

平成18年度入学試験問題

理 科

(注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1 ～ 12	18 ～ 20	3
化学Ⅰ・化学Ⅱ	13 ～ 32	21 ～ 27	7
生物Ⅰ・生物Ⅱ	33 ～ 50	28 ～ 33	6
地学Ⅰ・地学Ⅱ	51 ～ 62	34 ～ 38	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 医学部保健学科看護学専攻の配点は、表示されるものの $\frac{2}{5}$ です。

化学 I・化学 II

必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0,

Br = 79.9, Cu = 63.5

気体定数： $R = 8.31 \text{ kPa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

円周率： $\pi = 3.14$

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

注) [1]から[6]は必答問題。[7]は選択問題。[7 A]または[7 B]のいずれか一つを選択し、解答用紙の問題番号左の口を黒くぬりつぶし、その問題のみを解答すること。

例) [7 A]を選択する場合

■ [7 A]

□ [7 B]

(両方ともぬりつぶしたり、あるいは両方ともぬりつぶさなかった場合は採点の対象としないことがあるので充分注意すること。)

〔 1 〕 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。(20 点)

周期表の〔 ア 〕族に属する遷移元素としては、第 4 周期の Cu(銅)、第 5 周期の〔 イ 〕、第 6 周期の〔 ウ 〕の 3 つがある。銅原子では、N 殻に 1 個の最外殻電子が配置される。銅は単体で赤みを帯びた金属であるが、天然には硫化物や酸化物として存在することが多い。銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に、少量のアンモニア水を加えると青白色の沈殿が生成するが、さらに^(a)過剰のアンモニア水を加えると青白色の沈殿は溶解し、深青色の水溶液となる。^(b)銅あるいは〔 イ 〕の単体は、希塩酸や希硫酸には溶解しないが、希硝酸、濃硝酸、あるいは熱濃硫酸には気体を発生しながら溶解する。〔 イ 〕の単体の電気伝導性と〔 エ 〕伝導性は、すべての金属の中で最大である。〔 ウ 〕の単体は、金属の中で最も展性・延性にとみ、硝酸とは反応しないが、濃硝酸と〔 オ 〕の体積比 1 : 3 の混合溶液には溶解する。

問 1. 〔 ア 〕に適切な数字、〔 イ 〕と〔 ウ 〕に元素記号、〔 エ 〕と〔 オ 〕に語句を入れよ。

問 2. 下線部(a)の化学反応式を示せ。

問 3. 下線部(b)に関する実験 1 として、希硝酸に銅 5.00 g を加えると、銅の一部が気体 X を発生しながら溶解した。この反応で生成した気体 X を 101.3 kPa、27 °C の条件で水上置換により捕集したところ 1.00 l の気体 X が得られた。ただし、27 °C における水の蒸気圧は 3.56 kPa とし、生成した気体 X は理想気体で、全て水上置換により捕集され、水への溶解と空気との反応はなかったものとする。(1)と(2)に答えよ。

(1) 銅との反応により生成した気体 X の質量(g)を、有効数字 3 桁で求めよ。

(2) 反応せずに残った銅の質量(g)を、有効数字 2 桁で求めよ。

問 4. 下線部(b)に関する実験 2 として、濃硝酸に銅を加えると、銅の一部が気体 Y を発生しながら溶解した。(1)と(2)に答えよ。

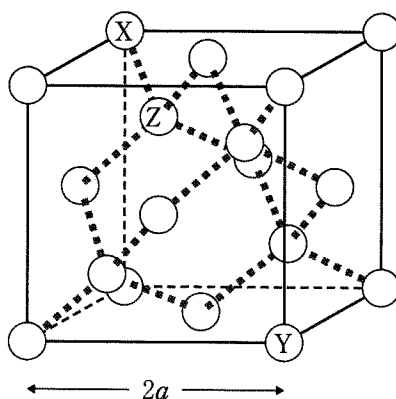
(1) この気体 Y は水に溶け、水と反応する。気体 Y と水との反応を化学反応式で示せ。

(2) この気体 Y を注射器に入れ、ピストンを押して圧力を増加させると(加圧)瞬間的には色は濃くなるが、やがて気体の色が薄くなった。また、ピストンを引いて圧力を減少させると(減圧)瞬間的には色は薄くなるが、やがて気体の色が濃くなった。この時に起きた反応の化学反応式を完成させよ。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。(18点)

図(a)はダイヤモンドの単位格子である。ダイヤモンド構造は二組の面心立方構造の組み合わせからなり、一方の面心立方格子の原子位置を、立体対角線(最も離れた頂点同士を結ぶ線分、図(a)中ではXYがその一例)に沿ってその長さの $\frac{1}{4}$ だけ平行移動したところに他方の面心立方格子の原子が位置する。(すなわち、XがXY方向に $\frac{1}{4}$ だけ移動するとZに重なる。)

ダイヤモンド構造の充填率(原子自身が結晶中の空間に占める体積の割合)を求める手順は以下のようなものである。



図(a)

問1. まず、単位格子の各頂点および各面には一つずつの炭素原子がある。各頂点に存在する原子を●(黒塗り)、各面に存在する原子を⊕(十字線)でそれぞれ解答欄の図に示せ。

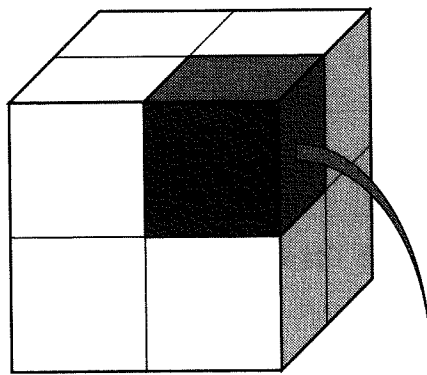
問2. この単位格子に含まれる実質の原子数 N を表すための式は以下のようになる。〔ア〕～〔ウ〕の〔 〕内に入る適当な数値を解答欄に記入し、この式から N の値を求めよ。

$$\begin{aligned}
 N &= \text{頂点にある原子の数} \times [\text{ア}] \\
 &+ \text{面にある原子の数} \times [\text{イ}] \\
 &+ \text{格子内部にある原子の数} \times [\text{ウ}]
 \end{aligned}$$

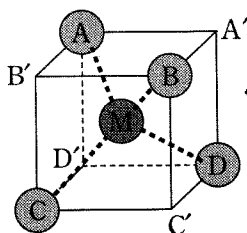
問 3. 結合する原子同士は互いに接しているが、図では、見やすくするために原子を実際より小さく描いてあり、点線で結合を示している。図(b)において、単位格子の各辺の半分を垂直に切り出して得られる $\frac{1}{8}$ の立方体に注目すると、図(c)のように、立方体の頂点 A, B, C, D および中心 M に炭素原子が存在し、A, B, C, D の各中心を結んで形成される立体は〔エ〕であることがわかる。この〔エ〕と前述の $\frac{1}{8}$ の立方体の中心は一致するから、A, A', C, C' を頂点とする長方形の対角線上で A と M (あるいは C と M) に位置する原子が接していることがわかる。

〔エ〕に入る適当な語句を解答欄に記入し、図(a)における単位格子の一边の長さを $2a$ 、炭素原子の半径を R としたとき、 R を a の式で表せ。

問 4. ダイヤモンド構造の充填率を求めよ。ただし、解答は無理数を含む表記(例えば、 $\sqrt{2} + \pi$ など)と百分率での表記(小数点以下第 1 位)の二通りで示せ。



図(b)



図(c)

〔3〕 気体分子 A_2 と気体分子 B_2 が反応して気体分子 AB が生成する可逆反応 $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ を、一定容積の反応容器の中で行う。次の問1～問5に答えよ。(25点)

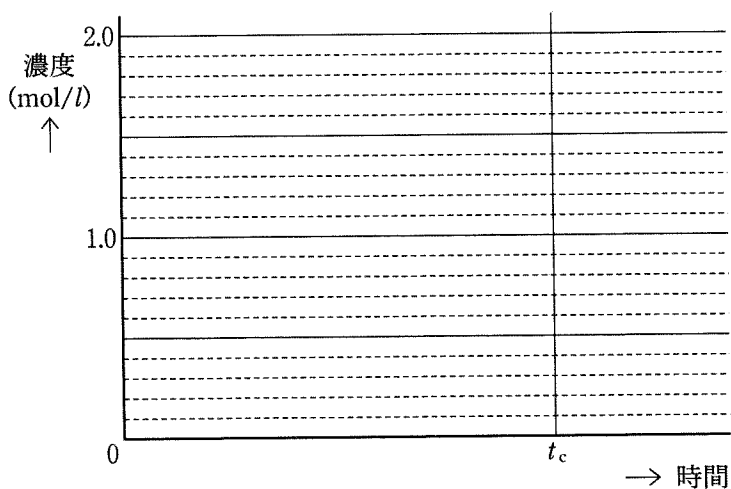
問1. 反応容器に A_2 を 2.0 mol/l 、 B_2 を 1.0 mol/l 加え、温度を一定に保って反応させたところ、平衡に達したときの B_2 の濃度は 0.186 mol/l となった。この反応の平衡定数 K の値を有効数字2桁で求めよ。

問2. 問1の実験において、平衡に達するまでの A_2 および AB の濃度の時間変化の様子を知るため、(a) AB の濃度が 1.0 mol/l となる時、(b) A_2 および AB の濃度が等しくなる時、(c)平衡に達したとき、の3つの条件における各成分の濃度を求め、下の表を作成した。(1)と(2)に答えよ。

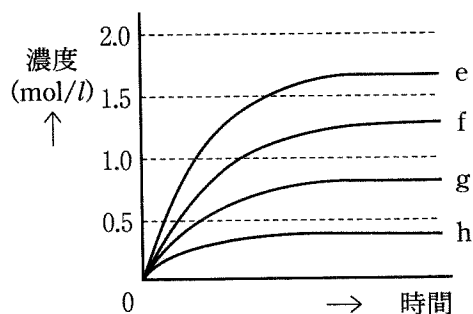
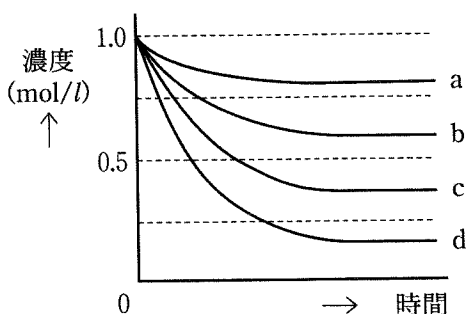
条 件	反応時間	A_2 の濃度 (mol/l)	B_2 の濃度 (mol/l)	AB の濃度 (mol/l)
—	0	2.0	1.0	0
(a)	t_a	(ア)	(イ)	1.0
(b)	t_b	(ウ)	(エ)	(ウ)
(c)	t_c	(オ)	0.19	(カ)

(1) 表中の(ア)～(カ)にあてはまる値を有効数字2桁で求めよ。

(2) A_2 および AB の濃度の時間変化の様子を、解答用紙のグラフに図示せよ。ただし、作図にあたり(1)で作成した表の各点を結ぶ滑らかな曲線を描くように反応時間 t_a , t_b を選び、これらの位置を下図の t_c になって縦線と記号で示せ。また、 A_2 については実線で、 AB については破線で示し、それぞれ t_c 以降の時間変化の様子についても分かるように作図せよ。



問 3. 問 1 と同じ温度の空の反応容器に A_2 と B_2 をそれぞれ 1.0 mol/l 加えたとき、平衡に達するまでの A_2 および AB の濃度の時間変化の概略図として最も適当なものを下の 2 つの図の曲線群の中からそれぞれ選択し、記号で答えよ。ただし、問 1 で求めた平衡定数 K の値は整数値として取り扱え。



問 4. A_2 の結合エネルギーは 436 kJ/mol , B_2 の結合エネルギーは 151 kJ/mol である。右向き反応(正反応) $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$ の活性化エネルギーが 174 kJ , 左向き反応(逆反応) $2AB \longrightarrow A_2 + B_2$ の活性化エネルギーが 185 kJ であるとき, AB の結合エネルギーの値を有効数字 3 桁で求めよ。

問 5. 可逆反応 $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ について, a~f の記述のうち正しいものをすべて選び, 記号で答えよ。

- a. 反応温度を上げると両方向の反応速度が大きくなる。
- b. 反応速度は時間の経過とともに常に大きくなる。
- c. 平衡状態では右向きと左向きの反応速度が等しい。
- d. 右向き反応の触媒は, 左向き反応の触媒としても働く。
- e. 触媒を添加しても平衡に達するまでの時間は変わらない。
- f. 一定温度で圧力を低くすると平衡は左へ移動する。

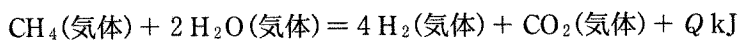
- [4] 次の表はいくつかの物質の 25℃, 101.3 kPa における燃焼熱を示している。
この表の値は、燃焼によって生成する CO₂ は気体状態、H₂O は液体状態として得られている。問 1～問 5 に答えよ。(20 点)

記号	物質	状態	燃焼熱 (kJ/mol)
ア	水素	気体	286
イ	メタン	気体	891
ウ	エタン	気体	1561
エ	エチレン	気体	1411
オ	アセチレン	気体	1300
カ	エタノール	液体	1368
キ	グルコース	固体	2805
ク	黒鉛	固体	394

- 問 1. 表の物質は、0 または正の整数 l , m , n を用いて、その化学式を $C_lH_mO_n$ と表すことができる。 $C_lH_mO_n$ 中の炭素の含有率を重量パーセント(%) で表す式を l , m , n を用いて示せ。
- 問 2. 表のイ～キの化合物のうち問 1 の炭素含有率(%) が最も大きいものと最も小さいものはどれか。それぞれの記号と炭素含有率(%) の値を有効数字 2 桁で記せ。
- 問 3. 表の $C_lH_mO_n$ の燃焼熱を与える反応は
- $$C_lH_mO_n + [a]O_2(\text{気体}) \longrightarrow [b]CO_2(\text{気体}) + [c]H_2O(\text{液体})$$
- と表される。また、 $C_lH_mO_n$ の生成熱を与える反応は
- $$[d]C(\text{黒鉛}) + [e]H_2(\text{気体}) + [f]O_2(\text{気体}) \longrightarrow C_lH_mO_n$$
- と表される。これらの式の $[a]$ ～ $[f]$ に入る適切な式を l , m , n を用いて示せ。

問 4. 表の燃焼熱の値を用いて、気体状態のメタンの 25℃, 101.3 kPa における生成熱(kJ/mol)を求め、小数点以下を四捨五入した数字で答えよ。

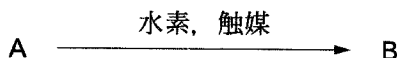
問 5. 表の物質の中で、水素は燃焼によって二酸化炭素を出さず、また、1g あたりの燃焼熱が最も大きく、燃料として最も優れている。水素はメタンに水蒸気を作用させることによって生成させることができる。この反応の熱化学方程式は反応熱を Q kJ として



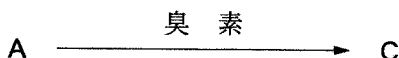
と表される。25℃, 101.3 kPa における Q の値を、表の燃焼熱と 25℃, 101.3 kPa における水の蒸発熱 44 kJ/mol を用いて求め、小数点以下を四捨五入した数字で答えよ。

〔5〕 次の実験1～4に関する文章を読み、問1～問6に答えよ。(20点)

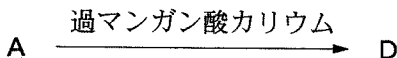
〔実験1〕 質量17gのAに触媒を加えて水素と反応させたところ、分子式 C_5H_{10} のBが生成した。この反応で消費された水素は標準状態で5.6lであった。



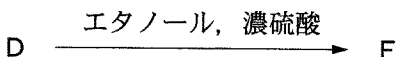
〔実験2〕 Aを臭素と反応させたところ、分子量228のCが生成した。



〔実験3〕 Aを過剰の過マンガン酸カリウムと反応させたところ、分子式 $C_5H_8O_4$ のDが生成した。



〔実験4〕 Dをエタノールに溶かし、少量の濃硫酸を加えて加熱したところ、Eが生成した。



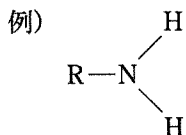
問1. 〔実験1〕の触媒としてよく用いられる金属の元素名を1つ答えよ。

問2. Aの分子式と化合物名を答えよ。

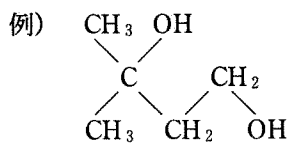
問3. 〔実験3〕の過マンガン酸カリウムの作用を何というか。

問4. Dに含まれる官能基の名称とDからEが生成する反応の名称を答えよ。

問 5. DとEについて、分子量を比較するとDの方がEより小さいが、沸点を比較するとDの方がEより高い。これはDに含まれる官能基の間に強い分子間力が存在するためである。この官能基を2個記し、その間に働く強い分子間力を破線で示せ。ただし、例にならって官能基以外の部分はRで示せ。



問 6. A～Eの中で不斉炭素原子を含むものが1つある。その化合物を例にならって構造式で示せ。また、その構造式中の炭素原子のうち、不斉炭素原子を○で囲め。



[6] 次の問 1 および問 2 に答えよ。(12 点)

問 1. 牛乳に含まれるタンパク質の一種である α_{s2} -カゼイン(分子量 25,000)に関して、以下の(1)~(3)に答えよ。有効数字 3 桁で求めよ。

- (1) 牛乳 100 ml 中の α_{s2} -カゼインを定量したところ 2.50×10^{-1} g であった。牛乳 100 ml 中の α_{s2} -カゼインの物質量を求めよ。
- (2) α_{s2} -カゼインを、消化酵素であるトリプシンおよびキモトリプシンにより消化したところ、トレオニン(分子量 119)、バリン(分子量 117)、チロシン(分子量 181)の 3 種類のアミノ酸からなるトリペプチド TVY が生成した。このトリペプチド TVY の分子量を求めよ。
- (3) 上記の酵素消化において、1 mol の α_{s2} -カゼインから 1 mol のトリペプチド TVY が生成すると仮定して、100 ml の牛乳から何 g のトリペプチド TVY が生じるか求めよ。

問 2. 脂肪酸および油脂に関する次の(1)および(2)に答えよ。

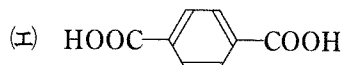
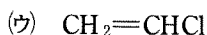
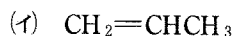
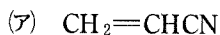
- (1) 次の(ア)~(ウ)の分子式の脂肪酸における、炭素原子間の二重結合の数を答えよ。なお、炭素鎖に環構造および三重結合は存在しないものとする。
(ア) $C_{17}H_{35}COOH$ (イ) $C_{17}H_{29}COOH$ (ウ) $C_{21}H_{31}COOH$
- (2) 油脂は 1 分子のグリセリン(分子量 92)と 3 分子の脂肪酸が結合したものである。ある食品から抽出された油脂を加水分解したところ、パルミチン酸($C_{15}H_{31}COOH$, 分子量 256)、ステアリン酸($C_{17}H_{35}COOH$, 分子量 284)、オレイン酸($C_{17}H_{33}COOH$, 分子量 282)が物質質量比 2 : 1 : 3 の割合で得られた。この食品中の油脂の平均分子量を有効数字 3 桁で求めよ。

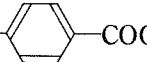
[7] (選択問題) (10 点)

[7 A] または [7 B] のいずれか一つを選択し、解答せよ。

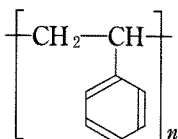
[7 A] ポリエチレンテレフタレート、6,6-ナイロン、羊毛、レーヨン、木綿、ポリアクリロニトリル、以上 6 種類の繊維について次の問 1～問 4 に答えよ。

問 1. 上記 6 種類の中に付加重合により合成されるものが一つ含まれている。その繊維名を答えよ。また、その原料となる単量体の構造を下記から選び、記号で答えよ。

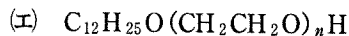
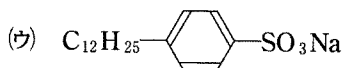
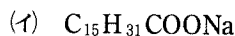
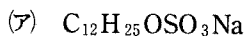


問 2. 上記 6 種類の中に $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ と  との縮合重合によって合成されるものが一つ含まれている。その繊維名を答えよ。また、その構造式を下の例にならひ示せ。

例)



問 3. 羊毛はアルカリに弱いため、洗濯に使用する洗剤を考慮する必要がある。羊毛の洗剤として適当でないものを下記の中から一つ選び、記号で答えよ。



問 4. 木綿の主成分の高分子化合物に関する(ア)~(オ)の説明のうち正しいものすべてを選び、記号で答えよ。

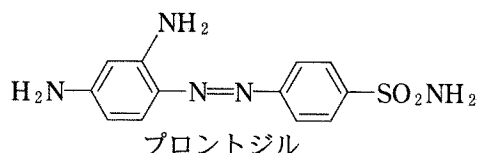
- (ア) アミラーゼにより還元性を示すセロビオースを生じる。
- (イ) 冷水には溶けにくいですが、温水中ではコロイド溶液となるので、お湯では洗濯できない。
- (ウ) ヒトはこの高分子化合物の消化酵素をもたず、消化管において分解できない。
- (エ) 多数の β -グルコースが次々に脱水縮合した直鎖状の多糖で、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると濃紺色を示す。
- (オ) レーヨンはこの木綿と同じ種類の高分子化合物を繊維として再生させたものである。

〔7 B〕 医薬品に関する次の問1，問2に答えよ。

問1. 次の二つの文章〔A〕，〔B〕を読み，(1)～(3)に答えよ。

〔A〕 古くから，柳の樹皮に鎮痛作用を有する物質が含まれていることが知られていた。この抽出物からサリチル酸が見いだされたが，胃を痛めるなどの副作用があった。そこで，ドイツのある製薬会社がこの物質をアセチル化して副作用の少ない^(ア)解熱鎮痛薬の開発に成功した。

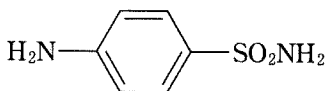
〔B〕 アゾ染料の一つであるプロントジル(下図参照)が抗菌作用を有することが発見された。この発見を発端として，一連の^(イ)サルファ剤の開発が進んだ。



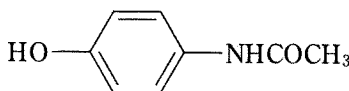
一方，イギリスの Fleming(1881—1955)は，アオカビから抗菌性物質ができることを発見し，最初の抗生物質〔ウ〕が生まれた。抗生物質の誕生は，それまで治療困難だった多くの病気の治療に多大な貢献をした。しかし，抗生物質の長期使用や乱用により種々の耐性菌が生じるなどの問題が起こっている。したがって，医薬品を適切に使用することは極めて大切である。

(1) 下線部(ア)および(イ)に最も関係の深い医薬品の構造式を下記より選び記号を記せ。〔ウ〕には適当な語句を記せ。

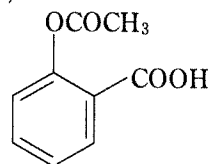
(a)



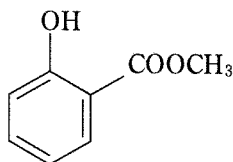
(b)



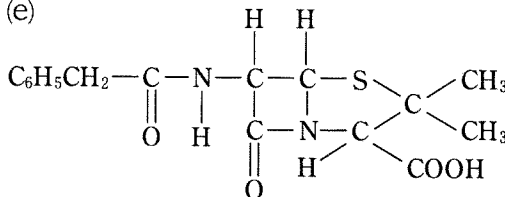
(c)



(d)



(e)

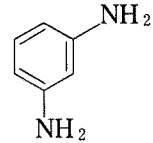
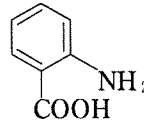
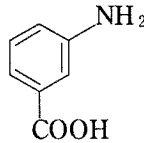
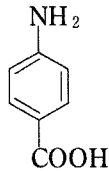


(2) 次の(a)~(c)の記述で、正しいものには○、誤っているものには×を記せ。

- (a) プロントジルは体内で代謝されて有効成分になる。
- (b) サルファ剤は細菌から産生され、他の細菌の増殖を抑制する。
- (c) サルファ剤は人間には強い毒性を示さず、細菌に対して選択毒性を有する。

(3) 細菌は酵素反応により化合物 X を原料として、生命活動に必須なビタミンである葉酸を合成するが、サルファ剤はこの酵素反応を阻害する。化合物 X の構造式を下記より選び、その記号を記せ。

- (a) (b) (c) (d)



問 2. 胃酸過多は胃液に含まれる塩酸の過剰状態と考えられる。胃酸過多を抑えるために医薬品として用いられる物質を下記より選び、その番号を記せ。

- (1) Na_2CO_3 (2) NaOH (3) NaHCO_3 (4) KOH

