

別紙解答用紙に解答すること。

[1] 次の問いに答えよ。

(1) 極限值 $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + \tan 3x)^{\frac{1}{x}}$ を求めよ。

(2) $\tan \frac{\pi}{8}$ の値を導出せよ。

(3) 関数 $f(x) = \tan^{-1} \sqrt{x+3}$ の 3 次の Maclaurin 展開は、

$$f(x) = \boxed{} + R_3$$

となる。但し、 R_3 は 3 次の剰余項である。

このとき、右辺の $\boxed{}$ の x に関する 2 次式を埋めよ。

(4) $a > 0$ とするとき、定積分 $\int_0^{\frac{\log(\sqrt{2}-1)}{a}} \frac{e^{ax}}{1+e^{2ax}} dx$ の値を求めよ。

(5) 広義積分 $\int_0^{\pi/2} \log(\cos x) dx$ の値を求めよ。

[2] 次の問いに答えよ。

(1) 行列

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

の逆行列を求めよ。

(2) 行列式に関する等式

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ -b & a & -d & c \\ -c & d & a & -b \\ -d & -c & b & a \end{vmatrix} = (a^2 + b^2 + c^2 + d^2)^2$$

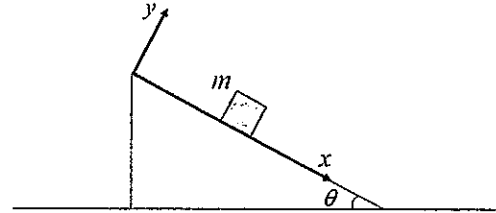
を示せ。

以上

別紙解答用紙に解答すること。

理科 2 科目とも必答

- [I] 傾斜角 θ の斜面を有する三角台が水平な床に固定されている。図のように、この斜面上に質量 m の物体を置いたところ、物体は滑り出した。図のように斜面に平行下向きに x 軸、垂直に y 軸をとる。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗の影響は無視できるものとして以下の問いに答えなさい。



- (i) 斜面と物体の間の摩擦力が無視できるものとして、物体の運動方程式を記述しなさい。ただし、垂直抗力を N とする。
 - (ii) (i)の運動方程式を解き時刻 t における物体の x 座標 $x(t)$ 、速度の x 成分 $v(t)$ 、垂直抗力 N を求めなさい。ただし、 $x(0) = 0, v(0) = 0$ とする。
 - (iii) 次に、摩擦力が無視できない場合を考える。物体に働く摩擦力が速度に依らない動摩擦係数 μ' を用いて $\mu'N$ で表せるとして、時刻 t における物体の x 座標 $x(t)$ と速度の x 成分 $v(t)$ を求めなさい。ただし、 $x(0) = 0, v(0) = 0$ とする。
 - (iv) 物体に摩擦力が働いている場合に、時刻 t における力学的エネルギーの総和を求め、時刻 $t = 0$ における力学的エネルギーと比較しなさい。また、それらの力学的エネルギーが異なる場合はその理由を説明しなさい。ただし、 $t = 0$ における物体の位置を位置エネルギーの基準とすること。
- [II] 重さの無視できる長さ l の糸の先に質量 m のおもりを吊した振り子がある。振り子の糸と鉛直方向のなす角(以下、振れ角と呼ぶ)が φ_A でおもりを静かに離れた。ただし、 φ_A は十分に小さいものとする。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗の影響は無視できるものとして以下の問いに答えなさい。
- (i) 糸の張力を T 、時刻 t における振れ角を $\varphi(t)$ とし、振り子の運動の接線方向の運動方程式を記述しなさい。
 - (ii) φ が十分に小さい場合に成り立つ近似式 $\sin\varphi \approx \varphi$ を用いることで(i)の運動方程式を解き、時刻 t における振れ角 $\varphi(t)$ を求めなさい。ただし、振れ角 φ_A でおもりを離れた瞬間の時刻を $t = 0$ とする。
 - (iii) 時刻 t における力学的エネルギーの総和を求めなさい。ただし、おもりの最下点を位置エネルギーの基準とすること。
 - (iv) おもりの速さの最大値 v_{max} とその時の振れ角を求めなさい。

- [III] 質量 m の小球を鉛直上向きに初速度 v_0 で投げ上げた。小球には速度に比例し、運動と逆向きの抵抗力 $-cv$ が働く(ただし、 $c > 0$)。物体を投げ上げた位置を原点として、鉛直上向きに x 軸をとる。このとき、重力加速度の大きさを g とし、以下の問いに答えなさい。
- (i) 小球の運動方程式を記述しなさい。
 - (ii) 小球を投げ上げた瞬間を $t = 0$ とし、時刻 t における小球の速度 $v(t)$ を求めなさい。
 - (iii) $t \rightarrow \infty$ のときの速度 v を求めなさい。

以上

2026 年度 編・転入学試験	学部 環境都市工学部 化学生命工学部	試験科目 化学(50 点)
--------------------	--------------------------	------------------

別紙解答用紙に解答すること。

理科 2 科目とも必答

〔I〕 次の問(1)~(4)に答えなさい。

- (1) 1、2、14、17 族のそれぞれの元素からなり、常温常圧で固体である単体の例を、それぞれ1つずつ、化学式で答えなさい。ただし、どの化学式がどの族の元素からなるものであるかを明記しなさい。
- (2) 氷において、何と何の間にもどのような種類の化学結合が形成されているかを説明しなさい。図示して説明してもよいが、その場合には、元素記号と化学結合の種類を明記しなさい。
- (3) 水素分子では原子同士が共有結合により結びついており、塩化ナトリウムではイオン同士がイオン結合により結びついている。水素分子と塩化ナトリウムとで化学結合の種類が異なる理由を、元素の性質に基づいて説明しなさい。
- (4) シュレディンガーの波動方程式について知るところを記述しなさい。

〔II〕 次の問(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 2 mol の物質 A と 2 mol の物質 B を、式 $2A + 3B \rightarrow C$ に従って反応させたところ、物質 C が 0.5 mol 生じて平衡に至った。平衡時の A の物質量と B の物質量のそれぞれを答えなさい。
- (2) 25°Cにおける 0.1 M の塩酸の pH を求めなさい。
- (3) モル質量 63 g/mol の物質を溶質とし、質量パーセント濃度が 6.3 %で、密度が 1.03 g/cm³である水溶液がある。この水溶液のモル濃度を求めなさい。

〔III〕 次の問(1)~(3)に答えなさい。ただし気体は理想気体とする。

- (1) 1 mol の気体 X、2 mol の気体 Y、3 mol の気体 Z からなる混合気体があるものとする。ただし、気体定数は $8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ である。混合気体の全圧が 10^5 Pa 、温度が 300 K であるとき、
 - (i) 混合気体における Z の分圧を求めなさい。
 - (ii) この混合気体の体積を求めなさい。
 - (iii) この混合気体の体積を一定に保ったまま全圧を $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ にするためには、この混合気体の温度をいくらにすればよいかを答えなさい。ただし温度を変化させても気体同士は反応しないものとする。
- (2) 熱力学の第 1 法則、第 2 法則、第 3 法則の内容をそれぞれ説明しなさい。
- (3) 全圧一定のもとでの化学反応について考える。
 - (i) この反応のエンタルピー変化、自由エネルギー変化、エントロピー変化をそれぞれ ΔH 、 ΔG 、 ΔS とするとき、 ΔH 、 ΔG 、 ΔS の関係を式で表しなさい。ただし、絶対温度を T としなさい。
 - (ii) この反応が発熱反応であるとき、 ΔH は正、負のいずれとなるかを答えなさい。
 - (iii) この反応が平衡状態にあるとき、 ΔH と ΔS の関係を答えなさい。

以上

別紙解答用紙に解答すること。

理科 2 科目とも必答

問 1. N 末端側から順に、グリシン、セリン、システインがペプチド結合してできたトリペプチドの構造式を書きなさい。

問 2. ATP 分解酵素 (ATPase) の具体的名称を 3 つ挙げ、それぞれの働きを、必要なら図を描いて詳しく説明しなさい。

問 3. 動物細胞と植物細胞について、それぞれ断面の模式図を描き、細胞小器官や細胞内の構造の名称を記入しなさい。

問 4. 動物細胞と植物細胞の細胞質分裂の様式の違いについて、図を描いて説明しなさい。

問 5. 個体群の大きさを調べるための標識再捕法について次の (i) ~ (iii) の問に答えなさい。

(i) 標識再捕法による個体数の推定について、例を挙げて説明しなさい。

(ii) 標識再捕法による個体数の推定が可能となるための条件について説明しなさい。

(iii) 標識再捕法による個体数の推定に向く生物と向かない生物について例を挙げて説明しなさい。

以上

別紙解答用紙に解答すること。

必要なら気体定数は $R = 8.3145 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を使うこと。

1 次の空欄に当てはまる最も適当な用語や式・数値を答えなさい。

- ① ギブズの相律は C (成分の数), P (相の数)を用いると $F = (\text{①})$ で表され、 F は(②)とよばれる。例えば、水と水蒸気が平衡にある系では、 $F = (\text{③})$ である。物質の相図において、熱力学的に安定な各相の領域を分ける線を(④)という。(④)上では隣り合う各相が(⑤)状態にあることを示している。液体混合物の分離において、沸騰が組成変化を生じることなく起こるために蒸留で分離できない混合物を(⑥)混合物という。また、部分可溶性液体の相図において、相分離が生じる上限温度を(⑦)という。この温度より高温では完全に(⑧)。
- ② 温度 T において、溶液中の溶媒 A の化学ポテンシャル μ_A は、純溶媒 A の化学ポテンシャル μ_A^* とその蒸気圧 p_A^* 、溶液中の A の蒸気圧 p_A を用いて、 $\mu_A = (\text{⑨})$ で表される。実在溶液では、活量 a_A を用いて $\mu_A = (\text{⑩})$ と表される。

2 以下の語句を簡単に説明せよ。言葉でも定義式による説明でもよい。

- ① 理想溶液 ② 理想希薄溶液

3 300K で、ヘキサン 1.50 mol とヘプタン 3.00 mol を混合した。理想溶液とみなせるとき、混合ギブズエネルギー $\Delta_{\text{mix}}G$ 、混合エントロピー $\Delta_{\text{mix}}S$ を求めなさい。

4 表の値(298K, 1bar)をもとに、1bar での平衡反応: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ について答えなさい。なお、298K, 350K ともに、 N_2O_4 , NO_2 は完全気体として扱えるものとし、定圧熱容量 $C_{p,m}$ の値は温度変化しないものとする。

	$\Delta_f H$ (kJ mol ⁻¹)	S_m (JK ⁻¹ mol ⁻¹)	$C_{p,m}$ (JK ⁻¹ mol ⁻¹)
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	9.16	304.29	77.28
$\text{NO}_2(\text{g})$	33.18	240.06	37.20

- ① 298K における反応のエンタルピー変化 $\Delta_r H$ を求めなさい。
 ② 298K における反応のエントロピー変化 $\Delta_r S$ を求めなさい。
 ③ 298K における反応のギブズエネルギー変化 $\Delta_r G$ を求めなさい。
 ④ 298K における平衡定数 K を求めなさい。
 ⑤ 平衡定数 K と $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ の解離度 α の関係を示しなさい。
 ⑥ 298K における α を求めなさい。
 ⑦ 350K における反応のエンタルピー変化 $\Delta_r H$ を求めなさい。
 ⑧ 350K における反応のエントロピー変化 $\Delta_r S$ を求めなさい。

- 5 ① A が最初 $[A]_0$ (mol L⁻¹) あった。1 次反応 $A \rightarrow B$ における速度定数を k_1 (s⁻¹) として時間 t (s) における A の濃度を求めよ。なお、分数や対数のままでよい。
 ② C が最初 $[C]_0$ (mol L⁻¹) あった。2 次反応 $2C \rightarrow D$ における速度定数を k_2 (mol⁻¹ L s⁻¹) として時間 t (s) における C の濃度を求めよ。なお、分数や対数のままでよい。
 ③ 表に各反応時間における出発物質の濃度を表わしている。1 次反応か 2 次反応かを判定し、速度定数を求めよ。なお反応は $A \rightarrow B$ もしくは $2C \rightarrow D$ のタイプである。グラフを作成して 1 次か 2 次か判定するために縦軸、横軸に何をプロットするか明確に書くこと。

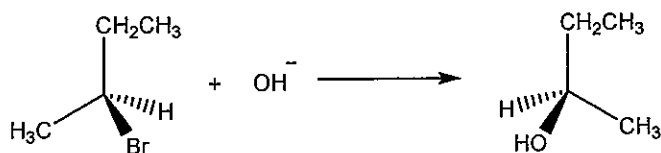
時間(s)	0	1000	2000	3000	4000	5000
出発物質の濃度(mol L ⁻¹)	2.000	1.213	0.736	0.446	0.271	0.164

以上

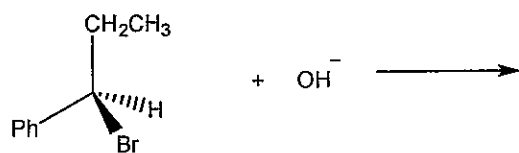
別紙解答用紙に解答すること。

問1～7までを解答用紙1枚目に解答し、問8～9までを解答用紙2枚目に解答しなさい。

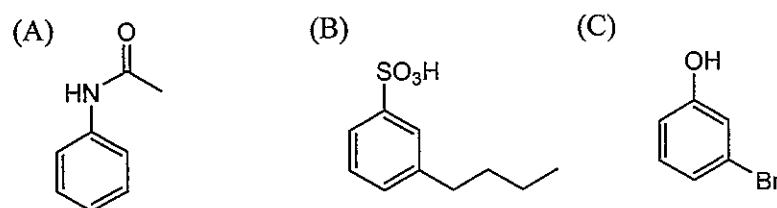
1. エタン、エチレン、アセチレンの炭素-炭素原子間の長さの順を示し、なぜそのような順になるか、軌道の違いから説明しなさい。
2. 次の4つのハロゲン化水素 HF, HCl, HBr, HI の酸性度の強さの順を示し、なぜそのような順になるかの理由を説明しなさい。
3. *n*-ブタンの C2-C3 結合の回転の結果として生じる立体配座異性体を考える。立体配座異性体の相対エネルギーが最も安定な配座異性体と不安定な配座異性体について、それぞれ Newman 投影式を用いて表しなさい。
4. 下記に示す臭化アルキルと水酸化物イオンとの置換反応により、立体配置が反転した生成物を与えた。なぜこのような反応が進行したのか、反応機構の過程を反応式と文書を用いて説明しなさい。また、このような立体配置の反転は、(a)反転とよばれている。a にはいる人名をカタカナで答えなさい。



5. 問 4 とは異なり、下記に示す臭化アルキルと水酸化物イオンとの反応は、置換反応ではなく脱離反応が起こった。この反応で得られる生成物の構造式を書きなさい。



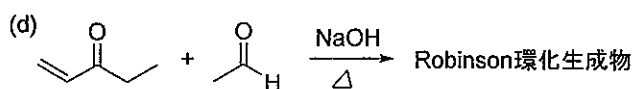
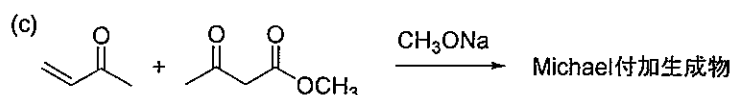
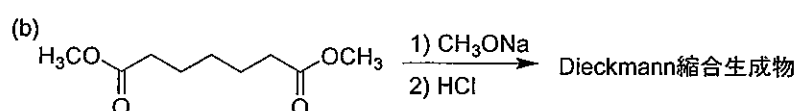
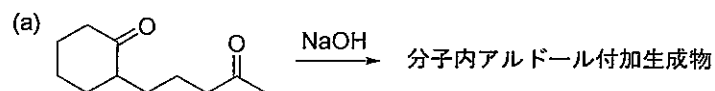
6. 次に示す化合物(A)~(C)をベンゼンを出発物質として合成する方法を書きなさい。



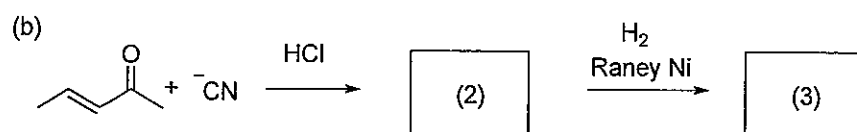
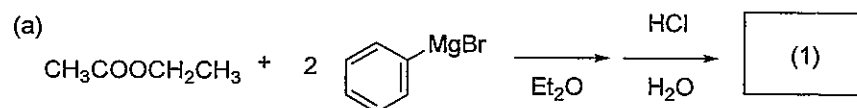
7. フェノールのメタ位およびパラ位に求電子剤(E⁺)が反応したときに生じるそれぞれのカルボカチオン中間体の共鳴寄与体の構造式を全て示し、求電子剤(E⁺)の攻撃がメタ位よりパラ位に優先して起こる理由を説明しなさい。

両面印刷

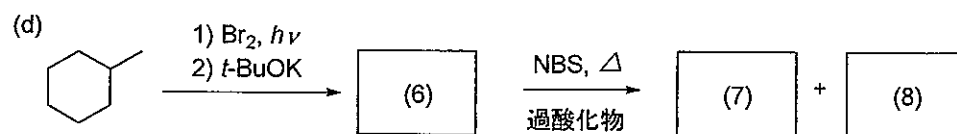
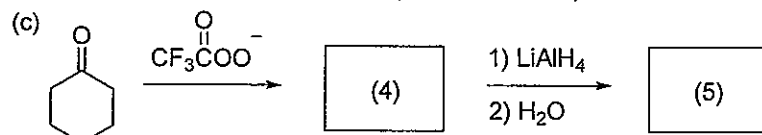
8. 次の反応式(a)~(d)において、反応式で指定した生成物の構造式を書きなさい。



9. 次の反応式(a)~(d)において、(1)~(8)に入れるのに適当な生成物の構造式を書きなさい。



(共役付加生成物)



[NBS; N-ブロモスクシンイミド]

以上

両面印刷