

群馬大学

化学

問題

2019年度入試

【学部】 医学部、理工学部

【入試名】 前期日程

【試験日】 2月25日

【試験時間】 120分

【問題解答前の確認事項】

〔注意〕 理工は**1**～**5**を，医は**2**～**5**を解答せよ。



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

[注意] 問題を解くにあたって、必要な値を用いよ。

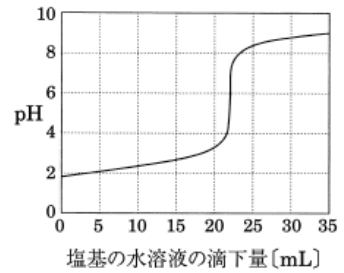
原子量 C=12.0 Ca=40.1 Cl=35.5 Cu=63.5 H=1.0 I=127 K=39.1 N=14.0 Na=23.0 O=16.0

Pb=207 S=32.1 理想気体のモル体積 22.4L/mol(0℃, 1.01×10⁵ Pa)

気体定数 8.31×10³ Pa·L/(K·mol) アボガドロ定数 6.02×10²³/mol

1 (1) 次の文章を読んで、問1～問6の答を記入せよ。

右の図は、ある2価の酸の水溶液を1価の塩基の水溶液で中和滴定したときに得られた滴定曲線である。この滴定では次の操作を行った。まず、酸の水溶液 10.0mL を アではかりとり、イに入れて純水で正確に10倍に薄めた。この水溶液 10.0mL を別の アではかりとり、ウに入れた。これに エから 0.0100mol/L の塩基の水溶液を滴下すると、22.0mL 加えたところで中和点に達したことが確認された。

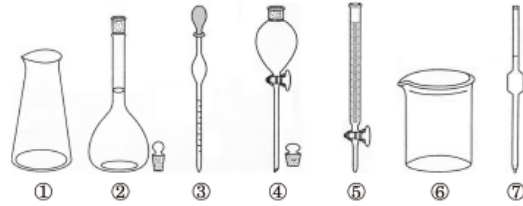


問1 空欄 ア～エに当てはまる最も適当な器具を右下の①～⑦から選び、それぞれの番号とその名称を答えよ。

問2 ア～エの器具のうち、この滴定において、純水で洗浄しそのまま使用してよい器具をすべて選び、その記号を記せ。

問3 ①～⑦の器具のうち、加熱乾燥してはいけない器具を3つ選び、その番号を記せ。

問4 この滴定における酸と塩基の組み合わせとして最も適当なものを次の①～④から1つ選び、その番号を記せ。



① 弱酸と弱塩基 ② 強酸と弱塩基 ③ 強酸と強塩基 ④ 弱酸と強塩基

問5 指示薬としてメチルオレンジを使用した場合、この滴定において水溶液の色は何色から何色に変化するかを記せ。

問6 この滴定において、純水で希釈する前の酸の水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字3桁で答えよ。

(2) 次の文章を読んで、問1～問6の答を記入せよ。

ステアリン酸分子 C₁₈H₃₆O₂ は親水性の官能基 A と疎水性の炭化水素基からなる。これをベンゼンのような揮発しやすい溶媒に溶かし、清浄な水面に滴下する。溶媒が揮発すると、ステアリン酸は A を水側、炭化水素基を空気側に向けて、一層にすき間なく並び、単分子膜を形成する。

質量 W [g] のステアリン酸をベンゼンに溶解し、全体の体積を V_1 [mL] にした。この溶液から体積 V_2 [mL] を清浄な水面に滴下したところ、ステアリン酸の単分子膜が形成した。単分子膜を形成しているステアリン酸の質量は ア g と表され、ステアリン酸のモル質量を M [g/mol] とすると、その物質量は イ mol と表される。形成した単分子膜の面積を S_1 [cm²] とし、ステアリン酸1分子が水面上で占有する面積を S_2 [cm²] とすると、ステアリン酸分子の数は ウ と表される。ここで、アボガドロ定数を N_A とすると、単分子膜に含まれる分子数について、 $N_A \times$ イ = ウ

が成りたつので、アボガドロ定数 N_A は次のように求めることができる。 $N_A =$ エ

また、ステアリン酸の単分子膜の密度を d [g/cm³] とすると、ステアリン酸が形成する単分子膜の厚みは オ cm と表される。

問1 空欄 A に当てはまる官能基の名称を記せ。

問2 空欄 ア に当てはまる最も適切な式を W , V_1 , V_2 を用いて記せ。

問3 空欄 イ に当てはまる最も適切な式を W , V_1 , V_2 , M を用いて記せ。

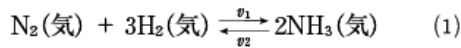
問4 空欄 ウ に当てはまる最も適切な式を S_1 , S_2 を用いて記せ。

問5 空欄 エ に当てはまる最も適切な式を W , V_1 , V_2 , M , S_1 , S_2 を用いて記せ。

問6 空欄 オ に当てはまる最も適切な式を W , V_1 , V_2 , S_1 , d を用いて記せ。

2 (1) 次の文章を読んで、問1～問8の答を記入せよ。

19世紀～20世紀はじめにかけての人口増加に伴う食糧危機を回避するためには、空気中の窒素を窒素化合物に変換し、肥料として使用することが必須であった。ハーバーらは、触媒を用いて、a水素と窒素から直接アンモニアを合成することに成功した。この反応は、次の可逆反応である。



ここで、 v_1 はアンモニアの生成速度、 v_2 はアンモニアの分解速度をあらわす。

問1 下線部 a の反応について、その熱化学方程式を記せ。ただし、気体のアンモニアの生成熱は 46 kJ/mol とする。

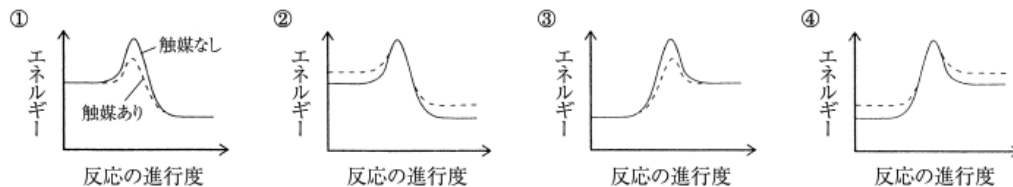
問2 (1)式の反応で平衡を右側に移動させるにはどうしたらよいか。最も適切なものを次の①～④から1つ選び、その番号を記せ。

- ① 混合気体の全圧を低くし、温度を低くする。 ② 混合気体の全圧を高くし、温度を低くする。
 ③ 混合気体の全圧を低くし、温度を高くする。 ④ 混合気体の全圧を高くし、温度を高くする。

問3 窒素や水素の分圧を一定に保ったまま温度を高くすると v_1 は増加する。この主な原因として、適切なものを次の①～⑤からすべて選び、その番号を記せ。

- ① 活性化エネルギーが低下するため。 ② 大きな運動エネルギーをもつ窒素が増えるため。
 ③ 大きな運動エネルギーをもつ水素が増えるため。 ④ 反応熱が大きくなるため。
 ⑤ 反応熱が小さくなるため。

問4 触媒を用いることにより v_1 を増加させることができる。アンモニアの生成反応について、反応の進行に伴うエネルギーの変化を正しくあらわしたものはどれか。最も適切なものを次の①～④から1つ選び、その番号を記せ。ただし、実線は触媒が存在しない場合、点線は触媒が存在する場合をあらわす。



問5 平衡状態における v_1 と v_2 の関係を正しくあらわしたものはどれか。触媒が存在しない場合と、存在する場合について、それぞれ最も適切なものを次の①～④から1つ選び、その番号を記せ。

- ① $v_1 \geq v_2$ ② $v_1 \leq v_2$ ③ $v_1 = v_2 = 0$ ④ $v_1 = v_2 \neq 0$

問6 窒素 x [mol] と水素 $3x$ [mol] を反応させたところ平衡状態に達した。平衡時のアンモニアの物質量を a [mol] としたとき、表1の空欄①～③に当てはまる物質量を数式で答えよ。

表1 反応開始前および平衡時における各物質の物質量 [mol]

	N ₂	H ₂	NH ₃	気体分子の合計
反応開始前	x	$3x$	0	$4x$
平衡時	①	②	a	③

問7 問6の反応条件において、平衡時の全圧を P [Pa] としたとき、平衡時の水素の分圧を、 a 、 x 、 P を用いて式で答えよ。

問8 問6の反応条件において、ある温度で平衡状態に達したとき、 $a=x$ となった。このときの(1)式の圧平衡定数 K_p を、全圧 P [Pa] を用いて式で答えよ。

(2) 物質の状態に関する問1～問4の答を記入せよ。

問1 次の文章の空欄ア～キに当てはまる最も適切な語句を記せ。

あらゆる物質は、固体、液体、気体のいずれかの状態をとる。この3つの状態を物質のアという。固体から液体への変化をイ、液体から固体への変化をウ、液体から気体への変化をエ、気体から液体への変化をオ、固体から気体への変化をカという。

密閉容器中に水を入れ一定温度に保ったところ、水と水蒸気が共存する平衡状態に至った。この平衡をキ平衡といい、このときの水蒸気の圧力を水の蒸気圧という。

問2 同じ16族元素の水素化合物同士で比較すると、硫化水素 H₂S の沸点(-60℃)に比べて水 H₂O の沸点は高い。水の沸点が高い理由を20字以内で説明せよ。

問3 容積 831L で一定の密閉容器に水蒸気のみを封入して 127℃ に保ったところ、容器内の圧力は 1.01×10^5 Pa であった。この容器内の温度を 60℃ に下げ、十分な時間放置した後に、容器内に生じる液体の水の物質量を有効数字2桁で答えよ。ただし、60℃ における水の蒸気圧は 1.98×10^4 Pa とし、水蒸気は理想気体とみなしてよい。また、液体の水の体積は無視できるものとする。

問4 ある量の塩化ナトリウムを純水に溶かした溶液の蒸気圧は、同じ温度の純水の蒸気圧よりも 0.50% 低かった。この溶液に含まれる塩化ナトリウムの質量パーセント濃度を有効数字2桁で答えよ。

4 (1) 次の文章を読んで、問1～問5の答を記入せよ。

有機化合物 A および B は互いに構造異性体であり、分子量は 122 である。A および B に含まれる炭素、水素、酸素の質量百分率は、それぞれ、78.7%、8.2%、13.1% である。A は 1 個の不斉炭素原子をもつが、B はもたない。

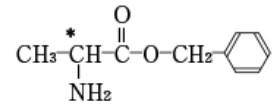
A および B は a いずれも中性の化合物であり、金属ナトリウムと反応して水素を発生する。また、A および B のいずれも濃硫酸とともに加熱すると、分子内脱水反応によりスチレンが生成する。

問1 化合物 A の分子式を記せ。

問2 下線部 a から、化合物 A および B に共通して含まれると予想される官能基の名称を記せ。

問3 化合物 A, B それぞれの構造式を、右の例にならって記せ。A (例)

の不斉炭素原子については、構造式中で該当する原子の左上に * 印をつけよ。



問4 化合物 A, B それぞれの化学的性質について正しいものを、次 * 印は不斉炭素原子を表す。

の①～⑥から1つずつ選び、その番号を記せ。同じ番号を複数回選んでもよい。

- ① フェーリング液とともに加熱すると赤色沈殿を生じる。
- ② 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、青紫色～赤紫色を呈する。
- ③ 塩基性水溶液中でヨウ素と反応し、ヨードホルムの黄色沈殿が生成する。
- ④ ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると、青色～赤紫色を呈する。
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、金属銀が析出する。
- ⑥ おだやかに酸化すると、同じ炭素数のアルデヒドが生成する。

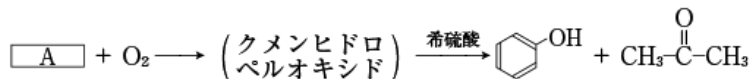
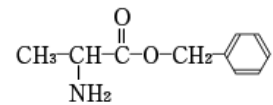
問5 次の文章中の下線部 b～g の記述について、スチレンの性質として正しい場合には○印を、誤っている場合には正しい語句または数字を記せ。

スチレンの沸点は、トルエンの沸点よりも b 高い。スチレンに対し、水とジエチルエーテルを注いで分液漏斗に移し、振り混ぜた後に静置すると、スチレンは主に c 水層から抽出される。スチレンは幾何異性体(シス-トランス異性体)を a もつ。白金などの触媒のもとで、高温高压の条件で、1 mol のスチレンは e 2 mol の水素 H_2 と反応して、エチルシクロヘキサンを生成する。スチレンは重合によって鎖状構造をもつ f 熱硬化性樹脂を生成する。また、スチレンと *p*-ジビニルベンゼンとの共重合体にスルホ基を導入したものは、g 陽イオン交換樹脂として利用されている。

(2) フェノールに関する問1～問3の答を記入せよ。

問1 下の3つの反応では、いずれもフェノールが生成する。化合物 A～C の構造式を、右の例にならって記せ。

(例)



問2 フェノール水溶液に臭素水を加えると、2,4,6-トリプロモフェノールが生成した。この反応の前後で溶液の pH はどう変化するか。最も適切なものを次の①～③から1つ選び、その番号を記せ。また、そのように変化する理由を20字以内で記せ。

- ① 反応後の pH は反応前より大きくなる。
- ② 反応後の pH は反応前より小さくなる。
- ③ 反応の前後で pH はほとんど変化しない。

問3 化合物 D は、フェノールに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させて得られた生成物の1つであり、フェノール分子の水素原子1個以上が同数のニトロ基に置換された構造をもつ。ある量の D を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 528mg と水 72mg が生じた。ただし、化合物 D のすべての炭素と水素は、それぞれ二酸化炭素と水になるものとする。次の各問に答えよ。

- 1) 化合物 D に含まれる炭素原子と水素原子の数の比を、最も簡単な整数値で記せ。
- 2) 化合物 D の分子式を記せ。

5 (1) 合成繊維に関する次の文章を読んで、問1～問4の答を記入せよ。

a ナイロン6は、環状構造のモノマーXに少量の水を加えて加熱して得られる。このように、環状構造の単量体から鎖状の高分子ができる重合をア重合と呼ぶ。b ナイロン66は、アジピン酸とモノマーYの混合物を加熱しながら、生成するイを除去すると得られる。このように、イなどの簡単な分子がとれて鎖状の高分子が生成する重合をウ重合と呼ぶ。

ナイロン66のメチレン鎖の部分のエに置き換えたポリ(p-フェニレンテレフタルアミド)は、代表的なオ繊維の一つである。この繊維は、ナイロン66よりもさらに強度や耐久性に優れるため、消防士の服や防弾チョッキに使われている。

実験室でナイロン66の繊維を得るには、界面重合が適している。この重合は、アジピン酸の代わりにアジピン酸ジクロリドを用いて、下記のように行われる。

操作① 50mLの溶媒Aに、1gの炭酸ナトリウムと1gのモノマーYを加え、よくかき混ぜる。



操作② 10mLの溶媒Bに、1mLのアジピン酸ジクロリドを溶かす。

操作③ 操作①で得られた溶液の上に、操作②で得られた溶液を静かに注ぐ。

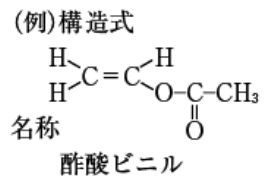
操作④ 界面(境界面)にできた膜をピンセットで静かに引き上げ、ガラス棒に巻きつける。

操作⑤ 得られた糸をアセトンで洗い、乾燥させる。

問1 空欄ア～オに当てはまる最も適切な語句を記せ。

問2 下線部a, bについて、ナイロン6とナイロン66の構造式を右の例にならって記せ。 (例) $-(CH_2)_2-O-)_n$

問3 モノマーX, Yの構造式と名称を右の例にならって記せ。 (例)構造式



問4 溶媒A, Bとして最も適切なものを、次の①～⑤からそれぞれ1つずつ選び、その番号を記せ。

- ① アセトン ② エタノール ③ 酢酸 ④ ヘキサン ⑤ 水

(2) 次の文章を読んで、問1～問5の答を記入せよ。

タンパク質、炭水化物(糖類)、脂質は三大栄養素とよばれ、筋肉や血液などの主要な構成物質として知られている。

タンパク質は、約20種類のアミノ酸がペプチド結合で連結した高分子化合物である。これらのアミノ酸の中で、生体内で合成されない、もしくは合成されにくいアミノ酸をアという。アミノ酸がペプチド結合で連結したものをペプチドといい、a2分子のアミノ酸が結合したものをジペプチドという。

多糖類は多数の単糖類がイ結合を形成して重合した、直鎖状構造もしくは枝分かれ構造をもつ高分子化合物である。単糖類が2分子、3分子結合したものを、それぞれ二糖類、三糖類という。代表的な二糖類にマルトースがある。bマルトースの水溶液は還元性を有しており、フェーリング液とともに熱するとAの赤色沈殿を生じる。

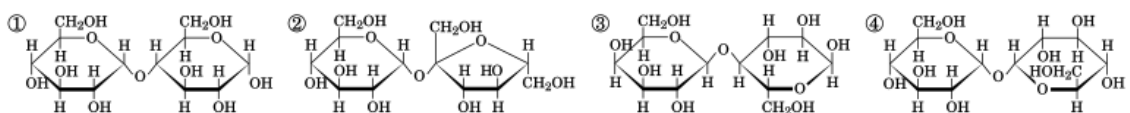
脂質の一種であるc油脂は、グリセリンに高級脂肪酸がウ結合により連結した化合物である。油脂を構成する脂肪酸として高級飽和脂肪酸を多く含む場合、油脂は常温でエの状態をとる。油脂に水酸化ナトリウムなどの強塩基の水溶液を加えて加熱すると、オとよばれる加水分解反応が起こり、脂肪酸の塩とグリセリンが生成する。人体において油脂は、すい臓から分泌される酵素であるBによって加水分解される。

問1 空欄ア～オに当てはまる最も適切な語句を記せ。

問2 空欄Aに当てはまる化合物名、空欄Bに当てはまる酵素名を記せ。

問3 下線部aについて、グルタミン酸とリシンからなる鎖状ジペプチドには、分子中の全ての官能基がペプチド結合を形成できるとしたとき、何種類の構造異性体が存在するか答えよ。

問4 下線部bについて、水溶液中で還元性をもたない二糖類を次の①～④からすべて選び、その番号を記せ。



問5 下線部cについて、3種類の鎖状の不飽和脂肪酸とグリセリンから構成される油脂Xがある。油脂X 0.10molに水素を付加し、飽和脂肪酸のみからなる油脂にするのに、標準状態で13.4Lの水素が必要であった。油脂Xを構成する3種類の不飽和脂肪酸を、次の①～⑥から選び、その番号を記せ。

- ① ミード酸(C₁₉H₃₃COOH) ② パルミトレイン酸(C₁₅H₂₉COOH)
 ③ アラキドン酸(C₁₉H₃₁COOH) ④ ドコサヘキサエン酸(C₂₁H₃₁COOH)

⑤ エイコサペンタエン酸 ($C_{19}H_{29}COOH$)

⑥ リノール酸 ($C_{17}H_{31}COOH$)