

医学部 一般・理科

《 注 意 事 項 》

1. 解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって○にマークしなさい。

(例) 受験番号10001の場合

フリガナ	
氏名	

受験番号				
万	千	百	十	一
1	0	0	0	1
	●	●	●	○
●	①	①	①	●
②	②	②	②	②
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

2. 出題科目、ページ及び選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	1~15	左の3科目のうちから2科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間(120分)の配分は自由です。
化 学	16~27	
生 物	28~40	

3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
4. 2枚の解答用紙のそれぞれの解答科目欄に、解答する科目のいずれか1つをマークしなさい。
5. 解答方法は次のとおりです。

(1) 次の例にならって解答用紙の解答欄にマークしなさい。

(例) 問1 東北医科薬科大学のある都市は次のうちどれか。

- ① 札幌市 ② 青森市 ③ 秋田市 ④ 山形市 ⑤ 盛岡市
⑥ 福島市 ⑦ 水戸市 ⑧ 新潟市 ⑨ 東京都 ⑩ 仙台市

⑩と解答する場合は解答用紙の⑩をマークしなさい。

解答 番号	解 答 欄										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⑩


この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

- (2) に数字「8」、 に数字「0」と答える時は次のとおりマークしなさい。

6	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	○
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	●

/ のように分数形で解答する場合は、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えなさい。 / に $3/4$ と答える時は次のとおりマークしなさい。

8	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	○
9	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	○

- (3) 解答の作成にはH、F、HBの黒鉛筆を使用し、○の中を塗りつぶしなさい。シャープペンシル等、黒鉛筆以外のものを使用した場合には、解答が読み取れず、採点できない場合があります。
- (4) 答えを修正する場合は、プラスチック製の消しゴムであとが残らないように**完全に消しなさい**。鉛筆のあとが残ったり、のような消し方などした場合は、修正または解答したことにならないので注意しなさい。
- (5) 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないよう、特に注意しなさい。

(試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。)

化 学

必要ならば、つぎの数値を用いなさい。

原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5, K = 39, Ca = 40, Mn = 55

気体定数： $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, 0°C の絶対温度：273 K

【1】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

原子中の電子は、K 殻、L 殻、M 殻・・・とよばれる電子殻に入っており、各電子殻に入る最大の電子数は決まっている。これら電子殻はさらに電子軌道（電子が存在する空間領域）から構成されており、実際には電子はこの軌道に収容されている。例えば、K 殻には 1 個の s 軌道（1s 軌道）のみがあり、L 殻には 1 個の s 軌道（2s 軌道）と、p 軌道（2p 軌道）がある。1s 軌道と 2s 軌道は球形、2p 軌道は垂鈴形をしている。2p 軌道は 3 個の軌道（ $2p_x$ 軌道、 $2p_y$ 軌道、 $2p_z$ 軌道）からなる。いずれの軌道も、1 個の軌道に入る最大の電子数は決まっている。したがって、L 殻の 2p 軌道には最大で計 個の電子が入ることができる。

三原子分子である水分子（ H_2O ）は、酸素原子が水素原子 2 個と共有結合を形成している。これらの原子は一直線上になく、水分子は折れ曲がった構造であることが知られている。水分子の共有結合は、不対電子の入っている軌道に相手の原子の不対電子が入って形成される。非共有電子対は共有結合に関与しない。水分子では、2 組の共有電子対と 2 組の非共有電子対があり、電子対どうしは、互いに離れようとする。したがって各電子対が入る軌道で考えれば、水分子は酸素原子を中心に に近い形となる。そのため、水分子を構成する原子は一直線上になく、折れ線形の構造をとる。さらに、 の反発力は よりも大きく、他の結合角を圧迫している。この電子対どうしの反発を考えると、分子間力のない水分子の結合角 $\angle\text{HOH}$ 、アンモニア分子（ NH_3 ）の結合角 $\angle\text{HNH}$ およびメタン分子（ CH_4 ）の結合角 $\angle\text{HCH}$ は > > の順に小さくなる。

さて、16 族の水素化合物では、水 H_2O の沸点が他の同族の水素化合物の沸点と比べて異常に高い。それは、水分子間にファンデルワールス力よりも強い水素結合がはたらいっているからである。

問1 ア ~ エ にあてはまる最も正しい組合せはどれか。

	ア	イ	ウ	エ
①	4	正方形	共有電子対	非共有電子対
②	6	正方形	非共有電子対	共有電子対
③	8	正四面体形	共有電子対	非共有電子対
④	4	正六面体形	非共有電子対	共有電子対
⑤	6	正四面体形	共有電子対	非共有電子対
⑥	8	正六面体形	共有電子対	非共有電子対
⑦	4	正六面体形	共有電子対	非共有電子対
⑧	6	正四面体形	非共有電子対	共有電子対
⑨	8	正方形	非共有電子対	共有電子対

問2 オ ~ キ にあてはまる正しい組合せはどれか。

	オ	カ	キ
①	NH ₃	H ₂ O	CH ₄
②	NH ₃	CH ₄	H ₂ O
③	H ₂ O	NH ₃	CH ₄
④	H ₂ O	CH ₄	NH ₃
⑤	CH ₄	NH ₃	H ₂ O
⑥	CH ₄	H ₂ O	NH ₃

問3 ファンデルワールス力に関するつぎの記述のうち、正しいものはどれか。

- a ファンデルワールス力は、すべての分子間にはたらく引力である。
- b 直鎖状のアルカンでは、-CH₂- が1個増えるごとに、ファンデルワールス力はほぼ規則的に大きくなる。
- c 気体の窒素 N₂ が冷却により液体や固体になるのは、主にファンデルワールス力がはたらいているためである。
- d 黒鉛の平面構造どうしは、ファンデルワールス力で結びついている。

- ① a, b のみ ② a, c のみ ③ a, d のみ ④ b, c のみ ⑤ b, d のみ
- ⑥ c, d のみ ⑦ a, b, c のみ ⑧ a, b, d のみ ⑨ b, c, d のみ ⑩ a, b, c, d

問4 水素結合に関するつぎの記述のうち、正しいものはどれか。

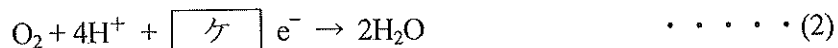
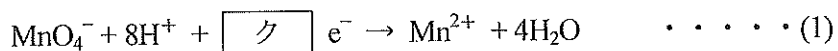
- a 酢酸はベンゼン中で、2分子間で水素結合して、1分子のようにふるまうことがある。
- b 水素結合は分子間で生じる結合であり、分子内では水素結合は形成されない。
- c 固体の水（氷）の結晶中では、1個の水分子に対して3個の水分子が水素結合している。
- d ナイロン6は、分子間に多くの水素結合が形成されているため、強い繊維となっている。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ a,bのみ
- ⑥ a,cのみ ⑦ a,dのみ ⑧ b,cのみ ⑨ b,dのみ ⑩ c,dのみ

問5,6 以下の化学的酸素要求量（COD）に関する記述を読んで、以下の問いに答えよ。

水 H_2O は、全ての生命に欠かすことのできない物質である。湖沼は水の供給源の一つであるが、その水質汚濁がしばしば問題となっている。水質汚濁の主な原因は湖沼に流入した有機化合物であり、その汚濁の程度を示す指標の一つとして化学的酸素要求量（COD）がある。これは水中に含まれる有機化合物を酸化分解するために必要な酸素量を表したもので、その値が大きいくほど、水が汚染されていることになる。実際のCODは、試料水1L中に存在する有機化合物を過マンガン酸カリウム KMnO_4 のような酸化剤を用いて酸化還元滴定を行い、このとき消費された酸化剤の量を、それに相当する酸素 O_2 の質量 [mg] に換算した値で示す。

さて、酸性条件下で過マンガン酸イオンと酸素を酸化剤として用いた反応は、以下のようになる。(1)式と(2)式の ク と ケ に入る電子の数の関係から酸素の質量を求めることができる。



問5 , にあてはまる数値の正しい組合せはどれか。

	<input type="text" value="ク"/>	<input type="text" value="ケ"/>		<input type="text" value="ク"/>	<input type="text" value="ケ"/>
①	2	4	⑥	5	6
②	4	2	⑦	6	5
③	4	5	⑧	7	2
④	5	4	⑨	7	4
⑤	5	5	⑩	7	5

問6 ある湖沼水 500 mL を用いて COD を測定した結果、 5.00×10^{-3} mol/L の KMnO_4 水溶液の消費量は 12.5 mL であった。この湖沼水の COD は何 mg/L か。最も近い値はどれか。

- ① 1.60 ② 2.00 ③ 2.50 ④ 3.00 ⑤ 3.20
 ⑥ 3.50 ⑦ 4.00 ⑧ 5.00 ⑨ 6.40 ⑩ 10.0

【Ⅱ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

アンモニアソーダ法 (図 1) は、ベルギーの化学者ソルベーが發明したガラスやセッケンの原料となる **ア** を安価に作る工業的製法である。この製法の過程で起こる反応に関する実験を行った。

実験 (1) **イ** と **ウ** を加熱し、**エ** を発生させた。**エ** は、肥料、火薬、染料などの原料となる硝酸の製造に用いられる。a) 工業的に **エ** は **A** 法により、窒素 N_2 と水素 H_2 を混合し、主成分として **B** を含む触媒を用いて合成される。

実験 (2) 反応容器に塩化ナトリウム飽和水溶液を入れた後、実験 (1) で発生させた **エ** を十分に吸収させた。

実験 (3) 石灰石を加熱し、**オ** を発生させ、これを実験 (2) の反応容器に通気したところ **ウ** と **カ** が生成した。

実験 (4) b) 実験 (3) で生成した **ウ** と **カ** を分離した後、**カ** を焼くと、**ア** が得られた。

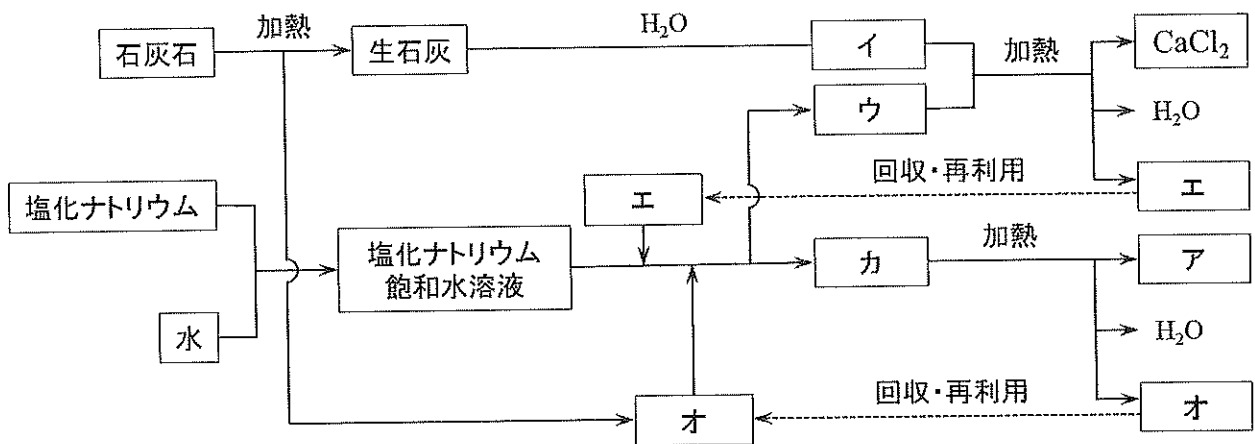


図 1

問7 ~ に入る化合物の正しい組合せはどれか。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>	<input type="text" value="オ"/>
①	Na ₂ CO ₃	Ca(OH) ₂	NH ₄ Cl	CO ₂	NH ₃
②	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	Ca(OH) ₂	CO ₂	NH ₃
③	Na ₂ CO ₃	Ca(OH) ₂	NH ₄ Cl	NH ₃	CO ₂
④	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	Ca(OH) ₂	NH ₃	CO ₂
⑤	NaHCO ₃	Ca(OH) ₂	NH ₄ Cl	CO ₂	NH ₃
⑥	NaHCO ₃	NH ₄ Cl	Ca(OH) ₂	CO ₂	NH ₃
⑦	NaHCO ₃	Ca(OH) ₂	NH ₄ Cl	NH ₃	CO ₂
⑧	NaHCO ₃	NH ₄ Cl	Ca(OH) ₂	NH ₃	CO ₂

問8 下線 a) 中の と に入る語句の正しい組合せはどれか。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	オストワルト	四酸化三鉄 Fe ₃ O ₄
②	オストワルト	白金 Pt
③	オストワルト	酸化バナジウム(V) V ₂ O ₅
④	接触	四酸化三鉄 Fe ₃ O ₄
⑤	接触	白金 Pt
⑥	接触	酸化バナジウム(V) V ₂ O ₅
⑦	ハーバー・ボッシュ	四酸化三鉄 Fe ₃ O ₄
⑧	ハーバー・ボッシュ	白金 Pt
⑨	ハーバー・ボッシュ	酸化バナジウム(V) V ₂ O ₅

問9 下線 b) で と を分離するために、アンモニアソーダ法で利用している物質の性質として、最も正しいものはどれか。

- ① 分子量 ② 比熱 ③ 融点
 ④ 沸点 ⑤ 密度 ⑥ 水に対する溶解度

問 10 下線 a) において、水素 H_2 と空気中の窒素 N_2 とを過不足なく反応させて を合成する場合、 7.0 m^3 の空気から製造される の質量は何 kg か。最も近い値はどれか。ただし、空気は体積百分率で 80 % の窒素を含むとし、気体は理想気体とする。また、水素、窒素、空気は標準状態とする。

- ① 2.8 ② 4.3 ③ 5.7 ④ 8.5 ⑤ 13
 ⑥ 17 ⑦ 26 ⑧ 30 ⑨ 33 ⑩ 39

問 11～13 図 1 の反応経路中のすべての反応が過不足なく完全に進行し、かつ 100 % 回収・再利用され が 8.4 kg 生成したと仮定する。以下の問いに答えよ。

問 11 8.4 kg の より得られる の質量は何 kg か。最も近い値はどれか。

- ① 1.2 ② 2.1 ③ 3.2 ④ 4.2 ⑤ 5.3
 ⑥ 6.4 ⑦ 7.4 ⑧ 8.5 ⑨ 9.5 ⑩ 11

問 12 8.4 kg の を得る過程で使用した の質量は何 kg か。最も近い値はどれか。

- ① 0.74 ② 1.5 ③ 2.2 ④ 3.0 ⑤ 3.7
 ⑥ 4.4 ⑦ 5.2 ⑧ 5.9 ⑨ 6.7 ⑩ 7.4

問 13 8.4 kg の を得るのに必要な の質量は何 kg か。最も近い値はどれか。

- ① 1.7 ② 3.4 ③ 5.1 ④ 6.8 ⑤ 8.5
 ⑥ 10 ⑦ 12 ⑧ 14 ⑨ 16 ⑩ 17

——— このページは白紙です ———

【Ⅲ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

油脂は、グリセリンがもつ3つの—OHに、脂肪酸がエステル化により結合した化合物である。天然の油脂を構成する脂肪酸は高級脂肪酸が多いが、その種類と含有率はさまざまであるため、油脂の分子量は、通例、平均値（平均分子量）で表される。油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウム KOH の質量 [mg] の数値をけん化価といい、油脂の平均分子量の目安となる。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、けん化されてグリセリンと高級脂肪酸のナトリウム塩（セッケン）が生じる。セッケンは、水になじみにくい疎水基（親油基）と水になじみやすい親水基からなり、水溶液中では一部加水分解し弱塩基性を示す。セッケンのように、疎水基と親水基を適当なバランスでもちあわせた物質は、水の表面張力を小さくするため界面活性剤という。一方、長い炭化水素基をもつアルキル硫酸ナトリウム（硫酸アルキルナトリウム）やアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムはセッケンと似た作用があり、合成洗剤の主成分である。

問 14 油脂に関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- a 不飽和脂肪酸や低級の飽和脂肪酸の割合が多い油脂は、室温で固体のものが多。
- b マーガリンの原料には、主に植物性油脂の硬化油が用いられる。
- c 一般に、けん化価の大きい油脂ほど平均分子量が大きい。
- d 天然の油脂を構成する脂肪酸の炭素数は奇数で、15 と 17 のものが多。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ a,bのみ
- ⑥ a,cのみ ⑦ a,dのみ ⑧ b,cのみ ⑨ b,dのみ ⑩ c,dのみ

問 15 セッケンに関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- a セッケンのミセルは、正の電荷を帯びた細かい粒子である。
- b セッケンは水の表面において、疎水性部分を空気中に、親水性部分を水中に向けて並ぶ。
- c 酸性の水溶液中で使うと洗浄力が低下する。
- d 羊毛や絹などの動物性繊維の洗濯に汎用される。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ a,bのみ
- ⑥ a,cのみ ⑦ a,dのみ ⑧ b,cのみ ⑨ b,dのみ ⑩ c,dのみ

問 16 合成洗剤の主成分であるアルキル硫酸ナトリウムやアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムに関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- a 塩化カルシウム水溶液を加えて振り混ぜると沈殿を生じる。
- b アルキル硫酸ナトリウムは、高級アルコールの硫酸エステル塩である。
- c アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムの水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えると赤色を示す。
- d 海水中でも泡立ちがよく、洗浄作用を示す。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ a,bのみ
- ⑥ a,cのみ ⑦ a,dのみ ⑧ b,cのみ ⑨ b,dのみ ⑩ c,dのみ

問 17~19 グリセリン1分子と3分子の直鎖不飽和脂肪酸Bからなる20.8gの油脂Aを水酸化ナトリウム水溶液中で完全にけん化した。その後、反応液を酸性にしてジエチルエーテルで抽出したところ、油脂Aの物質質量に対応した19.9gの単一の直鎖不飽和脂肪酸Bのみが得られた。このうち、4.20gの直鎖不飽和脂肪酸Bに触媒を用いて水素を完全に付加させたところ、直鎖不飽和脂肪酸Bの物質質量に対応した4.26gの直鎖飽和脂肪酸Cのみが得られた。以下の問いに答えよ。ただし、Aは炭素、水素、酸素からなる油脂とする。

問 17 直鎖不飽和脂肪酸Bの分子量として、最も近い値はどれか。

- ① 252 ② 254 ③ 266 ④ 276 ⑤ 278
- ⑥ 280 ⑦ 282 ⑧ 284 ⑨ 302 ⑩ 304

問 18 油脂Aの分子式として正しいものはどれか。

- ① $C_{51}H_{92}O_6$ ② $C_{51}H_{98}O_6$ ③ $C_{54}H_{96}O_6$ ④ $C_{54}H_{100}O_6$ ⑤ $C_{57}H_{92}O_6$
- ⑥ $C_{57}H_{98}O_6$ ⑦ $C_{57}H_{104}O_6$ ⑧ $C_{57}H_{110}O_6$ ⑨ $C_{63}H_{98}O_6$ ⑩ $C_{63}H_{116}O_6$

問 19 油脂Aについて、下線で定義したけん化価はいくらか。最も近い値はどれか。

- ① 176 ② 178 ③ 182 ④ 186 ⑤ 191
- ⑥ 193 ⑦ 198 ⑧ 200 ⑨ 208 ⑩ 210

【IV】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

金属、セラミックスとともに三大材料と呼ばれる高分子化合物は、デンプンやセルロースなどの天然高分子化合物と人工的に合成された合成高分子化合物に分類される。また、高分子化合物は、有機高分子化合物と無機高分子化合物にも分類され、前者の方が圧倒的に多くの種類が存在する。

石油などを原料とする合成高分子化合物は、多数の単量体が次々に結合、連結して小さな構成単位を繰り返す構造をしている。このような反応を重合といい、重合反応には付加重合、縮合重合、付加縮合などがある。多くの合成高分子化合物は、加圧や加熱により様々な形状へと加工や成形が可能である。このような性質をもつ高分子材料をプラスチック（合成樹脂）という。例えば、芳香族カルボン酸であるテレフタル酸は ア との重合反応により高分子化合物 イ を与え、ペットボトルの原料や衣料用繊維として利用されている。しかしながら、プラスチックの多くは自然界では分解されにくいいため環境中に長期間残留する。そこで、使用済みのプラスチックを資源としてリサイクルするための技術が開発され、実用化されている。

問 20 つぎの a ~ e のうち、無機高分子化合物に該当するものはどれか。

- a 核酸 b 石英 c 天然ゴム
d 雲母 e シリコーン樹脂

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ eのみ
⑥ a,cのみ ⑦ b,dのみ ⑧ d,eのみ ⑨ a,d,eのみ ⑩ b,d,eのみ

問 21 ア にあてはまる化合物の化学式はどれか。

- ① $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CN}$ ② $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ ③ $\text{HO}-(\text{CH}_2)_2-\text{OH}$
④ $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ ⑤ $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ⑥ $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{OCOCH}_3$

問 22 縮合重合により得られる合成高分子はどれか。

- a アクリル b ナイロン 66 c ポリエチレン
d ポリ塩化ビニル e ビニロン

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ eのみ
⑥ a,cのみ ⑦ b,dのみ ⑧ d,eのみ ⑨ a,d,eのみ ⑩ b,d,eのみ

問 23 プラスチックのリサイクルに関して、回収したプラスチックから異物を除き、加熱成形し直して行う方法として最も適するものはどれか。

- ① 製品リサイクル
- ② マテリアルリサイクル
- ③ ケミカルリサイクル
- ④ サーマルリサイクル

問 24, 25 高分子化合物 イ 1.00 g をある溶媒に完全に溶かして 100 mL とした。この溶液の浸透圧を測定したところ、27 °C で 3.00×10^2 Pa であった。つぎの問いに答えよ。ただし、イ の両端の $-OH$ と $-H$ は無視するものとする。

問 24 この高分子化合物 イ の平均分子量はいくつか。最も近い値はどれか。

- ① 4.70×10^3 ② 7.50×10^3 ③ 8.30×10^3 ④ 4.70×10^4 ⑤ 7.50×10^4
- ⑥ 8.30×10^4 ⑦ 7.50×10^5 ⑧ 8.30×10^5 ⑨ 7.50×10^6 ⑩ 8.30×10^6

問 25 この高分子化合物 イ 1 分子には、平均して何個のエステル結合が含まれているか。最も近い値はどれか。

- ① 310 ② 343 ③ 374 ④ 391 ⑤ 432
- ⑥ 620 ⑦ 686 ⑧ 748 ⑨ 781 ⑩ 865