

国際環境工学部 理科

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時30分までの120分、配点は物理、化学それぞれ100点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に12ページあり、解答用紙は6枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問 (物理, 配点 35 点)

以下の文章の空欄 ア ～ カ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、空欄 カ は、数式または数値の答えだけでなく、導出過程も分かりやすく記述すること。なお、以下に示す全ての運動において、物体間の摩擦や空気抵抗は無視するものとする。また、重力加速度の大きさは $g [\text{m/s}^2]$ とし、特に指示がない限り、解答に用いてよい記号は g および円周率 π と、のちに定義する m, r のみとする。

- (1) 水平におかれた板に開けられた小さな穴に細くて軽いひもを通し、ひもの両端に質量がそれぞれ $m [\text{kg}]$ および $2m [\text{kg}]$ の小球 A および小球 B を取り付ける。いま、図 1.1 のように、小球 B をつり下げ、小球 A に水平板上で半径 $r [\text{m}]$ の等速円運動をさせたところ、小球 B は一定の高さで静止した。このとき、小球 A の速さは ア $[\text{m/s}]$ 、小球 A の円運動の周期は イ $[\text{s}]$ である。
- (2) 図 1.2 のように、細い中空円筒を鉛直方向に固定し、細くて軽いひもを中空円筒に通して、ひもの両端に質量がそれぞれ $m [\text{kg}]$ および $2m [\text{kg}]$ の小球 A および小球 B を取り付ける。いま、小球 B をつり下げ、小球 A 側のひもを中空円筒の先端から長さ $r [\text{m}]$ だけ出した状態で小球 A を適当な水平面内で等速円運動させたところ、小球 B は一定の高さで静止した。このとき、ひもが鉛直方向となす角を θ とすると、 $\theta =$ ウ $[\text{rad}]$ で、小球 A の速さを v とすると、 $v =$ エ $[\text{m/s}]$ である。
- (3) 以下の解答では、必要に応じて(2)で定義した θ および v を用いてよい。いま、(2)で示した条件で、小球 A が等速円運動し、小球 B が静止している。このときの小球 A の円軌道を含む水平面を面 S と呼ぶこととする。ある瞬間に、小球 A と小球 B をつないでいるひもを切った。切った瞬間の時刻を $t=0 [\text{s}]$ とするとき、 $t>0$ における小球 A の運動エネルギーを t を用いて表すと オ $[\text{J}]$

となる。また、小球 A の運動エネルギーが、 $t=0$ [s] における小球 A の運動エネルギーの 2 倍となるとき、小球 A から見た面 S までの高さは 力 [m] である。

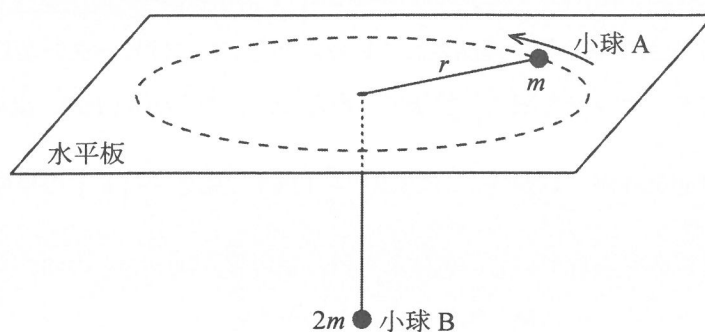


図 1.1

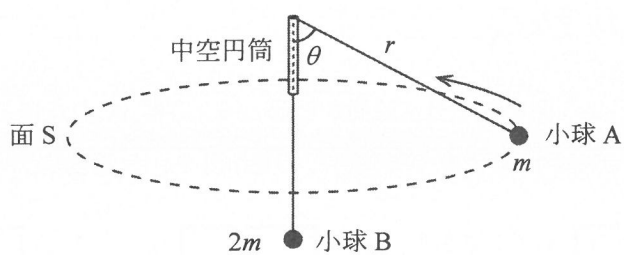


図 1.2

第2問（物理，配点 30 点）

以下の文章の空欄 ～ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し，答えの導出過程は記入しないこと。解答に用いてよい記号は p と V のみとする。

図 2.1 のように，断熱材で囲まれた体積 $2V[\text{m}^3]$ の容器 A と体積 $V[\text{m}^3]$ の容器 B が，コックをもつ細い管で連結されている。容器 B にはヒーターが取り付けられている。はじめ，コックを閉じた状態で，容器 A には圧力 $p[\text{Pa}]$ ，温度 $T[\text{K}]$ の単原子分子理想気体が，容器 B には圧力 $\frac{p}{4}[\text{Pa}]$ ，温度 $\frac{T}{3}[\text{K}]$ の単原子分子理想気体がそれぞれ入れられている。気体と容器，細い管，コックとの熱のやりとりはなく，細い管とヒーターの体積は無視できるものとする。

容器 A の気体のモル数を n_A ，容器 B の気体のモル数を n_B とすると，
 $\frac{n_A}{n_B} =$ である。

次に，ヒーターを使って容器 B の気体の温度を $\frac{2T}{3}[\text{K}]$ に上げた。このとき，容器 B の気体の圧力は $[\text{Pa}]$ となり，内部エネルギーの増加は $[\text{J}]$ となる。

その後，コックを開いて十分に時間が経過して，容器 A の気体と容器 B の気体が完全に混じり合った。混合後の気体の圧力を $p'[\text{Pa}]$ ，温度を $T'[\text{K}]$ とすると，

$\frac{p'}{T'} =$ $\times \frac{p}{T}$ であり， $p' =$ $\times p$ ， $T' =$ $\times T$ となる。

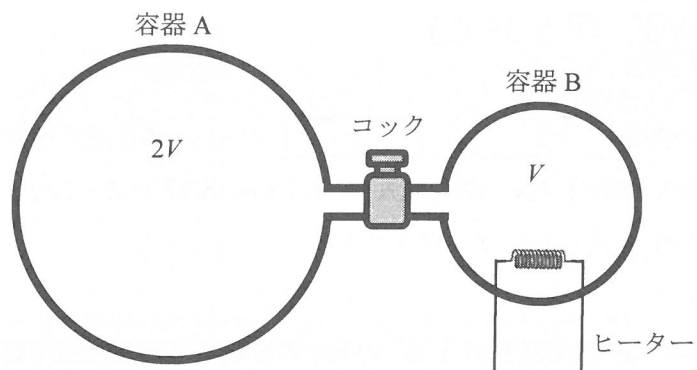


図 2.1

第3問 (物理, 配点 35 点)

以下の文章の空欄 ナ ～ ヒ に入れるのに適する数式を解答箇所
に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。解答に
用いてよい記号は B , l , x_a , v , R のみとする。

図 3.1 のように, xy 平面の $0 \leq x \leq 3l$ [m] の領域に, 紙面に垂直で裏から表に向か
う磁場が存在する。磁束密度は, $0 \leq x < l$ [m] では B [T], $l \leq x \leq 3l$ [m] では $4B$
[T], それ以外の領域では 0 T である。導線で作られた一辺の長さが l [m] の正方形のコ
イル $abcd$ を xy 平面に置き, x 軸の正の向きに一定の速さ v [m/s] で動かした。ただし,
辺 ab は y 軸に平行であり, コイルの抵抗は R [Ω] とする。また, $a \rightarrow b$ の向きの電流
を正とする。

図 3.2 のように, コイルの辺 ab の x 座標 x_a が $0 < x_a < l$ [m] の区間にあるとき, コイ
ルを貫く磁束は ナ [Wb] となり, コイルに流れる電流は ニ [A] と
なる。図 3.3 のように, x_a が $l < x_a < 2l$ [m] の区間にあるとき, コイルを貫く磁束は
 ヌ [Wb] となり, コイルに流れる電流は ネ [A] となる。図 3.4 のよ
うに, x_a が $2l < x_a < 3l$ [m] の区間にあるとき, コイルを貫く磁束は ノ [Wb]
となり, コイルには電流は流れない。図 3.5 のように, x_a が $3l < x_a < 4l$ [m] の区間にある
とき, コイルを貫く磁束は ハ [Wb] となり, コイルに流れる電流は
 ヒ [A] となる。

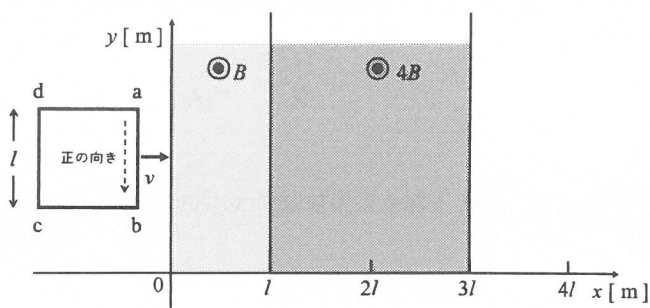


図 3.1

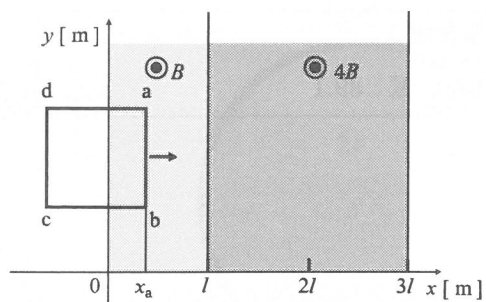


图 3.2

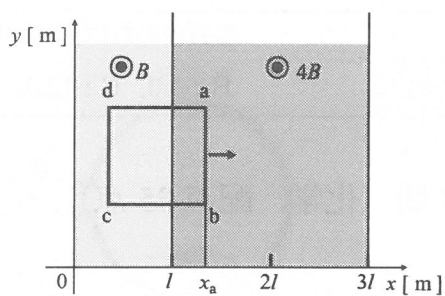


图 3.3

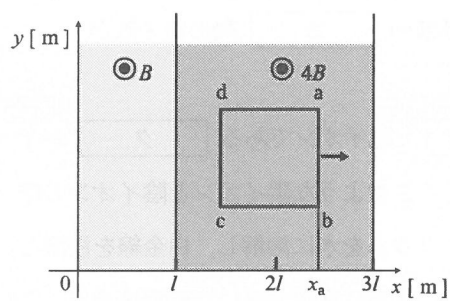


图 3.4

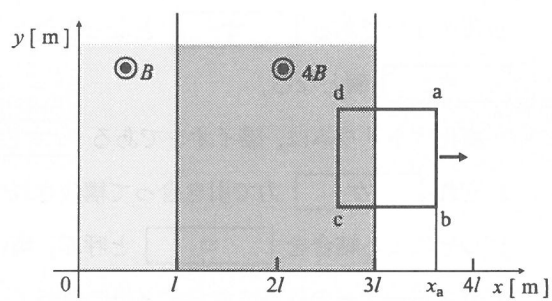


图 3.5

必要があれば、次の原子量を使うこと。

H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, K : 39.1

第4問 (化学, 配点 35 点)

問1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ナトリウムは、元素周期表の第 周期, 原子番号 の元素であり、最外殻である 殻に電子を 個有する原子である。ナトリウム原子が陽イオンである となった場合、最外殻の 殻の電子数が 個となる。

塩化ナトリウムは、陽イオンである と陰イオンである がそれぞれ 力で引き合って構成されている。このような陽イオンと陰イオンの結びつきによる結合を と呼ぶ。塩化ナトリウムを水に溶解し、白金線を浸漬してガスバーナーの外炎にさらすと炎の色が 色に変化する。この反応を と呼ぶ。また、塩化ナトリウム水溶液と硝酸銀 (AgNO_3) 水溶液とを混合すると白色沈殿が生じる。

(1) 文中の ~ に適する語句、化学記号または数字を入れて文章を完成させよ。

(2) イオン化したナトリウムと同じ電子配置の元素またはイオンを次からすべて答えよ。

Ne F^- Cl^- Al^{3+} K^+

(3) 文中の下線で生じた化学反応の化学反応式を答えよ。

問2 図4.1は水、窒素、メタン、アンモニア、二酸化炭素の立体構造を分子モデルで表したものである。以下の問いに答えよ。

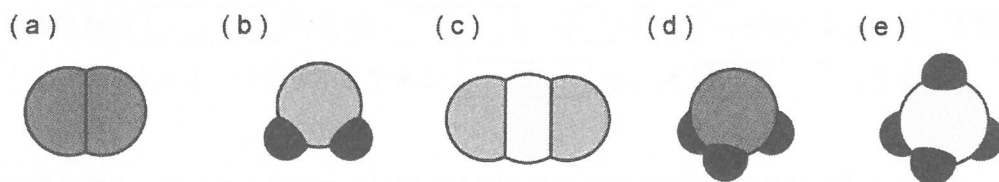


図4.1

(1) (a) ～ (e) はどの化学物質に該当するか答えよ。

(2) (a) ～ (e) の内、極性分子をすべて選び、記号で答えよ。

第5問 (化学, 配点 35 点)

問1 次の文章を読み, , および に適する語句を, および に適する不等号を, 答えよ。

通常, 化学反応が起こると, 反応物および生成物がもつ化学エネルギーの差に相当するエネルギーが熱や光などとして出入りする。一定圧力下において, エネルギーを熱として放出する反応を 反応, 吸収する反応を 反応という。

一定圧力下においては熱の出入りは反応に伴うエンタルピー変化 (ΔH) と等しい。したがって, 反応では ΔH 0 となり, 反応では ΔH 0 となる。

化学反応の反応エンタルピーは, 注目する物質 1 mol あたりのエンタルピーの変化量である。溶解エンタルピーは, 物質を多量の溶媒に溶かしたとき, その物質 1 mol 当たりのエンタルピー変化を指す。また, 中和エンタルピーは, 水溶液中で酸と塩基が中和するとき, 生成する 1 mol あたりのエンタルピー変化である。

問2 次の文章を読み, (1) から (4) に答えよ。

一定圧力に保たれた断熱容器に 0.200 mol/L の硫酸水溶液を 500 mL 入れた。ここに固体の水酸化カリウム 5.61 g を投入し, よくかき混ぜて完全に溶解させた。このときの液温の変化を測定したところ, 温度計の目盛りは水酸化カリウムを加える前より 5.30 °C 上昇して一定になった。混合水溶液から外部への熱の放出はないものとして, 以下の問いに答えよ。ただし, 混合水溶液の比熱は 4.18 J/(g·K), 硫酸水溶液の密度は 1.00 g/cm³ であるとする。また, 水酸化カリウムの溶解エンタルピーは $\Delta H = -54.4$ kJ/mol である。

- (1) 硫酸と水酸化カリウムの中和反応の化学反応式を答えよ。
- (2) 5.61 g の水酸化カリウムの溶解により発生した熱量は何 [kJ] であるか。解答に至る過程を示し, 有効数字 3 桁で答えよ。

- (3) 硫酸と水酸化カリウムの中和反応により発生した熱量は何 [kJ] であるか。解答に至る過程を示し、有効数字 3 桁で答えよ。
- (4) 硫酸と水酸化カリウムの中和エンタルピーは何 [kJ/mol] か。解答に至る過程を示し、有効数字 3 桁で答えよ。

第6問 (化学, 配点 30 点)

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

炭素、水素、酸素だけからなる構造式が分からない化合物 A がある。化合物 A の構造を調べるために、次の (1) ~ (4) の実験を行った。

- (1) 化合物 A 37 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 88 mg、水 45 mg を得た。
- (2) 化合物 A に単体のナトリウムを加えたところ、気体が発生した。この気体は、水素であった。
- (3) 化合物 A に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱したところ化合物 A は酸化され、化合物 B が得られた。化合物 B 以外の化合物は、この反応中には生成されなかった。化合物 B をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えたが、銀の析出は見られなかった。
- (4) ベンゼン 2.0 g に化合物 A 37 mg を溶解した溶液の凝固点は、 4.25°C であった。ただし、ベンゼンの凝固点は 5.53°C 、モル凝固点降下は $5.12\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ である。

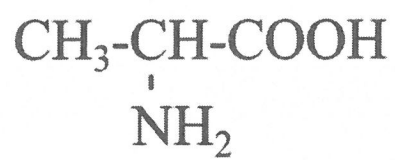
問1 化合物 A の分子式を $\text{C}_l\text{H}_m\text{O}_n$ (l, m, n は整数) として、実験 (1) の反応の化学反応式を l, m, n を用いて答えよ。ただし、化合物 A の係数を 1 とすること。

問2 実験 (1) の結果から、化合物 A の組成式を求めよ。解答に至る過程も示すこと。

問3 化合物 A および化合物 B が持つ酸素原子を含む官能基をそれぞれ答えよ。

問4 化合物 A の分子量を実験 (4) の結果から求めよ。解答に至る過程も示すこと。

問5 化合物 A は不斉炭素原子を持つことが分かっている。次ページの記入例にならって化合物 A の構造式を答えよ。



記入例

2025（令和 7）年度 個別学力検査（一般選抜・前期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

（環境化学工学科 ・ 機械システム工学科
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 生命工学科）

問 題 訂 正

科目名：【 物理 】

訂正内容

第 2 問 3 ページ 上から 10 行目

（誤） 容器 A の気体のモル数を n_A ，容器 B の気体のモル数を n_B とすると，

↓

（正） 容器 A の気体の物質量を n_A [mol]，容器 B の気体の物質量を n_B [mol]
とすると，