

平成 23 年度

前 期 日 程

理 科 (90 分)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
また、別冊の解答用紙についても同じです。
2. 問題は、「物理」が 1 ページから 11 ページまで、「化学」が 12 ページから 22 ページまであります。解答用紙は、「物理」は

前 1

 ,

前 2

 ,

前 3

 の 3 枚、「化学」は

前 4

 ,

前 5

 ,

前 6

 ,

前 7

 の 4 枚からなっています。ページの脱落等に気付いたときは、手をあげて監督者に知らせなさい。「化学」Ⅲの B, C は選択問題です。解答用紙の所定の欄に選択した問題の記号(B または C)を記入すること。記入のあった記号の問題を解答したものとして採点します。
3. 解答は、以下の指示に従い解答用紙の指定された欄に記入しなさい。

第一部志願者

- (ア) 生命・物質工学科, 環境材料工学科, 電気電子工学科, 建築・デザイン工学科を志望するものは、「物理」, 「化学」のうちから 1 科目を選択し, 解答しなさい。
- (イ) 機械工学科, 情報工学科, 都市社会工学科を志望するものは、「物理」を解答しなさい。

第二部志願者

- (ア) 物質工学科, 電気情報工学科を志望するものは、「物理」, 「化学」のうちから 1 科目を選択し, 解答しなさい。
- (イ) 機械工学科, 社会開発工学科を志望するものは、「物理」を解答しなさい。
4. 監督者の指示に従って、選択した科目のすべての解答用紙の該当欄に志望学科名及び受験番号(2 か所)を記入しなさい。
5. 解答用紙の※を付した欄には、何も記入してはいけません。
6. 問題冊子の白紙と余白は、下書きに適宜利用してもよろしい。
7. 試験終了後、この問題冊子及び下書き用紙は持ち帰りなさい。

物 理

注意 問題は I, II, III の 3 題である。

I 図 1 のように曲面と平面で構成された斜面 ABCDEF をもつ台が水平な床の上に固定されている。この台の AB 間の断面は中心を点 O にもつ半径 h (m) の円弧をなし、BC 間の断面は直線状である。CDE 間の断面は中心を点 R にもつ半径 h (m) の円弧をなしている。EF 間の斜面の断面は直線状である。 $\angle AOB$, $\angle CRD$, $\angle DRE$ はいずれも $\frac{\pi}{3}$ rad であり、点 O, 点 C, 点 E はいずれも床から同じ高さにある。 $\angle OBC$, $\angle BCR$, $\angle REF$ は直角である。

斜面 ABCDEF 上での小物体の運動を考える。ただし、ABCDE 間の斜面はなめらかで摩擦が無視できるが、斜面 EF と小物体の間には摩擦力がはたらく。重力加速度の大きさは g (m/s²) である。以下の問 (1) ~ (9) に答えよ。

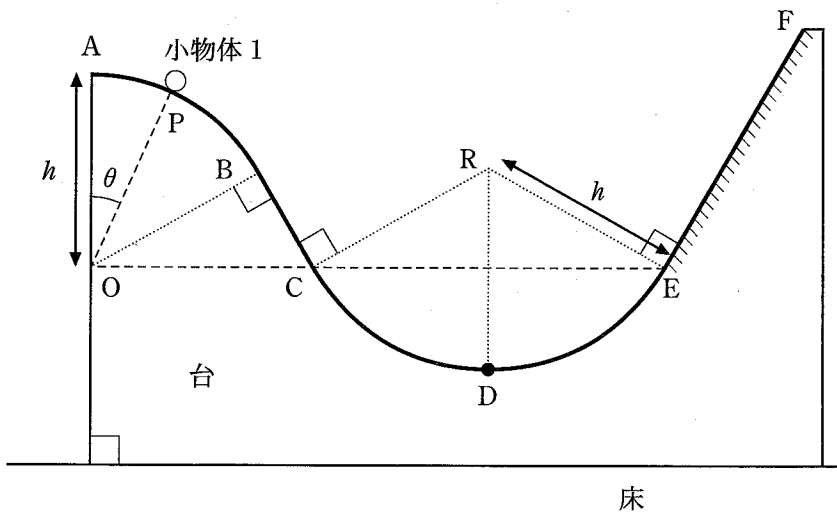


図 1

AB間の斜面上の点Pに質量 m [kg] の小物体 1 を静かに置くと、小物体 1 は初速度 0 で斜面から離れることなく斜面を滑り降りた。

- (1) 小物体 1 が点 B を通過する瞬間の速さを求めよ。ただし、 $\angle AOP$ の値を θ [rad] とする。
- (2) 点 B を通過する直前に小物体 1 が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
- (3) 小物体 1 を置く点 P を点 A に次第に近づけながら同じ実験を繰り返した。すると、点 O を基準としたときの点 P の高さが a [m] よりも高くなると、PB 間で小物体 1 が斜面から離れることがわかった。 a を求めよ。

次に、小物体 1 を点 B に静かに置き、初速度 0 で運動させた。小物体 1 は点 B から滑り始め、点 C、点 D、点 E を通り、斜面 EF を滑り上がり、斜面 EF 上で点 E よりも $\frac{h}{4}$ [m] 高い位置に到達して静止した。

- (4) 小物体 1 が静止するまでの間に小物体 1 に対して動摩擦力のした仕事を求めよ。
- (5) 小物体 1 と斜面 EF の間にはたらく動摩擦力の大きさを示せ。
- (6) 小物体 1 と斜面 EF の間の動摩擦係数の値を求めよ。

Ⅱ 平行板コンデンサーに関する以下の問1, 問2に答えよ。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とし, 指示がある場合には答を導出する過程も答案に示せ。

問1 図1のような, 平行板コンデンサー, スイッチ, 電池をつないだ回路を考える。コンデンサーの極板は, 1辺の長さが L [m] の正方形であり, 極板間隔は d [m] とする。スイッチを閉じたところ, コンデンサーに電気量 Q_1 [C] が充電された。極板の端での電界(電場)の乱れは無視する。

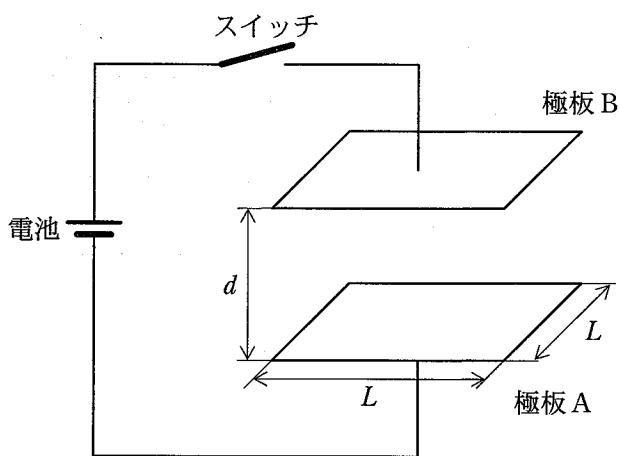


図1

- (1) このコンデンサーの電気容量を求めよ。
- (2) このコンデンサーにたくわえられた静電エネルギーを求めよ。

次に、コンデンサーの極板 A と B の間にはたらく力について考えよう。コンデンサーの極板 A は固定されており、極板 B は極板に垂直方向に動かすことができる。いま、コンデンサーに電気量 Q_1 [C] がたくわえられた状態で、スイッチを開いて、極板 B を微小量 Δd [m] ($\Delta d > 0$) だけ極板間隔が大きくなる方向にゆっくり移動し、固定した。

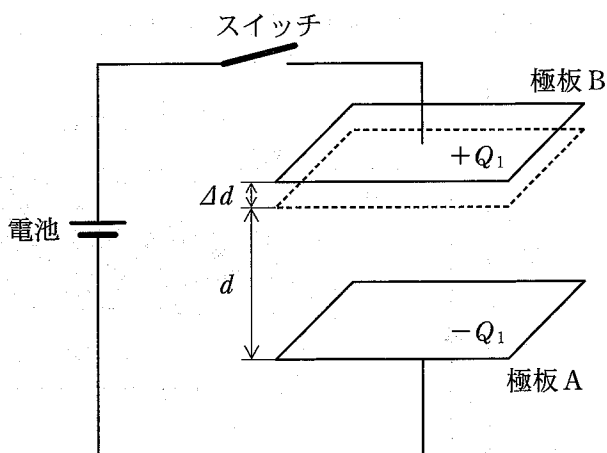


図 2

- (3) 極板 B を移動した後のコンデンサーの静電エネルギーを求めよ。
- (4) 極板 B を移動するのに要した仕事が静電エネルギーの増加に等しいと考えて、極板間隔が d [m] のときに極板 A と B の間にはたらく力の大きさを求めよ。

問 2 図 3 のように、間隔 d [m] で平行に配置された極板 A と B の中央に、厚さ $\frac{d}{3}$ の導体板 C が取り付けられた平行板コンデンサーを考える。コンデンサーの極板および導体板 C は 1 辺の長さが L [m] の正方形とする。スイッチを閉じたところ、コンデンサーには電気量 Q_2 [C] がたくわえられた。極板や導体板の端での電界の乱れは無視する。

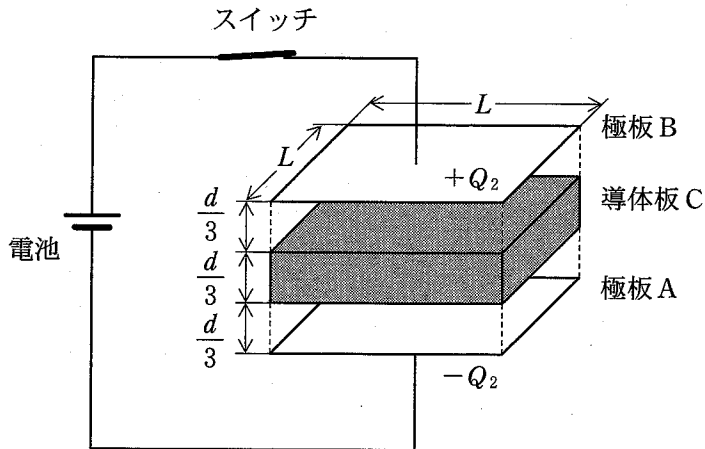


図 3

- (1) このコンデンサーの電気容量を求めよ。
- (2) このコンデンサーにたくわえられた静電エネルギーを求めよ。

図 3 の状態でコンデンサーに電荷がたくわえられた後、スイッチを開いた。この状態で、図 4 (次のページ) のように、導体板 C を極板に平行に距離 x [m] だけ横に静かに移動し、固定した。ただし、 $0 < x < L$ とする。

- (3) 図 4 の状態でのコンデンサーの電気容量を求めよ。答案には導出過程も示せ。
- (4) 図 4 の状態でのコンデンサーにたくわえられた静電エネルギーを求めよ。

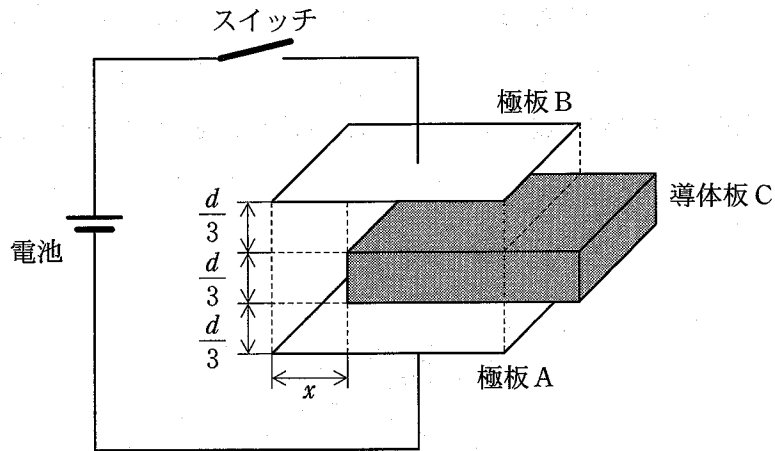


図 4

スイッチが開いた状態で、導体板 C にはたらく横方向の力について考えよう。図 4 のように、導体板 C を位置 x [m] から $x + \Delta x$ [m] に極板に平行に移動し、固定したとする。ここで、 Δx [m] は正の微小量であるとする。

(5) 導体板 C の位置が $x + \Delta x$ [m] のときのコンデンサーの静電エネルギーを求めよ。

(6) 導体板 C を移動するのに要した仕事が静電エネルギーの増加に等しいと考えて、位置 x [m] のときに導体板 C にはたらいっている横方向の力の大きさ F [N] を求めよ。ただし、 F は Δx を用いずに表せ。また、答案には導出過程も示せ。導出過程では、以下の近似式を用いよ。

一般に、 Δx が、ある量 X に比べて十分に小さいとき、以下の近似式が成り立つ。

$$\frac{1}{X - \Delta x} \doteq \frac{1}{X} \left(1 + \frac{\Delta x}{X} \right)$$

- Ⅲ 図1のように、なめらかに上下に動くピストンで密閉された円筒形容器が鉛直に立てられている。容器とピストンは熱を通さない物質でできており、内部に封入された理想気体を断熱状態に保っている。気体定数を $R[\text{J/mol}\cdot\text{K}]$ として、以下の問1～問5に答えよ。

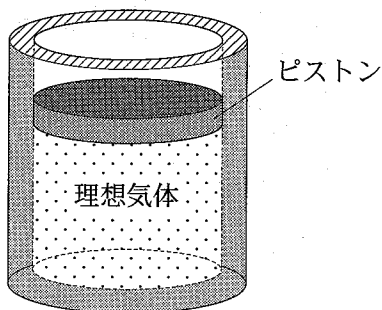


図1

- 問1 この容器内に封入された理想気体の内部エネルギーに関する以下の文章の空欄(a)～(d)にあてはまる式を記せ。また、空欄(e)にあてはまる数値(分数)を記せ。

容器内の理想気体の体積を $V[\text{m}^3]$ とする。この理想気体は、質量 $m[\text{kg}]$ の単原子分子 N 個からなる。図2(次のページ)に示すように、この容器の壁面上の、面積 $\Delta S[\text{m}^2]$ のある微小平面に着目し、 x 軸がこの面に垂直かつ外向きになるように座標軸を選ぶ。いま、容器内の全ての分子が x 軸の正の向きに速度 $v_x[\text{m/s}]$ を持つとすると、微小時間 $\Delta t[\text{s}]$ の間に底面積 ΔS 、高さ $v_x \Delta t$ の柱体内にある (a) 個の分子がこの微小平面に衝突し、大きさ (b) $\times v_x^2$ の力積を与える。実際には容器内の分子はいろいろな速度をもつため、この平面に与えられる力積の大きさは、(b) $\times \overline{v_x^2} \times \frac{1}{2}$ となる。ここで $\overline{v_x^2}$ は v_x^2 の平均値を表す。また、 $\frac{1}{2}$ を乗じたのは x 軸の正の向きと負の向きの速度をもつ分子が同数個あり、正の向きの速度をもつ分子のみが壁面に衝突するためである。分子の速度の向きはばらばらであるから、速度の y 成分および z 成分

をそれぞれ v_y [m/s], v_z [m/s] とすると

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2} \dots\dots\dots ①$$

が成り立つ。ここで、 $\overline{v^2}$ は分子の速度の 2 乗 ($v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$) の平均値を表す。従って、この理想気体が壁面に及ぼす圧力の大きさは m , $\overline{v^2}$, N , V を用いて

$$p = \boxed{\text{(c)}} \dots\dots\dots ②$$

と表される。また、この容器内全体の理想気体の内部エネルギーは m , N , $\overline{v^2}$ を用いて $U = \boxed{\text{(d)}}$ と表される。この理想気体の物質量を n [mol], 温度を T [K] とすると、式②および理想気体の状態方程式を用いることにより、

$$U = \boxed{\text{(e)}} \times nRT \dots\dots\dots ③$$

となることがわかる。

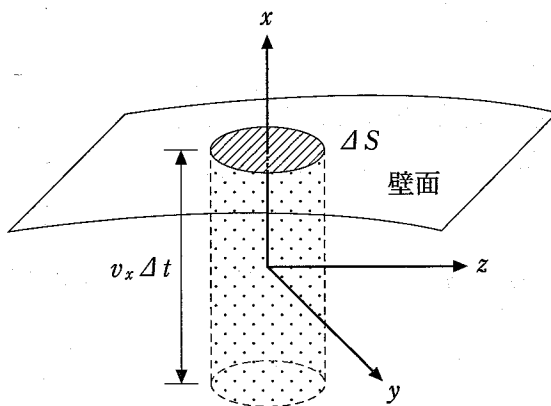


図 2

以下の問では、自由エネルギーの式③(前のページ)を $U = \beta nRT$ として解答せよ。

容器内に封入された n [mol] の理想気体は、初め、体積 V [m³]、圧力 p [Pa]、温度 T [K] の熱平衡状態(状態 I)にあり、ピストンは静止していた。状態 I から、図 3 のようにピストンに鉛直方向の微小な外力を加えて断熱的に気体の体積を $V + \Delta V$ [m³] に変化させると、気体の圧力は $p + \Delta p$ [Pa]、温度は $T + \Delta T$ [K] にそれぞれ変化して新しい熱平衡状態(状態 II)になった。ここで、 ΔV 、 Δp 、 ΔT の大きさは、それぞれ V 、 p 、 T に比べて微小である。このとき、状態 I から状態 II になるまでに気体が外力によってされた仕事は $-p\Delta V$ となる。

問 2 熱平衡状態 I、II における状態方程式により、 ΔT を n 、 R 、 p 、 Δp 、 V 、 ΔV を用いて表せ。ただし、 $\Delta p\Delta V$ の大きさは、 $p\Delta V$ 、 $V\Delta p$ 、 $nR\Delta T$ に比べて十分小さく、無視する。

問 3 熱力学の第一法則と自由エネルギーの式 $U = \beta nRT$ により、 ΔT を β 、 n 、 R 、 p 、 ΔV を用いて表せ。答を導く過程についても説明すること。

問 4 上の問 2、問 3 の結果により、 Δp を β 、 p 、 V 、 ΔV を用いて表せ。

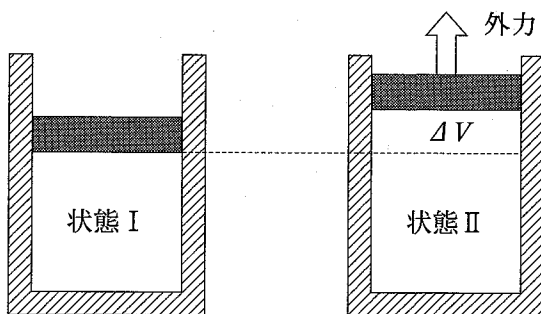


図 3

状態Ⅱから外力を取り去ると、ピストンは鉛直方向に振動を始める。ピストンの質量は M [kg]、容器の底面積は S [m²] で、ピストンと容器の間の摩擦は無視できる。また、このピストンの運動による気体の体積変化は十分小さく、内部の気体は常に熱平衡状態にあるものとする。

問 5 このピストンの振動運動に関する以下の文章の空欄(f)~(h)にあてはまる式を記せ。

図4のように、ピストンの位置が状態Ⅰから鉛直上向きに x [m] のときの気体の圧力を $p + \Delta p$ とする。 Δp の大きさが p に比べて微小であるとき、問4の結果により Δp を β , p , x , S , V を用いて表すと、 $\Delta p =$ (f) となる。この圧力変化 Δp により、ピストンにはたらく力の合力は鉛直上向きを正として $F = kx$ となる。ここで k は β , p , S , V を用いて $k =$ (g) と表される。この力を復元力として、ピストンは単振動運動をすることがわかる。この単振動の角振動数 ω [rad/s] は、 β , p , S , V , M を用いて $\omega =$ (h) と表される。

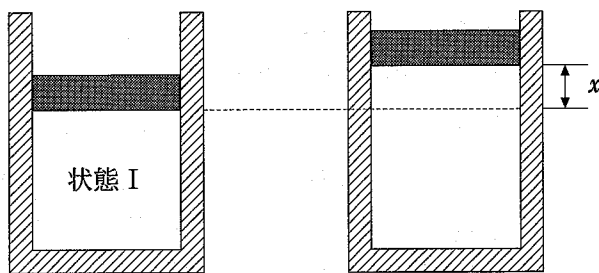


図4

化 学

注 意 問題はⅠ、Ⅱ、Ⅲの3題である。解答に単位が必要なものには単位をつけて記すこと。ⅢのAは全員解答し、ⅢのBとCはどちらか一方を選択して解答すること。また、問題文中の体積の単位記号Lは、リットルを表す。

Ⅰ 次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。なお、問1、問3(1)、(2)以外は解答に至る導出過程を記すこと。必要であれば、下の値を用いよ。

$$\text{気体定数 } R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{7} = 2.64$$

近年、温暖化対策として二酸化炭素削減のためや、化石燃料の枯渇問題から燃料としてバイオエタノールが注目されている。バイオエタノールとは、廃木材、ある種の海草およびサトウキビやトウモロコシなどのバイオマスを微生物の力を借りて発酵させ、それを蒸留して生成されるエタノールのことである。日本では米を発酵させ、日本酒を造っているが、日本酒を製造する過程で、生産工程の管理が悪いと酢(酢酸)が生成することがある。このエタノールと酢酸を縮合させて生じる酢酸エチルは、日本酒の香気成分の1つである。

バイオエタノールは空気中の二酸化炭素を固定したバイオマスから造り出すので、その燃焼によって大気中の二酸化炭素の量を増やさないと考えられている。この点から、エネルギー源としての将来性が期待され、研究が進められている。しかし、原料の分別および発酵して得たエタノールを蒸留して利用可能な純度にするまでに必要なエネルギーが莫大であるため、結果として二酸化炭素発生の増大につながる恐れも指摘されている。

燃料としてエタノールを炭化水素(ガソリン)と比較すると、同一体積での発熱量が小さいという欠点がある。しかし、二酸化炭素の発生量あたりの発熱量で見るとそれほどの差はない。米国ではガソリンとエタノールを混合したガソホールがガソリンの代替燃料として用いられている。ガソリンの成分には様々な炭化水素が含まれているが、ここでは単純化のために炭化水素は枝分かれのないオクタン(C_8H_{18})のみであると考える。

問 1 エタノールとオクタンが完全燃焼するときの化学反応式を記せ。

問 2 エタノール(密度 0.79 g/cm^3 , 燃焼熱 1370 kJ/mol , 分子量 46)とオクタン(密度 0.70 g/cm^3 , 燃焼熱 5500 kJ/mol , 分子量 114)を, (A)それぞれ 1.00 L 燃焼させたときの発熱量(kJ), (B)二酸化炭素 1 mol が発生するときに生じる発熱量(kJ)を求め, 3桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。

問 3 エタノール 2.0 mol とオクタン 4.0 mol を混合したガソールがある。このガソールに酸素 80 mol を加えて完全燃焼させたところすべて気体となった。その気体を塩化カルシウムを詰めた管に通してから, 容器 A に入れた。容器 A 内を冷却して 27°C にしたところ, 圧力は $2.3 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった。ただし, 塩化カルシウムによって燃焼後の混合気体中のある物質は完全に吸収されたものとし, 塩化カルシウム管に吸収された物質以外は, すべて容器 A 内に移ったものとする。

(1) 塩化カルシウムに吸収された物質の化学式を記せ。

(2) 完全燃焼後に残った酸素の物質質量(mol)を求め, 3桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。

(3) 容器 A の容積(m^3)を求め, 3桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。

ただし, 気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。解答に至る導出過程も記すこと。

問 4 温度を 20°C に保ちながら, 濃硫酸を触媒としてエタノール 2.88 mol に酢酸 2.10 mol を加えて反応させ, 酢酸エチルを生成させた。この反応が平衡に達してから, 残った酢酸の物質質量を測定したところ 0.50 mol であった。酢酸とエタノールから酢酸エチルを生成する反応の, この温度における平衡定数の値を求め, 3桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。

問 5 温度を 20°C に保ちながら、濃硫酸を触媒としてエタノール 3.0 mol と酢酸 2.0 mol を反応させた。平衡状態になったときに生じる酢酸エチルの物質量 (mol) を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問 1～問 6 に答えよ。なお、問 3、問 5 以外は解答に至る導出過程を記すこと。必要であれば、下の値を用いよ。

原子量 H : 1.0 C : 12 O : 16 Na : 23 S : 32 Ba : 137

$\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$

希硫酸と希塩酸の混合溶液 X、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合溶液 Y、シュウ酸と酢酸の混合溶液 Z がある。各々の組成を調べるために、以下に示す実験 1～実験 3 を行った。

【実験 1】 混合溶液 X の 50 mL をとり、0.50 mol/L の塩化バリウム水溶液 100 mL を加えていった。最初に加えたときに沈殿が生じたが、途中からは新たな沈殿は生じなかった。ここで生じた沈殿をろ別し、乾燥させてから質量を測定したところ 466 mg であった。ろ液をすべて集めて、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、25 mL を要した。

【実験 2】 混合溶液 Y の 25 mL をとり、フェノールフタレインを指示薬として入れ、0.10 mol/L の塩酸を滴下していったところ、25 mL 加えたところでフェノールフタレインが変色した。その溶液にメチルオレンジを加え、塩酸をさらに滴下していったところ、さらに 35 mL 加えたところでメチルオレンジが変色した。

【実験 3】 混合溶液 Z の 25 mL をとり、硫酸酸性にしてから 0.10 mol/L の過マンガン酸カリウム溶液で滴定したところ、10 mL を要した。また、新たに混合溶液 Z の 25 mL をとり、フェノールフタレインを加えてから 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、80 mL を要した。

問 1 混合溶液 X 中の、希硫酸と希塩酸の濃度 (mol/L) を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。

問 2 最初の混合溶液 X と、塩化バリウム水溶液を加えた後のろ液では、pH の値はいくつ異なるかを求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。ただし、硫酸および塩酸は水溶液中で完全に電離しているものとし、pH の値が大きくなった場合には+を、小さくなった場合には-を付けて記すこと。

問 3 実験 2 において、フェノールフタレインとメチルオレンジは何色から何色に変色したかを記せ。ただし、フェノールフタレインの変色域は 8.3~10.0 であり、炭酸水素ナトリウム水溶液の pH の値は 8.3 以下であるとする。

問 4 25 mL の混合溶液 Y に含まれていた炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの物質量 (mol) を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。

問 5 実験 3 で過マンガン酸カリウム水溶液中での滴定のときに生じる反応を、イオン反応式で記せ。

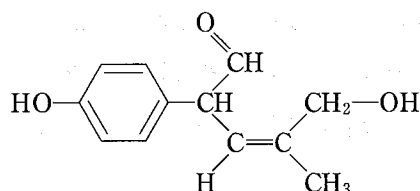
問 6 混合溶液 Z 中の酢酸のモル濃度 (mol/L) を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。

Ⅲ Aについては全員が解答すること。B, Cについてはいずれか一方を選択し、解答用紙の所定の欄に選択した問題の記号(BまたはC)を記入すること。

A 次の文を読み、問1～問6に答えよ。ただし、構造式は下の例にならって記すこと。必要であれば、原子量は下の値を用いよ。

H : 1.0 C : 12 O : 16

[例]



香料にはアルデヒド基やケトン基をもつものがある。アルデヒド基を有する香料としては、マリリン・モンローが付けていたので有名なシャネル No. 5 に含まれる人工合成アルデヒド **A** ($C_{11}H_{20}O$)、カレーの香りの成分であるクミンアルデヒド **B** ($C_{10}H_{12}O$)、ケトン基を有する香料としてはラズベリーの香り成分であるラズベリーケトン **C** ($C_{10}H_{12}O_2$) などがある。

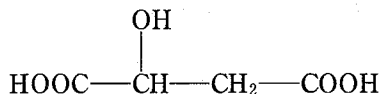
A は脂肪族化合物であり、炭化水素鎖に枝分かれはなく、**A** には不斉炭素原子も存在していない。**A** の炭素—炭素 2 重結合に水素を付加させた化合物においても不斉炭素原子は存在していなかったが、炭素—炭素 2 重結合に臭素を付加させた化合物 **D** においては不斉炭素原子が 1 つ存在していた。

B は二置換体の芳香族化合物であり、触媒存在下でベンゼンとプロペン(プロピレン)を反応させて得られる化合物 **E** のパラ位に置換基がついた構造になっている。**E** はフェノール合成の中間体の 1 つである。

C はパラ二置換体の芳香族化合物である。**C** に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ、呈色した。^(a) また、**C** に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱したところ、独特の臭いのする黄色沈殿が生じた。^(b) **C** には不斉炭素原子は存在していなかった。

- 問 1 A と D の構造式を記せ。光学異性体が存在するものに関しては、不斉炭素原子に「*」をつけて C* のように記すこと。
- 問 2 E の構造式と名称を記せ。
- 問 3 E を原料としてフェノールを合成するときに、副生成物として脂肪族化合物 F が生じる。F の異性体のうち、フェーリング反応を起こさず、金属ナトリウムとも反応しない化合物を全て選び、その構造式を記せ。光学異性体が存在するものに関しては、不斉炭素原子に「*」をつけて C* のように記すこと。
- 問 4 下線部(a)の反応で存在が確認される官能基の名称を記せ。
- 問 5 下線部(b)の化合物の名称を記せ。
- 問 6 C の構造式を記せ。

B 新しい生分解性ポリマーとして、非常に水溶性が高く、様々な置換基を導入するための官能基を有するポリリンゴ酸が注目されている。平均分子量 70000 以上の水溶性ポリマーと薬剤を結合させることにより、薬剤の腎臓からの排出が妨げられ、薬剤の体内滞留時間を延長するとともに薬剤の投与回数を減らすことが可能となる。リンゴ酸(分子量 134)の構造式を下に記す。

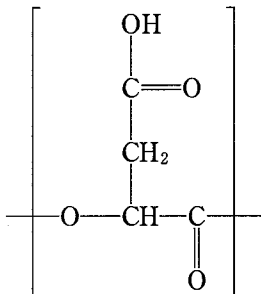


以下の問 1～問 3 に答えよ。ただし、リンゴ酸の縮合において環状化合物の生成、およびポリリンゴ酸の末端に関しては考慮する必要はない。必要であれば、原子量は下の値を用いよ。

H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16

問 1 リンゴ酸 2 分子を縮合させた化合物には、光学異性体を含めて何種類の異性体が存在するかを記せ。

問 2 下の繰り返し単位をもつ平均分子量 60000 の直鎖状のポリリンゴ酸がある。このポリリンゴ酸の重合度(繰り返し単位の数)を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。



問 3 ポリリンゴ酸は高分子量になりにくいいため、ポリリンゴ酸のカルボキシル基に様々なアミノ酸を反応させることにより分子量を大きくすると同時に、生体適合性をあげる試みが行われている。問 2 のポリリンゴ酸にアラニン(分子量 89)を反応させたところ、ポリリンゴ酸のカルボキシル基の一部がアラニンと反応したポリマーが得られた。このポリマーの平均分子量は 80000 であった。ポリリンゴ酸中のカルボキシル基の何%が反応したかを求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。ただし、アラニンどうしの縮合は起こらなかったものとする。

C 次の文章を読み、以下の問1～問3に答えよ。

洗濯用洗剤に酵素が配合されるようになって30年以上になる。配合されている酵素には、 を加水分解するアミラーゼ、タンパク質を加水分解するプロテアーゼ、 を加水分解するリパーゼ、 を加水分解するセルラーゼなどがある。洗剤溶液は弱塩基性を示すが、酵素には最適 が存在しており、弱塩基性ではプロテアーゼやセルラーゼは効率がかかなり低下してしまう。そのため、弱塩基性下でも効率よく働く酵素の開発が進められた。

プロテアーゼはペプチド結合を加水分解する酵素の総称であるが、基質 性にはかなり差がある。酵素フリンは体内のすべての細胞に含まれるプロテアーゼであり、塩基性アミノ酸(リシン、アルギニン)どうしが結合しているペプチド結合しか加水分解しない。消化酵素として働くプロテアーゼは呼吸器や消化管の中しか存在していない。その1つであるキモトリプシンは芳香族アミノ酸のカルボキシル基側のペプチド結合のみを加水分解する。

鳥インフルエンザには弱毒性のものと強毒性のものがあるが、強毒性のものはフリンにより加水分解されて増殖可能な状態になる。フリンはすべての細胞に存在しているため、全身に広がっていくことになる。弱毒性のものは、塩基性アミノ酸が2つ以上連続して結合している箇所はないため、フリンによる加水分解は受けない。よって、呼吸器や消化管の中でしか増殖していかないので、感染しても死に至る可能性は低い。

問1 文中の空欄 ～ に当てはまる適当な語を記せ。

問2 日本とヨーロッパでは洗濯機の温度設定にかなりの差がある。日本の洗濯機は室温かぬるま湯で洗濯する。しかし、イギリスでは木綿の洗濯の場合、洗濯機の温度設定は60℃～95℃になっている。この場合、酵素を配合しても効果がないので、酵素入り洗剤はほとんど販売されていない。酵素配合の効果がない理由を1行で記せ。

問 3 アルギニン(X)2つ, グリシン(Y)2つ, チロシン(Z)2つからなるヘキサペプチドがある。このヘキサペプチドにフリンを作用させた場合, キモトリプシンを作用させた場合のいずれも, アミノ酸1つとペンタペプチド1つが生じた。このヘキサペプチドの組成を例にならって記せ。ただし, ポリペプチド鎖のアミノ基が存在する側(アミノ末端)を左に, カルボキシル基が存在する側(カルボキシル末端)を右に並べて表記すること。

【例】 X—Y—Z

◆ 問題訂正 ◆

前期日程
試験科目：理科（物理）

問題訂正

Ⅱ 問2

7ページ 上から2行目

「図4のように、」を

「図4において、」に訂正する。