温度以上に加熱すると、塩基対の結合が切れて一本鎖に解離する。二本鎖DNAに含まれるシトシンの比率が全DNA塩基の35%であるとき、このDNAをDNA-1とし、問4のDNAをDNA-2とする。DNA-1とDNA-2のどちらが加熱による解離がより起こりにくいと考えられるか。また、その理由を述べよ。

(第4問の解答)

問1	①	②	③	④
----	---	---	---	---

問2	
----	--

問3	名称	分子式
----	----	-----

問4	小問1	アデニン	%	グアニン	%	チミン	%
	小問2	計算式				解答	個

問5	解離が起こりにくいDNA
	理由

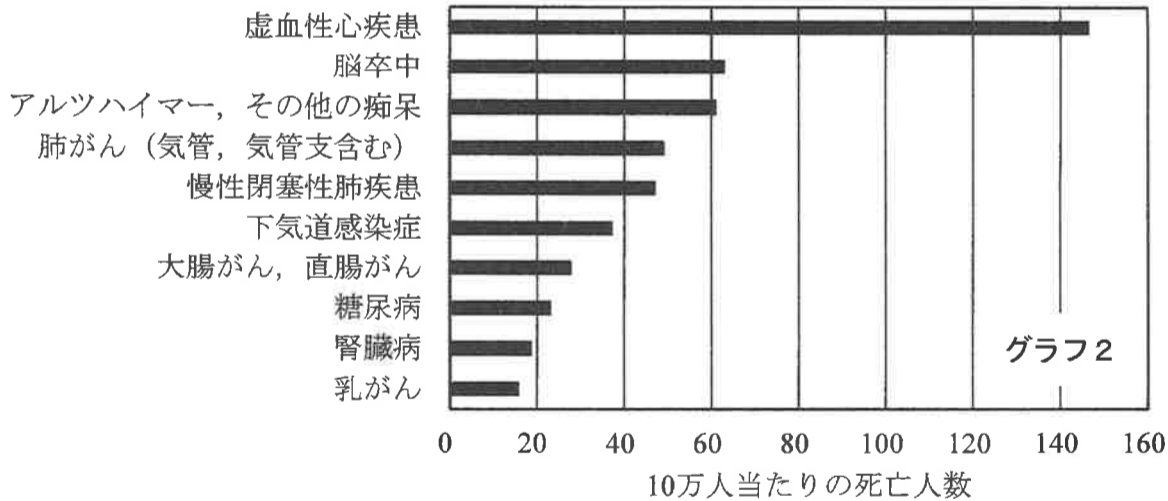
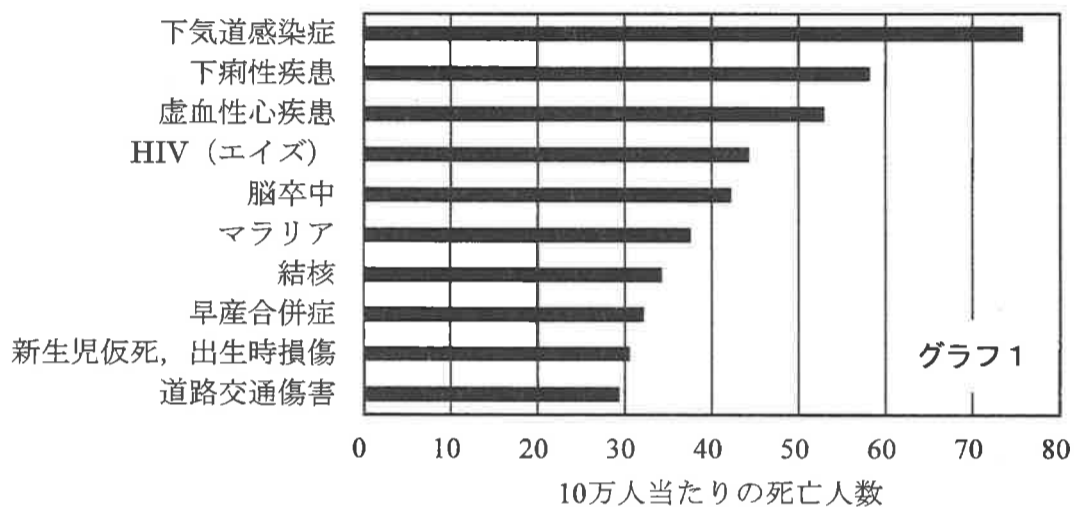
小計	
----	--

総合問題 901 その7

第5問 次の2つのグラフは、2016年の高所得経済圏と低所得経済圏における死亡原因の1位から10位を表している。グラフを読み取り、以下の問いに答えよ。

問1 グラフ1はどちらの経済圏を表しているか答えよ。また、各々の経済圏における生活環境や生活状況について推測されることを400字以内で述べよ。

問2 死亡原因の統計データは、国民生活の質の向上にどのように活用できるか、あなたの考えを150字以内で述べよ。



出典: Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva, World Health Organization; 2018.

死亡原因の説明

- ・下気道感染症
声帯から下を下気道という。気道, 呼吸器におこる感染症。呼吸器感染症。
- ・下痢性疾患
通常, 腸管における感染症状。細菌, ウイルス, 寄生虫が原因。
- ・虚血性心疾患
心臓の筋肉の一部が酸素不足 (虚血) になる病気の総称。心筋梗塞や狭心症。
- ・脳卒中
脳の神経細胞が壊死する病気全般を示す。脳梗塞, 脳出血, くも膜下出血など。

計 算 用 紙