

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

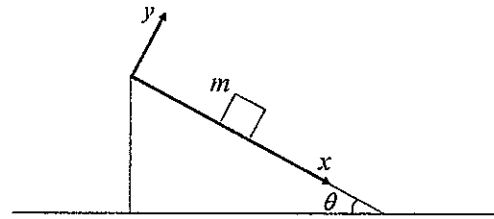
$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ -b & a & -d & c \\ -c & d & a & -b \\ -d & -c & b & a \end{vmatrix} = (a^2 + b^2 + c^2 + d^2)^2$$

を示せ。

以上

別紙解答用紙に解答すること。

- [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 のおもりを吊るした振り子がある。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 $\varphi(t)$ として、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 における振り子の運動の接線方向の速度 $v(t)$ を求めなさい。
- (iv) 時刻 t における力学的エネルギーの総和を求め、力学的エネルギーが保存していることを示しなさい。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。
- (v) 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。

両面印刷

[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 として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) $v(t) = 0$ となる時刻 t を求めなさい。また、 $mg \gg cv_0$ のとき $v(t) = 0$ となる時刻 t を近似して示しなさい。
- (iv) $t \rightarrow \infty$ のときの速度 v を求めなさい。

[IV] 真空中の xy 平面上の点 $(0, a)$ と点 $(0, -a)$ に電気量 q の点電荷が固定されている(ただし、 $a > 0$ および $q > 0$)。真空におけるクーロンの法則の比例定数を k_0 とし、重力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) 点 $(\sqrt{3}a, 0)$ における電場の強さ E と電位 V を求めなさい。
- (ii) 時刻 $t = 0$ のとき質量 m 、電気量 Q の点電荷を点 $(0, A)$ に静かに置いたところ(ただし、 $Q > 0$)、点電荷 Q は y 軸上に沿って運動を続けた。時刻 t における点電荷 Q の y 座標を $y(t)$ として、運動方程式の y 成分を記述しなさい。ただし、 $0 < A < a$ とする。
- (iii) いま、 $A \ll a$ の場合を考える。このとき、 $|\epsilon| \ll 1$ に対して成り立つ近似式 $(1 \pm \epsilon)^y \approx 1 \pm y\epsilon$ を用いて(ii)で求めた運動方程式を近似し解くことで、 $y(t)$ を求めなさい。
- (iv) 点電荷 Q が原点を通過する瞬間の速さを求めなさい。

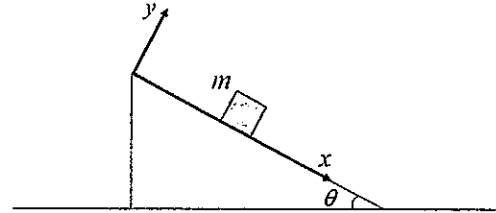
以上

両面印刷

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した。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 $\varphi(t)$ として、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 でおもりを離した瞬間の時刻を $t = 0$ 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 として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り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