三重大学

2021 年度　前期日程　化学

（2 科目　150 分）

［注意］　必要があれば，次の値を使うこと。

原子量：H = 1.00，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，

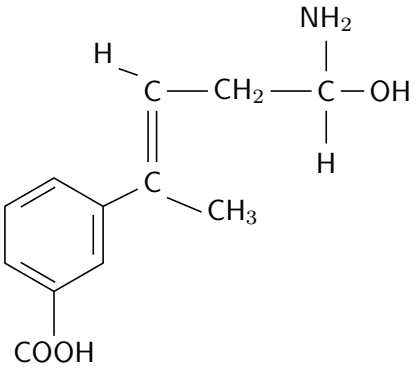
Cl = 35.5

気体定数：8.31×10^3 [Pa·L/(K·mol)]

$\sqrt{2} = 1.41$，$\sqrt{3} = 1.73$，$\sqrt{5} = 2.24$

また，有機化合物の構造式は例にならって表すこと。

例



1 次の文章を読み，**問 1**〜**問 4** に答えよ。

物質を溶媒に溶かしたとき，両者が均一に混ざり合った溶液がつくられる。たとえば，塩化ナトリウムを水に溶かすと，電離したイオンの周りを［ア (語句)］的な引力によって水分子が［イ (語句)］して拡散することで溶解がすすむ。一方，水中で電離しないスクロースは，極性のヒドロキシ基と水分子との間にはたらく引力 (分子間力) である［ウ (語句)］が生じて，水分子が［イ (語句)］するために水に容易に溶解する。

水などの溶媒を通すが溶質を通さない［エ (語句)］で純水と水溶液を仕切ると，純水側の水分子が［エ (語句)］を通って水溶液側に移動して液面の高さに差が生じる。この液面の高さの差は，水溶液の［オ (語句)］に由来する。水溶液側に［オ (語句)］より高い圧力をかけると，水溶液中の溶媒分子が［エ (語句)］を通って純水側に移動する［カ (語句)］がおこる。希薄水溶液の［オ (語句)］は，(a)水溶液のモル濃度と［キ (語句)］に比例し，溶媒や溶質の種類には無関係である。この関係が成り立つことを，

［ク (人名)］の法則という。

問 1　文章中の［　ア　］～［　ク　］を［　　］内の指示に従って記せ。

問 2　［　カ　］について，その利用として代表的な例を一つ記せ。

問 3　下線部 (a) について，沸点上昇や凝固点降下などの溶液の性質を示すのに，溶液の濃度としてモル濃度ではなく，質量モル濃度を使う理由を記せ。

問 4　(1) 海水のモデル水溶液として，6.44 g の塩化ナトリウムを水に溶かして水溶液を 200 mL 調製した。この水溶液のモル濃度 [mol/L] を有効数字 3 桁で答えよ。

(2) ［　ク　］の法則が成り立つとして，(1) の塩化ナトリウム水溶液の 25 ℃における［　オ　］[Pa] を有効数字 3 桁で答えよ。

2 次の文章を読み，**問 1**～**問 5** に答えよ。

銀は周期表で［ア (数字)］族に属する金属であり，化合物中では［イ (数字)］の酸化数をとる。単体の銀は銀白色であり，空気中では酸化されにくい。さらに，次の性質を示す。

○電気や［ウ (語句)］の伝導性が全ての金属の中で最大である。

○光の［エ (語句)］が全ての金属の中で最大である。

○金に次ぐ延性や［オ (語句)］を示す。

○塩酸とは反応しないが，硝酸や［カ (語句)］などの酸化力の強い酸とは反応して溶解する。(a)

銀イオンを含む水溶液に塩化物イオンや臭化物イオンを加えると，［キ (語句)］色の塩化銀や淡黄色の臭化銀の沈殿が生じる。塩化銀や臭化銀は水にはわずかにしか溶解しないが，(b) 塩化銀はアンモニア水に，臭化銀はチオ硫酸ナトリウム水溶液によく溶け，(c) 両者とも［ク (語句)］色の溶液になる。

問 1　文章中の［　ア　］～［　ク　］を［　　］内の指示に従って記せ。ただし，［　イ　］には符号も記せ。

問 2　下線部 (a) と下線部 (c) の化学反応式を，それぞれ記せ。ただし，下線部 (a) の硝酸との反応については，濃硝酸，希硝酸との反応を両方記せ。

問 3　下線部 (b) に関して，塩化銀の飽和水溶液中で成り立つ溶解平衡を式で記せ。

問 4　水および 0.0100 mol/L 塩化ナトリウム水溶液に対する塩化銀の溶解度を，モル濃度 [mol/L] でそれぞれ求めよ。ただし，溶解による体積変化は無視する。解答は有効数字 3 桁で答えよ。水

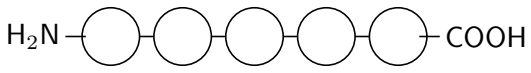
温は 25 ℃とし，この条件での塩化銀の溶解度積 K_{SP} の値は，$1.80 \times 10^{-10}\,(\mathrm{mol/L})^2$ とする。

問 5　問 4 における溶解度に関する現象のことを何というか記せ。

3 次の文章を読み，**問 1**〜**問 6** に答えよ。

タンパク質は種々の α-アミノ酸が脱水縮合して生じるポリペプチドの構造を持つ高分子化合物である。タンパク質には α-アミノ酸以外の構成成分を持つものもある。加水分解したときに α-アミノ酸だけを生じるタンパク質を［　ア　］タンパク質，α-アミノ酸以外に糖，リン酸，色素，脂質，核酸などを生じるタンパク質を［　イ　］タンパク質という。

右の表に示される 5 つのアミノ酸が 1 個ずつ直鎖状に縮合したペプチド A がある (下の模式図を参照)。ペプチド A は以下の 1)〜6) の性質を持っている。



ペプチド A：○はアミノ酸を表す

アミノ酸	略号	分子量
システイン	Cys	121
グルタミン酸	Glu	147
グリシン	Gly	75
リシン	Lys	146
チロシン	Tyr	181

1) ペプチド A のアミノ基のある末端に位置するアミノ酸(a)は不斉炭素原子を持たない。

2) ペプチド A のカルボキシ基のある末端に位置するアミノ酸(b)は pH = 4.0 の緩衝液中で電気泳動したとき陽極側に移動する。

3) ペプチド A に塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合のみを加水分解する酵素を作用させるとペプチド B とペプチド C を生じる。ペプチド B，C は単体のアミノ酸ではない。

4) ペプチド B，C の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にし，少量の硫酸銅 (II) 水溶液を加えたところ，ペプチド B では呈色せず，ペプチド C では赤紫色になる。

5) ペプチド B 水溶液に濃硝酸を加えて熱すると黄色になり，さらにアンモニア水を加えて塩基性にすると橙黄色になる(c)。

6) ペプチド C 水溶液に濃い水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱した後，酢酸で中和し酢酸鉛 (II) 水溶液を加えると黒色の沈殿(d)を生じる。

問 1　［　ア　］と［　イ　］に入る適切な語句を記せ。

問 2　ペプチド A のアミノ酸の配列を，下の例にならってアミノ基のある末端を左にして略号を用いて記せ。

(例)　Cys − Glu − Gly − Lys − Tyr

問 3　下線部 (a) のアミノ酸の構造式を記せ。

問 4　下線部 (b) のアミノ酸をメタノールで完全にエステル化すると分子量がいくつになるか答えよ。

問 5　下線部 (c) について

(1)　この反応の名前を記せ。

(2)　この反応はアミノ酸中に含まれる [X] のニトロ化によって起こる。[X] に入る適切な語句を記せ。

問 6　下線部 (d) について，生じる黒色沈殿の化学式を記せ。

4 次の文章を読み，**問 1**〜**問 9** に答えよ。

有機化合物の構造式を明らかにするためには，ろ過，蒸留(a)，分留，再結晶(b)，昇華，抽出，カラムクロマトグラフィー(c)などの操作を行い，混合物から目的の物質を分離・精製して純粋な試料を得る必要がある。次に，成分元素の種類を確認し，［　ア　］によって元素の［　イ　］を調べて［　ウ　］式を求める。さらに，沸点上昇度や凝固点降下度などを測定し分子量を求めた後，分子式を決定する(d)。多くの有機化合物には，［　エ　］が存在するため，化学的性質や物理的性質を調べて，得られた結果から最も適した構造式を決定する。

分子式が C_3H_8O で示される化合物(e)は，官能基別に2(f)種類の化合物群に分けられる。一つの化合物群について，金属ナトリウムの小片と反応させた結果(g)，気体が生じた。さらに，この化合物群についてヨウ素溶液と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した結果(h)，黄色結晶を生じる化合物(i)が存在した。

問 1　［　ア　］〜［　エ　］にあてはまる語句を記せ。

問 2　下線部 (a) と (b) の操作は，それぞれどのような性質の違いにもとづいているかを記せ。

問 3　下線部 (c) について，説明せよ。

問 4　下線部 (d) について，分子式は［　ウ　］式とどのような関係から求められるかを記せ。

問 5　下線部 (e) について，考えられる構造式を全て記せ。

問 6　下線部 (f) について，化合物群の名称をそれぞれ記せ。

問 7　下線部 (g) について，気体の名称を記せ。

問 8　下線部 (h) について，反応の名称を記せ。

問 9　下線部 (i) について，化合物の名称を記せ。

5 次の文章を読み，**問 1**〜**問 5** に答えよ。

人類は，長年の経験から天然の動植物や鉱物などから得られる医薬品 (生薬) を使用して病気の治療を行ってきた。19 世紀初頭になると，アヘンから麻酔・鎮痛作用のある［　ア　］やヤナギの樹皮から解毒・鎮痛作用のある［　イ　］が抽出されるなど，生薬から有効成分を取り出して使用するようになった。現在の医薬品の多くは，化学的に合成された有機化合物であり，その使用方法や製法などは法律にもとづいて定められている。医薬品が生物に与える作用を薬理作用といい，そのうち治療目的に合致する作用を［　ウ　］，それ以外の意図しない作用を副作用という。医薬品には，病気の症状を緩和するための薬(a)と体内に侵入した病原体を死滅させたり，病気の原因を根本的に取り除くための薬(b)がある。

アセトアニリド(c)は，アニリンのアセチル化により合成され，アンチフェブリンと呼ばれる解熱剤として用いられてきた。しかし，［　エ　］を溶解するなどの強い副作用があることが分かり現在では使用されなくなったが，アセトアニリドの分子構造の一部を化学的に変化させたアセトアミノフェン(d)が副作用の少ない物質として開発され，風邪薬として使用されている。

問 1　上記の文章の空欄［　ア　］〜［　エ　］に入る適切な語句を記せ。

問 2　下線部 (a)，(b) をそれぞれ何というか記せ。

問 3　下記の①〜④の薬品は，下線部 (a)，(b) のどちらに分類されるか，解答欄のどちらかを○で囲め。また，4 種類の薬品が示す薬理作用または機能に関する適当な記述をそれぞれ［　　］から一つ選び，記号で記せ。

① スルファニルアミド　　② ニトログリセリン　　③ 尿素　　④ 酸化マグネシウム

(ア) 下剤　　(イ) 胃酸の中和　　(ウ) 血管拡張

(エ) 保湿作用　　(オ) 結膜炎などの治療

問 4　下線部 (c) について以下の問 (1)〜(3) に答えよ。

ニトロベンゼンから以下の手順によりアセトアニリドを合成した。

手順 1：試験管にニトロベンゼンと粒状スズを加え，さらに濃塩酸を加えて還元反応を行った。試験管は，60 ℃の温水中で油滴がなくなるまでよく振り混ぜた。

手順 2：手順 1 で得られた試験管中の反応液をビーカーに移し，残った粒状スズを除いた。冷却した後，水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。一度沈殿が生じるが，水酸化ナトリウム水溶液をさらに加えることで完全溶解させ，黄色の油状物質が浮いてくることを確認した。

手順 3：手順 2 のビーカーにジエチルエーテルを加えてよくかき混ぜた。静置した後，上層のエーテル層を駒込ピペットで回収した。回収したエーテル層を時計皿に移し，ジエチルエーテルをドラフト内で蒸発させ，油状のアニリンを得た。

手順 4：ナス型フラスコに得られたアニリンを加えた。そこに，無水酢酸を数度に分けて加え，還流加熱した。その後，再結晶法によりアセトアニリドを得た。

(1) 手順 1 および手順 4 で起きている反応をそれぞれ化学反応式で記せ。

(2) さらし粉水溶液が入った試験管に手順 3 で回収したアニリンを数滴加えた。試験管中の溶液の色は何色に変化するか記せ。

(3) アニリン 6.00 mL と無水酢酸 9.00 mL を反応させてアセトアニリドの合成を行うと，理論上得ることが可能なアセトアニリドの重量 [g] を，解答欄の理論値に記入せよ。また，実際にこの試薬量のアニリンと無水酢酸を用いて実験をおこなったところ，6.08 g のアセトアニリドを得た。得られた量は，理論上得ることが可能なアセトアニリドの量の何 % であったか，解答欄の収率に記入せよ。

解答はそれぞれ有効数字 3 桁で答えよ。ただし，アニリンの密度 1.02 g/mL(20 ℃)，無水酢酸の密度 1.08 g/mL(20 ℃) を用いよ。

問 5　下線部 (d) のアセトアミノフェンの構造式を記せ。