

令和 8 年度・個別学力検査

理 科 (前)

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。
2. この冊子は 25 ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
5. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 試験開始後、全科目の解答用紙 4 枚ともに氏名(カタカナ)及び受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。また、氏名(カタカナ)及び受験番号以外の文字、数字などは、絶対に記入してはいけません。

令和 8 年度個別学力検査
医学部 前期日程
理 科 問 題
名古屋市立大学 学生課 (入試)
052-853-8020

許可なしに転載、複製
することを禁じます。

問題訂正

科目名 物理（前期）

物理問題2 6 ページ 下から3行目

(誤) y_R を x と x' で表せ

(正) 点Rのy座標 y_R を x と x' で表せ

令和8年度 名古屋市立大学 個別学力検査等

問題補足

科目名： 物理（前期）

物理問題1 3 ページ、4 ページ共通

ばねは伸び縮みするが、曲がらないものとする。

令和8年度 名古屋市立大学 個別学力検査等

問題訂正

科目名：物理（前期）

物理問題4 11ページ 上から8行目

(誤) ${}^{141}_{56}\text{Be}$

(正) ${}^{141}_{56}\text{Ba}$

理 科 問 題

物 理	問題 1	3 ページ
	” 2	5 ”
	” 3	8 ”
	” 4	11 ”

化 学	問題 1	13 ページ
	” 2	17 ”
	” 3	20 ”
	” 4	23 ”

解 答 用 紙

理科	物理解答用紙	2 枚
理科	化学解答用紙	2 枚

物 理

物理問題 1

図1のように地上($z = 0$)から、距離 d だけ離れた天井に固定された自然長 l_0 の細く軽いばねに、質量 m の小球が吊るされており静止している。この時ばねの長さは l_1 であった。この小球に上向きに力を加え、 l_0 まで縮めた後、静かに手を離すと小球は上下運動を開始した。この時、以下の問いに答えよ。重力加速度を g 、円周率を π とし、小球の大きさやばねの太さや質量、空気抵抗は無視するものとする。また小球は運動中に地上に触れることはない。

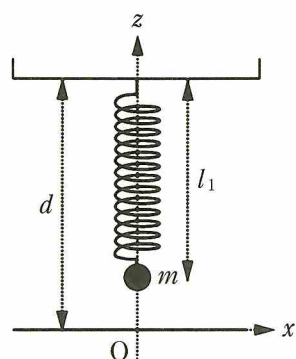


図 1

- (1) a)ばねのばね定数 k と b)小球の上下運動の周期 T_1 を d, m, g, l_0, l_1 のうち必要なものを用いて表せ。 c)小球の重さを $2m$ にした時に周期はどうなるかを説明せよ。
- (2) 小球の上下運動の時の a)ばねの長さの最大値 $l_{\max}$ と b)小球の速さの最大値 $V_{\max}$ を d, m, g, l_0, l_1 のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) 次に小球を掴み、図2のように z 軸と角度 α となるところで手を離すと $x = 0$ の地点をばねの長さ l_2 ($l_2 < d$)、速度 v_0 で通過した。手を離す直前のばねの長さが l_0 で、この運動が $x - z$ 平面上で生じる時、速度 v_0 を $d, m, g, k, l_0, l_2, \alpha$ のうち必要なものを用いて表せ。ただし、 k は(1)で求めたばね定数とする。

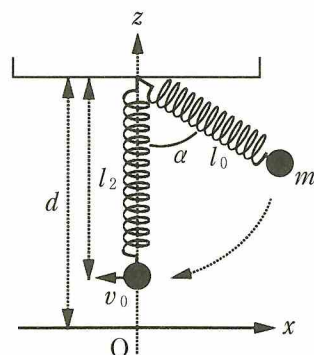


図 2

さらに再び小球を掴んで、 z 軸と角度 β をなし、ばねの長さを l_3 とした状態から、紙面に対し手前向きに力を加えたところ、鉛直方向(z 軸方向)下向きに β の傾きを持って天井から見て時計回りに速度 v_1 で等速円運動を開始した(図 3)。この時のばねの長さは l_3 であった。この時、以下の問いに答えよ。ただし、運動中にばねの長さは l_3 から変化しないものとする。

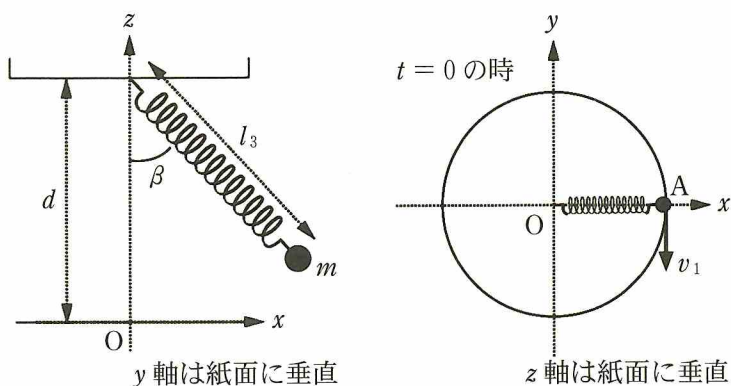


図 3

- (4) l_3 と l_1 , l_0 の関係を示せ。
- (5) この時の a) 速度 v_1 と b) 円運動の周期 T_2 を d , m , g , l_3 , x_3 , k , β のうち必要なものを用いて表せ。ただし、 x_3 はこの状態の時のばねの伸びであり、 k は(1)で求めたばね定数とする。

x , y , z 軸を図 3 のように定義する。小球が図中の点 A ($y = 0$) にあった時、ばねと小球を切り離すと、小球は等速円運動から逸脱し、地上に落ちた。

- (6) a) 小球を切り離してから地面に落ちるまでの時間 t_1 , および b) 落ちた場所 ($z = 0$) の $x - y$ 座標を d , m , g , l_3 , x_3 , k , β のうち必要なものを用いて表せ。

物理問題 2

屈折率が n のプリズム OAB を光が通過する際の屈折について考える。 OA と OB は互いに垂直で、 $\angle OAB$ の角度は α 、 OA の長さは d である (図 1)。 OA の面上の O から x だけ離れた位置 P に波長 λ の光が OA に垂直に入射し、 AB の面の点 Q から入射光の向きに対し角度 β だけ傾いて出射した。プリズムは真空中にあり、真空の屈折率は 1 である。以下の問いに答えよ。

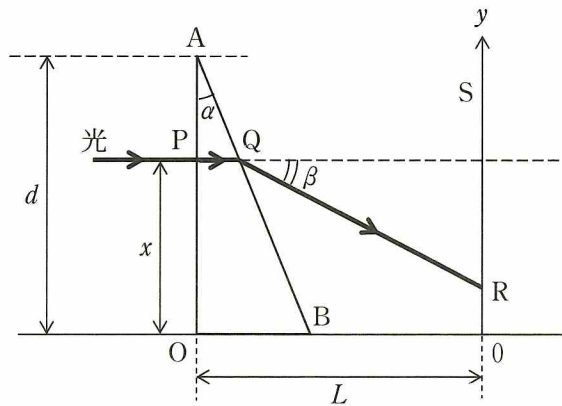


図 1

- (1) P と Q の距離を α , x , d で表せ。
- (2) P と Q の間の光路長 (光学的距離) はいくらか。 α , x , d , n で表せ。

Q から出た光は、右方にあるスクリーン S 上の位置 R に到達した。 S は OA と平行で距離 L の位置にある。スクリーン上に上向きに y 軸を設け、 OB を延長した線とスクリーンの交点を $y = 0$ とする。

- (3) R の位置 y_R を α , β , x , d , L で表せ。
- (4) Q と R の距離は λ の何倍か。 α , β , λ , x , d , L で表せ。

次に、前述のプリズム 2 つが OB の部分でつながった形状のプリズム ABA' への光の入射を考える(図 2)。AA' の中点を O とする。光は AA' 全面に垂直に同じ位相で入射する。AB からの屈折光と A'B からの屈折光が重なる部分では、干渉縞が現れる。図 2 は見やすさのために α や β を大きく描いてあるが、以下では α や β は 1 rad より十分小さく、 $\sin \alpha \doteq \tan \alpha \doteq \alpha$ 、 $\cos \alpha \doteq 1$ の近似(β も同様の式)が成り立ち、 α や β の 2 次以上の項(α と β の積も含む)が無視できるものとする。なお、プリズムの端の効果などによる干渉の乱れは無視するものとする。

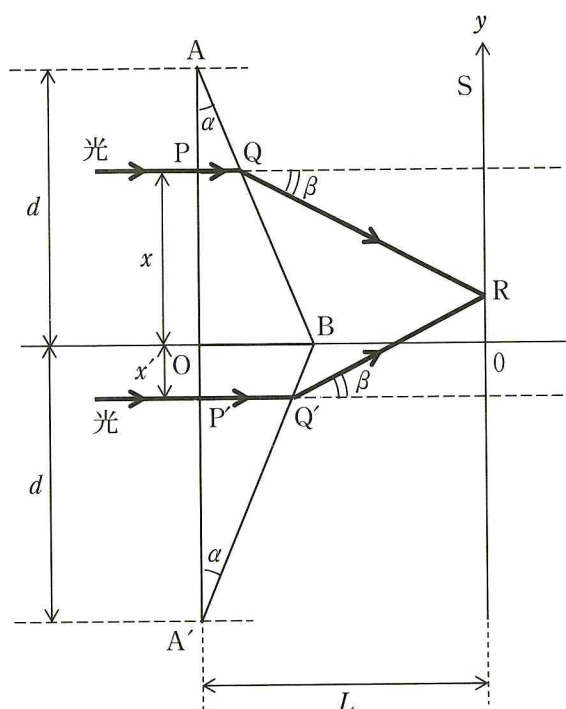


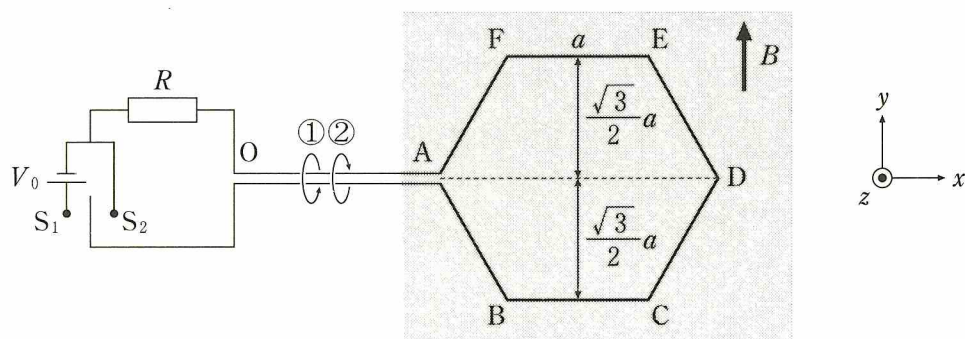
図 2

- (5) β を α と n で表せ。
- (6) O から下方へ x' の位置 P' から入射した波長 λ の光が、P から入射した光とスクリーン上の同じ点 R に到達した。 y_R を x と x' で表せ。
- (7) 経路 $P \rightarrow Q \rightarrow R$ と $P' \rightarrow Q' \rightarrow R$ の光路長(光学的距離)の差を α 、 x 、 x' 、 n で表せ。

- (8) スクリーンの $y = 0$ の点は明るく、スクリーン上には等間隔に明暗の縞模様が現れる。 $y = 0$ の位置から $y > 0$ の向きに数えて m 番目の明るい位置 y_m を a , λ , m , n で表せ。

物理問題 3

図のように一辺の長さ a の正六角形状のコイル，起電力 V_0 の直流電源，抵抗値 R の抵抗，スイッチ S_1 と S_2 からなる回路がある。コイル側と電源・抵抗・スイッチ側は OA 間で 2 本の導線で結ばれており，コイルを含む回路全体は x 軸 (O-A-D を通る軸) の周りに①または②の方向に自由に回転できるようになっている。また，灰色で示した領域内では y 軸正方向に一様な磁束密度 B の磁場がかかっており， z 軸方向 (紙面に垂直な方向) には十分長い距離にわたって分布しているとする。初期状態において，コイル面は図のように xy 平面内にあるものとする。なお，OA 間の 2 本の導線の間隔は十分狭く，コイルの辺 AB，辺 AF の長さは他辺と同じく a とし，回路を構成する素子の質量は無視できるものとする。



図

はじめにスイッチを S_1 に入れ，回路に電流 I を流した場合を考える。コイルの自己インダクタンスは無視できるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) コイルに流れる電流 I を， V_0 と R を用いて表せ。またコイルの BC 間を電流の流れる向きは $B \rightarrow C$ ， $C \rightarrow B$ のいずれか答えよ。

(2) a) スイッチ入力直後の状態(コイル面が図のように xy 平面内にある状態)において、コイルの BC 間を流れる電流が磁場から受ける力の大きさを V_0 , R , B , a から必要なものを用いて表せ。また力の向きを答えよ(「 x 軸正の向き」のような答え方をすること)。b) 同様に、コイルの CD 間を流れる電流が磁場から受ける力の大きさと向きを答えよ。

(3) スイッチ入力後、コイルは磁場による力のモーメントを受けて x 軸の周りに回転を始める。コイルは図の①, ②のいずれの方向に回転を始めるか答えよ。また、スイッチ入力直後にコイル全体に作用する力のモーメントの総和を、 V_0 , R , B , a から必要なものを用いて表せ。ただし、回転軸に対して斜めに傾いている辺 AB, CD, DE, FA については、各辺の midpoint で回転軸周りの力のモーメントが作用するとみなしてよい。

次にスイッチを S_2 に切り替え、コイルに外力を加えて AD 軸の周りに②の方向に一定の角速度 ω ($\omega > 0$) で回転させる場合を考える。時刻 $t = 0$ でコイルの面が xy 平面内にあるとして、以下の問いに答えよ。

(4) 時刻 t においてコイルを貫く磁束 $\Phi(t)$ を求めよ。ただし、磁束の正負はコイルが回転を始めてから半回転するまでは正の値をとるものとする。

(5) 時刻 t においてコイルに生じる誘導起電力 $V(t)$ を求めよ。また、時刻 $t = 0$ においてコイルの BC 間を流れる誘導電流の向きは、 $B \rightarrow C$, $C \rightarrow B$ のいずれか答えよ。

(6) $\Phi(t)$ と $V(t)$ について、 $t = 0$ からコイルが一周するまでの時刻 $t = T$ の間のグラフを図示せよ。なお、グラフ中で $\Phi(t)$, $V(t)$ の最大値・最小値はそれぞれ $\pm \Phi_m$, $\pm V_m$ としてよい。

次にスイッチは S_2 に入力状態のまま、 y 軸に沿う向きの一様磁場を $B_y(t) = B_0 \cos(\Omega t)$ (B_0 は定数、 Ω は正の定数)で周期変化する磁場に切り替え、コイルを再び一定の角速度 ω で回転させた。時刻 $t = 0$ においてコイル面は xy 平面上にあるとする。必要に応じて以下の三角関数の公式を用いてもよい。

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin(\alpha)\cos(\beta) + \cos(\alpha)\sin(\beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos(\alpha)\cos(\beta) - \sin(\alpha)\sin(\beta)$$

$$2\cos(\alpha)\cos(\beta) = \cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)$$

$$2\sin(\alpha)\sin(\beta) = -\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)$$

(7) 時刻 t においてコイルを貫く磁束 $\Phi(t)$ と、そこから微小時間 Δt 経過したときにコイルを貫く磁束 $\Phi(t + \Delta t)$ の変化分 $\Delta\Phi = \Phi(t + \Delta t) - \Phi(t)$ について、 Δt の1次の項まで導出せよ。 $\omega\Delta t \ll 1$ 、 $\Omega\Delta t \ll 1$ とみなし、 $\cos(\omega\Delta t) \doteq 1$ 、 $\cos(\Omega\Delta t) \doteq 1$ 、 $\sin(\omega\Delta t) \doteq \omega\Delta t$ 、 $\sin(\Omega\Delta t) \doteq \Omega\Delta t$ と近似してよい。

(8) コイルに発生する誘導起電力の角周波数が一様磁場の場合のちょうど2倍(すなわち 2ω)となるような Ω はいくらか？

物理問題 4

原子炉の中では重い原子核が中性子を吸収して分裂するとともに、いくつかの中性子を放出する。電気素量を $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、真空中の光速を $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、ボルツマン定数を $k = 1.4 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 、プランク定数を $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ 、中性子の質量を $M = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ として、以下の問いに答えよ。

原子核 $^{235}_{92}\text{U}$ は 1 つの中性子を吸収して分裂する。 $^{235}_{92}\text{U}$ が 2 つの原子核に分裂し、同時に 3 つの中性子を放出する場合を考える。

- (1) 分裂後の一方の原子核が $^{144}_{56}\text{Ba}$ である場合、もう一つの原子核の質量数と陽子数を答えよ。
- (2) この反応では質量が減少し、減少分はエネルギーとして放出される。放出されるエネルギーを $2.0 \times 10^8 \text{ eV}$ として、質量の減少量を有効数字 2 桁で kg 単位で求めよ。

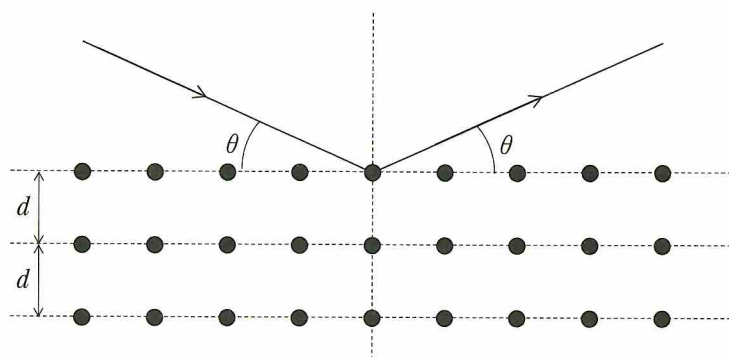
原子炉内の中性子の集団を単原子理想気体とみなす。原子炉の絶対温度を T とする。

- (3) 中性子の運動エネルギーの平均値を M 、 k 、 T のうち必要なものを用いて表せ。
- (4) 原子炉の温度を $T = 374 \text{ K}$ とする。単位を m/s として、中性子の二乗平均速度 $\sqrt{v^2}$ を有効数字 2 桁で求めよ。必要ならば、 $|b| \ll 1$ の場合に成り立つ近似式 $\sqrt{a^2(1+b)} \doteq |a|(1 + \frac{b}{2})$ を用いてよい。

問(4)の二乗平均速度は中性子の平均の速さの目安を表す。以下で考える中性子はこの速さを持つものとする。

- (5) 中性子は電子と同様に波動性を示す。中性子のド・ブロイ波長 λ を M 、 k 、 T 、 h で表せ。
- (6) 単位を m として、波長 λ の値を有効数字 2 桁で求めよ。

原子炉に小さい開口部を設け、そこから問(4)の速さを持つ中性子を取り出した。これを図のように、原子配列面(格子面)間隔 d で積み重なった結晶の格子面に対し θ の角度で中性子を入射した。 θ を 0 から徐々に増やしていくと、 $\theta = \theta_0$ で初めて中性子のブラッグ反射が観測された。



図

- (7) $\sin \theta_0$ を d , λ で表せ。
- (8) 問(6)で求めた λ の値を使って、 θ_0 が 30° の時の d を m 単位で有効数字 2 桁で求めよ。

化 学

化学問題 1

次の文章[I]と[II]を読み、問1～問6に答えよ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、有効数字は2桁とする。

[I] ヘンリーは、一定温度で溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶けると、気体の溶解量は、その気体の分圧に比例することを発見した。これをヘンリーの法則という。表1に各種気体の20℃における水に溶ける物質量を示した。

表 1. 20℃, 分圧 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき, 水 1.0 L に溶ける各気体の物質量

	窒 素	酸 素	二酸化炭素
物質量[mol]	7.1×10^{-4}	1.4×10^{-3}	3.9×10^{-2}

ヘンリーの法則に関する、次の操作1～3を行った。なお、ここで取り扱う気体は理想気体と考え、空気の組成は窒素と酸素以外を含まず、窒素と酸素の体積比は正確に4：1である。水の蒸気圧は無視する。

操作 1. 容量 1.0 L の容器に水 0.50 L を入れ、温度を 293 K (20℃) に保ち、大気圧 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) の空気中に開放状態のままこの容器を置いた。十分な時間をかけて水中への気体の溶解が平衡に達するまで待った。この間、水の蒸発はなかった。

操作 2. 操作 1 で溶解平衡に達した容器を密閉し、温度を 293 K に保ったまま容器内に二酸化炭素を注入した。二酸化炭素の注入は容器内の圧力が $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ になるまで続けた。

操作 3. 再び操作 1 から出発し、溶解平衡が成立した容器を密閉した後、温度を 293 K に保ったまま、 $1.063 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の酸素を容器内に注入した。酸素注入後は溶解平衡が成立するまで待った。

問 1. 操作 2 が完了した後の水に溶けている酸素と二酸化炭素の物質量をそれぞれ求めよ。ただし、二酸化炭素の注入時は溶解平衡が成立しているものとする。

問 2. 操作 3 が完了した後の容器内の圧力 [Pa] が大気圧からどれだけ増加したかを求めよ。また、水に溶けている窒素と酸素の物質量をそれぞれ求めよ。

[II] 実在気体が理想気体からどのくらいずれているかは、気体の状態方程式から導かれる式(1)で表される Z の値が目安になる。

$$Z = \frac{PV}{nRT} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 P は圧力、 V は体積、 n は物質量、 R は気体定数、 T は絶対温度である。 Z の値は、理想気体では圧力や温度に関係なく常に 1 であるが、実在気体では圧力や温度に応じて変化する。表 2 ～ 4 にメタン、エタン、プロパンの 3 種の実在気体について、いくつかの温度と圧力の条件下における Z の値を示した。

表 2. $T = 400 \text{ K}$, $P = 1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ における各実在気体の Z の値

	メタン	エタン	プロパン
Z	0.97	0.72	0.40

表 3. $T = 500 \text{ K}$, $P = 1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ における各実在気体の Z の値

	メタン	エタン	プロパン
Z	1.00	0.89	0.74

表 4. $T = 400 \text{ K}$, $P = 2.4 \times 10^7 \text{ Pa}$ における各実在気体の Z の値

	メタン	エタン	プロパン
Z	1.13	1.00	0.78

表 2 と同じ圧力でより高温の表 3 を比較すると、低温の表 2 の方が Z の値は 1 から大きくずれ、そのずれはプロパンが最も大きく、メタンが最も小さい。また、表 2 と同じ温度でより高压の表 4 を比較すると、表 4 ではエタンの Z の値は理想気体の値と同じである。

理想気体では、あらゆる温度と圧力において気体の状態方程式が成り立つのに対し、実在気体では理想気体の状態方程式が成り立たない。実在気体の状態方程式として、式(2)に示すようなファンデルワールスの状態方程式がある。

$$\left(P' + \frac{n^2 a}{V'^2}\right)(V' - nb) = nRT \quad \dots\dots\dots (2)$$

式(2)において、 P' は実際に測定された実在気体における圧力を、 V' は実在気体が占める体積を表す。定数 a と b はファンデルワールス定数と呼ばれ、各気体固有の値を持つ。表 5 に各種気体のファンデルワールス定数を示した。

表 5. 各種気体のファンデルワールス定数

気 体	分子量	$a [\text{Pa} \cdot \text{L}^2 / \text{mol}^2]$	$b [\text{L} / \text{mol}]$
水 素	2	2.5×10^4	2.7×10^{-2}
アンモニア	17	42×10^4	3.7×10^{-2}
窒 素	28	14×10^4	3.9×10^{-2}
二酸化炭素	44	37×10^4	4.3×10^{-2}

問 3. 下線部(a)について, その理由を 80 字程度で記せ。

問 4. 下線部(b)について, その理由を 65 字程度で記せ。

問 5. 表 5 について,

- (1) 一般に, 気体分子の分子量が小さくなると, a の値が小さくなる傾向がある。しかし, アンモニア分子はこの傾向から外れ, 分子量が小さいにも関わらず大きな値を示す。この理由を 65 字程度で記せ。
- (2) 一般に, 気体分子の分子量が大きくなると, b の値が大きくなる傾向がある。この理由を 60 字程度で記せ。

問 6. 500 K の温度で 0.50 mol のアンモニアを容積が 0.50 L の容器に入れた。
ファンデルワールスの状態方程式を用いて, 容器内の圧力 [Pa] を求めよ。

化学問題 2

次の問 1 と問 2 に答えよ。

問 1 固体の二酸化炭素は ① とよばれ、常圧では直接固体から気体に変化する。この現象を ② という。二酸化炭素分子の形状は ③ 形であり、分子全体としては無極性である。

- (1) 文中の ① ~ ③ に最も適切な語句を入れよ。
- (2) 液体の二酸化炭素を固体にするにはどうすればよいか。2 つ書け。ただし、この液体は状態図において三重点付近にあるものとする。
- (3) 気体の二酸化炭素と窒素の常温での水への溶解度には大きな差がある。その理由を説明せよ。
- (4) n 個の炭素からなる直鎖状飽和炭化水素を完全燃焼させると、二酸化炭素が生成する。以下の(i)と(ii)に答えよ。
- (i) この反応を化学反応式で表せ。
- (ii) 物質はすべて気体状態であるとして、表に示した結合エネルギーの値から、 n 個の炭素からなる直鎖状飽和炭化水素の燃焼エンタルピー (kJ/mol) を求めよ。

表 結合エネルギー

結 合	O—H	C—C	C—H	C=O	O=O
結合エネルギー [kJ/mol]	460	370	410	800	490

問 2 次の(1)と(2)に答えよ。ただし、水溶液はすべて希薄溶液として扱えるものとする。

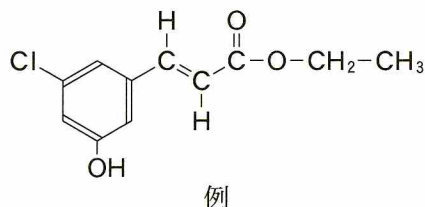
- (1) 質量パーセント濃度が 14.6 % である塩化ナトリウム水溶液 20.0 g に水 400.0 g を加えて得られる水溶液の質量モル濃度 (mol/kg) はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。塩化ナトリウムの式量は 58.4 とする。
- (2) 硝酸バリウムの 30 °C における飽和水溶液 20.0 g に水を加えて 100.0 g にした水溶液の凝固点を測定すると、(1)で得られた水溶液の凝固点と同じであった。30 °C における硝酸バリウムの水への溶解度 (g/水 100 g) はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。ただし、硝酸バリウムは水溶液中では 100 % 電離し、その式量を 260 として計算せよ。

化学問題 3

次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み、問 1 ～問 9 に答えよ。

必要があれば、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$,
 $N = 14$, $O = 16$, $Br = 80$ を用いよ。

構造式は例を参考として記せ。



〔Ⅰ〕 同じ分子式および分子量をもち炭素原子 8 個からなるベンゼンの 2 置換化合物 **A**, **B**, **C** がある。これらの化合物の構造式を決定するために、以下の実験 1 ～ 3 を行った。

実験 1：化合物 **A**, **B**, **C** それぞれを鉄を触媒として臭素と反応させたところ、いずれの化合物から、ベンゼン環の水素原子 2 個が臭素原子に置換された化合物が生成した。得られた臭素置換化合物の分子量は、化合物 **A**, **B**, **C** の分子量の 2.295 倍であった。化合物 **A**, **B**, **C** から生成した臭素置換化合物は、ベンゼン環に結合した 2 個の臭素原子の位置によって 4 つの異性体が存在することがわかった。

実験 2：化合物 **A**, **B**, **C** のエーテル溶液に金属ナトリウムを加えると、化合物 **A** と **C** で水素の発生がみられたが、化合物 **B** では水素の発生はみられなかった。

実験 3：化合物 **A**, **B**, **C** を二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液に入れて加熱し、酸化すると、化合物 **A** だけがアルデヒドになった。^(a)

問 1. 化合物 **A**, **B**, **C** の分子量、ならびに分子式を求めよ。

問 2. 化合物 **A**, **B**, **C** それぞれの構造式を記せ。

問 3. 下線部(a)について、化学反応式を記せ。ただし、全ての有機化合物は構造式で記せ。

[II] 水素原子，炭素原子，窒素原子，酸素原子のみからなる化合物 **D** は，その水溶液が塩基性を示し，イオン化する官能基を1つ持つ。この化合物 **D** をある酵素を用いて加水分解し，化合物 **E** と化合物 **F** を得た。

化合物 **E** は，水素原子，炭素原子，酸素原子のみからなる分子量 150 の化合物であり，その^(b)元素分析の結果は質量百分率で，水素 6.66 %，炭素 40.01 % であった。化合物 **E** は水溶液中で直鎖状構造と環状構造の平衡にあり，これらの直鎖状および環状構造いずれも $-\text{CH}_2\text{OH}$ を1つ有していた。また，直鎖状構造は3つの不斉炭素原子をもつことがわかった。フェーリング液に化合物 **E** を加えて加熱すると赤色の沈殿が生じた。

化合物 **F** の分子式は， $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$ と決定された。化合物 **F** の構造を調べたところ， $-\text{CH}_2\text{OH}$ を1つ，不斉炭素原子を1つもつことがわかった。この化合物の弱酸性水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると，青紫色を呈した。

問 4. 化合物 **E** の分子式を求めよ。

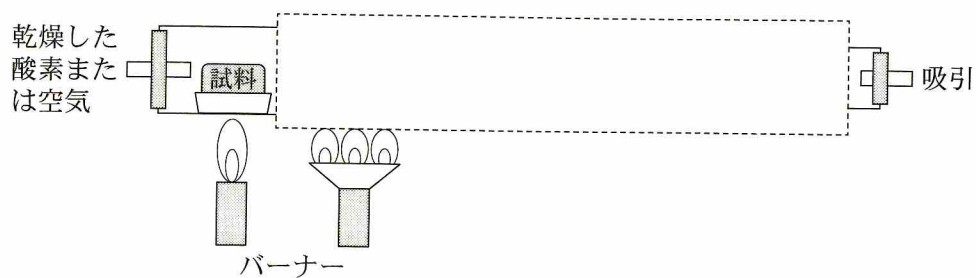
問 5. 化合物 **E** の構造式を環状構造で1つ記せ。

問 6. 化合物 **F** の構造式を記せ。ただし，鏡像異性体は区別しない。

問 7. 化合物 **D** は，化合物 **E** と化合物 **F** とが1つずつ縮合した化合物である。

化合物 **D** は，化合物 **E** と化合物 **F** の，それぞれの官能基とが結びついたものか，結合の名前と共に記せ。

問 8. 下線部(b)について，点線で囲まれた空白部分に必要な装置を描き，使用する試薬も記載せよ。

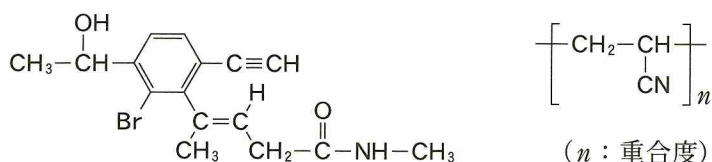


問 9. フェーリング反応について，フェーリング液を構成する 3 種類の試薬を記し，検出される官能基の名称と赤色沈殿の物質名を用いて 60 字程度で説明せよ。

化学問題 4

次の文章を読み、問 1 ～問 7 に答えよ。必要に応じて次の値を使用せよ。原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $N = 14$, $O = 16$, $Na = 23$, $K = 39$, $Br = 80$ とする。構造式は例を参考にして記せ。

例

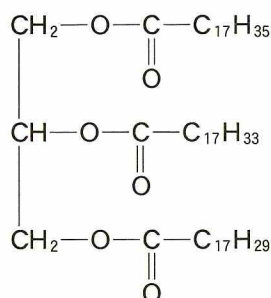


グリセリン $C_3H_5(OH)_3$ のエステルである化合物 **A** を考える。化合物 **A** の分子式は $C_{24}H_{28}O_6$ であり、1 個の不斉炭素原子をもつとする。1.00 mol の化合物 **A** を完全に加水分解すると 1.00 mol のグリセリン、2.00 mol の芳香族化合物 **B**、1.00 mol の脂肪族化合物 **C** が得られた。化合物 **B** と化合物 **C** はいずれも水に溶けにくいが、
 (a) 化合物 **B** と化合物 **C** はいずれも炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体を発生しながら溶けた。 また、化合物 **C** は不斉炭素原子をもつ。3.4 mg の化合物 **B** を完全燃焼させると二酸化炭素 8.7 mg と水 1.9 mg を生じた。化合物 **B** を酸化すると化合物 **D** が得られた。工業的には、化合物 **D** はキシレンの異性体の 1 つを酸化して合成することができる。化合物 **D** と 1,2-エタンジオールとの縮合重合によって合成される高分子化合物 **E** は、衣料などに利用され、比較的反リサイクル技術が進んだ材料でもある。

やし油から得られる 1 価アルコールを濃硫酸と反応させると硫酸水素ドデシルが生成する。
 (b) 生じた硫酸水素ドデシルを水酸化ナトリウムで中和すると硫酸ドデシルナトリウム (SDS) ができる。
 (c) SDS は陰イオン界面活性剤であり、発泡剤として練り歯磨きなどに利用される。

高級脂肪酸とグリセリンのエステルを油脂という。ここで、直鎖の脂肪酸を構成成分とする油脂 X (図) を考える。この油脂は単一成分であり、異性体は混在しないとする。^(d)

図 油脂 X



問 1. 化合物 **A**～**D** の構造式を記せ。

問 2. 下線部(a)について、化合物 **B** と炭酸水素ナトリウムの反応を化学反応式で表せ。ただし、すべての有機化合物は構造式で記すこと。

問 3. 化合物 **B** と同一の分子式をもつ化合物には構造異性体が存在する。次の(i)～(iii)に示す特徴を全てもつ構造異性体として考えられる構造式を1つ記せ。

- (i) 塩化鉄(Ⅲ) FeCl_3 の薄い水溶液を加えると、青紫～赤紫色に呈色する。
- (ii) 熱硬化性樹脂を合成するための単量体であるエピクロロヒドリンと部分的に共通する構造をもつ。
- (iii) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めても銀は析出しない。

問 4. 高分子化合物 **E** について、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 高分子化合物 **E** の構造式を記せ。

(2) 高分子化合物 **E** のリサイクルについて考える。高分子化合物 **E** を分析した結果、直鎖状の高分子化合物 **E** は分子鎖の両端にヒドロキシ基をもつことがわかった。197.7 g の高分子化合物 **E** を完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウムの理論量は 81.6 g であるとき、1,2-エタンジオールは何 g 生成するかを求めよ。ただし、答えは有効数字 3 桁で記せ。

問 5. 下線部(b)および下線部(c)をそれぞれ化学反応式で表せ。

問 6. 水だけではシャボン玉はできないが、SDS やセッケンのような界面活性剤水溶液ではシャボン玉ができる理由を簡潔に説明せよ。ただし、説明には「表面張力」と「表面積」の語句を両方使うこと。

問 7. 下線部(d)について、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 油脂 **X** を完全に加水分解すると 3 種類の脂肪酸が得られた。ここで得られた 3 種類の脂肪酸とグリセリンを混合して完全に縮合させた場合に、生成する油脂の構造式は何種類考えられるか答えよ。ただし、加水分解および縮合に際して構成成分である直鎖の脂肪酸の構造は変化しないものとする。また、幾何異性体や光学異性体を考える必要はない。

(2) 43.8 g の油脂 **X** に対して完全に臭素を付加するために必要な臭素は何 g か求めよ。ただし、答えは有効数字 2 桁で記せ。