

令和6年度入学者選抜  
学力検査問題冊子  
(前期日程)

理科 (化学基礎・化学)

(工学部 建築・都市環境工学科)  
物質・生命化学科)

注意事項

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 問題は全部で4問ある。4問すべてを解答すること。
3. この問題冊子は持ち帰ること。

注意事項 ・必要なら、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, I = 127

気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

1 以下の問1～問3に答えよ。

問1 4.0 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液がある。この水溶液100 mLの質量を測定したところ、115 gであった。この水溶液の質量モル濃度(mol/kg)および質量パーセント濃度(%)を、答えを導く過程とともに有効数字2桁で答えよ。

問2 以下の(1)～(6)について、～に入る語をそれぞれの解答群の中から選び、答えよ。

(1) とは「一般に、一定量の溶媒に溶解した気体の質量は、一定温度の下ではその気体の圧力(混合気体の場合には)に比例する」という法則である。この法則は、やなどの気体ではあてはまるが、あてはまらない気体もある。

(1)の解答群

シャルルの法則、ファラデーの法則、ファンツホッフの法則、ヘンリーの法則、ボイルの法則、イオン半径、浸透圧、ファンデルワールス力、分圧、分子量、アンモニア、塩化水素、水素、窒素

(2) の飽和水溶液を石灰水といい、二酸化炭素を吹き込むとの白色沈殿を生じる。

(2)の解答群

酸化マグネシウム、酸化カルシウム、水酸化カルシウム、炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、硫酸カルシウム

(3) 過マンガン酸カリウムは針状結晶で、水によく溶けての過マンガン酸イオンを生じる。このイオン中のMnの酸化数はである。

(3)の解答群

黄緑色、赤紫色、青白色、褐色、0、+1、+2、+3、+4、+5、+6、+7、+8

(4) 水ガラスに酸を加えると半透明ゲル状のケイ酸が生じ、ケイ酸を熱して脱水すると乾燥剤や吸着剤に使われるシリカゲルになる。塩化コバルト(II)を含ませたものはコバルト(II)イオンにより乾燥時は、吸湿時にはになるので、水の吸収の程度を知ることができる。

(4)の解答群

青色、黒色、淡赤色、淡黄色、緑白色

(5) 硫黄の化合物の1つであるは火山ガスや温泉水などに含まれ、無色で腐卵臭をもつ有毒な気体である。同じく硫黄の化合物の1つであるは亜硫酸ガスともよばれ、無色で刺激臭がある。2種類の気体とも、実験室で発生させる場合、を用いて捕集する。

(5)の解答群

ゴム状硫黄、斜方硫黄、単斜硫黄、二酸化硫黄、硫化水素、硫酸、下方置換、上方置換、水上置換

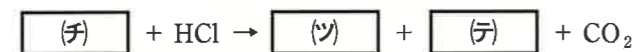
(6) ベンゼン環をもつ炭化水素を芳香族炭化水素という。芳香族炭化水素の1種であるは2個のベンゼン環をもち、昇華しやすい性質を持つ。は水溶液中でわずかに電離して弱い酸性を示す。は水にほとんど溶けないが、酸の水溶液には塩を作ってよく溶ける。また、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液によって酸化され、黒色の染料となる。

(6)の解答群

アクリロニトリル、アセトアニリド、アニリン、シクロヘキサン、スチレン、トルエン、ナフタレン、ニトロベンゼン、フェノール

問3 以下の(1)および(2)について、 ~  を補い反応式を完成せよ。

(1) 炭酸水素ナトリウムは重曹ともよばれ、胃薬などの医薬品や入浴剤などに用いられている。炭酸水素ナトリウムは塩酸を加えると二酸化炭素を発生する。これを反応式で表すと次のようになる。



(2) 硫酸銅(II)水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると水酸化銅(II)の沈殿を生じる。さらにアンモニア水を過剰に加えるとテトラアンミン銅(II)イオンが生成し、深青色の水溶液になる。この下線部を反応式で表すと次のようになる。



(この頁は空白)

**2** 持続可能な社会の実現のため、植物由来のエタノールの有効な利用方法が研究されている。エタノールの反応に関する以下の問1～問4に答えよ。

**問1** エタノールと酢酸に触媒として濃硫酸を加えると、酢酸エチルと水が生じる。この反応は可逆反応であることが分かっている。エタノール 3.0 mol と酢酸 3.0 mol と濃硫酸のみを混合し、ある温度で平衡状態にさせたところ、生成した酢酸エチルが 2.0 mol であった。この反応の平衡定数  $K$  を求めよ。答えを導く過程とともに、有効数字 2 けたで答えよ。ただし、用いた濃硫酸に含まれる水の量は無視できるものとする。また、反応物および生成物の蒸発や分離は起こらないものとする。

**問2** 問1で平衡状態になった後で、温度をそのままに保ちつつ、水 1.0 mol を加えて放置し、平衡状態にさせた。ただし、反応物および生成物の蒸発や分離は起こらないものとする。

(1) その平衡状態での平衡定数を  $K'$  とする。 $K'$  の値を有効数字 2 けたで記せ。

(2) その平衡状態において存在するエタノールの物質量を  $x$  mol とする。 $K'$  を  $x$  で表す式を、その式を導く過程とともに記せ。

**問3** 水素は重要なエネルギー源として期待されている。ある触媒 Z を用いてエタノールと水を原料として、酢酸と水素のみを合成する反応(この反応を以後、反応 R と記す)が検討されている。反応 R の 25℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa での熱化学方程式を考えよう。

(1) エタノール、酢酸、および水素の 25℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa での燃焼熱はそれぞれ下記のとおりである。

エタノール(液体)	1368 kJ/mol
酢酸(液体)	872 kJ/mol
水素(気体)	286 kJ/mol

エタノール、酢酸、および水素のそれぞれの 25℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa での燃焼反応の熱化学方程式を記せ。ただし、それぞれの化学式の直後に、状態を示す「(気)」または「(液)」または「(固)」のいずれかを記せ。

(2) 反応 R の 25℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa での熱化学方程式を記せ。

**問4** 密閉できる容器に、エタノール 92 g と水 54 g と触媒 Z のみを入れ、127℃に加熱して放置したところ、反応 R によりエタノールが完全に反応して消失し、容器内の圧力は  $1.0 \times 10^5$  Pa になったものとする。その容器内の体積を求めよ。答えを導く過程とともに、有効数字 2 けたで答えよ。ただし、反応後には触媒 Z 以外の物質は全て理想気体の状態であり、触媒 Z の体積は無視できるものとする。

3 次の文を読み、以下の問1～問7に答えよ。

グリセリンがもつ3つの  $-OH$  と脂肪酸の  $-COOH$  が脱水縮合してできた構造のエステルを油脂という。ある単一組成の油脂 A (図1) について、次の実験結果を得た。

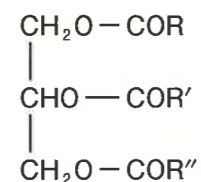


図1 油脂 A の構造 (R, R', R'' は鎖式炭化水素基)

**実験1** 8.82 g の油脂 A を完全にけん化するために、1.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 30.0 mL 要した。けん化後に得られた脂肪酸のナトリウム塩を酸性にしたところ、飽和脂肪酸 B, 不飽和脂肪酸 C の2種類が得られた。生成物の組成比(モル比)は、グリセリン : B : C = 1 : 1 : 2 であった。

**実験2** 油脂 100 g に付加するヨウ素  $I_2$  の質量(単位 g)の数値をヨウ素価という。油脂 A のヨウ素価は 115.2 であった。

**実験3** 飽和脂肪酸 B の 100.0 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 278.7 mg と水 114.3 mg が得られた。

**実験4** 不飽和脂肪酸 C に、白金を触媒として十分量の水素を完全に反応させたところ、飽和脂肪酸 B が得られた。

**問1** 実験1より、油脂 A の分子量を求めよ。答えを導く過程とともに、整数で答えよ。

**問2** 実験2より、油脂 A の1分子に含まれる二重結合の数を求めよ。答えを導く過程とともに、整数で答えよ。

**問3** 実験3より、飽和脂肪酸 B の分子式および示性式を、答えを導く過程とともに記せ。ただし、示性式の鎖式炭化水素基については、 $C_3H_7$  のように  $C_xH_y$  の形で記せ。

**問4** 実験1～4より、不飽和脂肪酸 C の分子式および示性式を記せ。ただし、示性式の鎖式炭化水素基については、 $C_3H_7$  のように  $C_xH_y$  の形で記せ。

**問5** 実験4において、不飽和脂肪酸 C の 1.4 g を用い水素を反応させた。使われた水素の体積の最小値は、標準状態で何 mL か。答えを導く過程とともに、整数で答えよ。ただし、気体の標準状態におけるモル体積は 22.4 L/mol とする。

**問6** 実験1で得られた脂肪酸のナトリウム塩のように、油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化して得られる脂肪酸のナトリウム塩は、一般に何と呼ばれているか。

**問7** 実験1で得られた脂肪酸のナトリウム塩は、水溶液中でミセルを形成して洗浄作用を示した。しかし、 $Mg^{2+}$  を多く含む硬水中では洗浄作用が低下した。この低下した原因について説明せよ。

4 次の文章を読み、以下の問1～問3に答えよ。

多くの高分子化合物は構成単位となる **(ア)** が重合してできる。タンパク質は主にポリペプチドからなり、構成単位であるアミノ酸がペプチド結合によりつながってできる。このアミノ酸の配列順序をタンパク質の一次構造といい、これはDNAの遺伝情報をもとに合成される **(イ)** の塩基配列により決まる。ポリペプチド鎖内の規則的な立体構造を二次構造と呼び、<sup>(a)</sup>これにはペプチド結合が関わる。二次構造がさらに複雑に折り曲がってできる。タンパク質に特有の立体構造を三次構造という。<sup>(b)</sup>**(ウ)** タンパク質をプロテアーゼや希酸で処理すると、**(エ)** 分解によりペプチドやアミノ酸のみが生じる。一方、**(オ)** タンパク質を**(キ)** 分解した場合、これらに加えて糖類、脂質などを生じる。

問1 文章中の **(ア)** ～ **(オ)** に当てはまる適切な用語を答えよ。

問2 下線部(a)について次の問いに答えよ。

- 二次構造の種類を2つあげよ。
- ペプチド結合の構造式を示せ。
- どのような機構で二次構造がつけられるのかを、ペプチド結合の性質を含めて説明せよ。
- タンパク質に含まれるシステインが三次構造において重要な働きをする場合がある。どのような働きをするか説明せよ。

問3 下線部(b)に関連した次の問いに答えよ。

あるタンパク質から得られたペプチドPは分子量645で表1に示すアミノ酸からなり、酵素Yは塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を切断する酵素であるとする。ペプチドPと酵素Yを反応させたところ、ペプチドPが1箇所切断され、ジペプチドと残りのペプチドが得られた。このジペプチドを希酸で処理することで得たアミノ酸をろ紙の中央線上に置き、pH6.0の緩衝液中で電気泳動した結果、図2に示すようにろ紙の中央線上(A)と陽極側(B)の2箇所にアミノ酸が検出された。

表1 ペプチドPを構成するアミノ酸

名称(略号)	示性式	分子量	等電点
アラニン (Ala)	$\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	89	6.0
グルタミン酸 (Glu)	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	147	3.2
アルギニン (Arg)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{NH}}{\text{C}}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	174	10.8

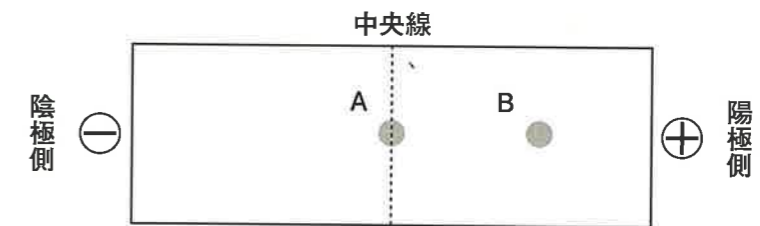


図2 電気泳動によるアミノ酸の検出結果

- 上記で得られたジペプチドについて、構成する2種類のアミノ酸を答えよ。
- このジペプチドを表1の示性式の表記にしたがって全て記せ。ただし、側鎖を介した結合は存在しないものとする。また、鏡像異性体は考慮しなくて良い。
- 1分子のペプチドPにはいくつのアラニンが含まれるか。表1の分子量を用いて答えよ。理由についても説明すること。

志願学科		受験 番号	
------	--	----------	--

令和6年度入学者選抜  
学力検査解答冊子  
(前期日程)

理科 (化学基礎・化学)  
解答冊子

(工学部)

見本

注意事項

1. 開始の合図があるまで、この解答冊子を開いてはいけない。
2. 開始の合図の後、解答にかかる前に、まず、解答冊子が5ページからなっていることを確認すること。
3. 開始の合図の後、志願学科、受験番号をすべてのページの所定の欄に記入すること。
4. この解答冊子はばらばらにしてはいけない。
5. 解答はそれぞれの問題に対応する欄の中に記すこと。
6. この解答冊子は持ち帰ってはいけない。

	①	②	③	④	合計
採点					





志願学科		受験番号	
------	--	------	--

令和6年度入学者選抜学力検査  
 解答用紙  
 [前期日程]

理科 (化学基礎・化学)

2

問 1	(答を導く過程)		(答) $K =$
	(1) $K' =$		
問 2	(式を導く過程)		(式) $K' =$
	(2)		
問 3	(エタノールの燃焼反応の熱化学方程式)		
	(酢酸の燃焼反応の熱化学方程式)		
	(水素の燃焼反応の熱化学方程式)		
問 4	(2)		(答)
	(答を導く過程)		

採点 2

志願学科		受験番号	
------	--	------	--

令和6年度入学者選抜学力検査  
 解答用紙  
 [前期日程]

理科 (化学基礎・化学)

3

問 1	(答を導く過程)		(答)
問 2	(答を導く過程)		(答)
			個
問 3	(答を導く過程)		
	分子式	示性式	
問 4	分子式	示性式	
問 5	(答を導く過程)		(答)
			mL
問 6			
問 7			

採点	3
----	---

志願学科		受験 番号	
------	--	----------	--

令和6年度入学者選抜学力検査紙  
 解答用紙  
 [前期日程]

理科 (化学基礎・化学)

4

問 1	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
	(オ)			
問 2	(1)	(2)		
	(3)			
	(4)			
	(1)			
問 3	(2)			
	(理由)			
	(3)			
				(答) 個

採 点	4
--------	---