早稲田大学　基幹理工学部・創造理工学部・先進理工学部
2023 年度　入試問題の訂正内容

＜基幹理工学部・創造理工学部・先進理工学部　一般選抜＞

【物理】

●問題冊子４ページ：問題文７行目～８行目

（誤）・・・面 c において外部から圧力$\underline{P}$ ＋ ΔPを受け，

面 d において外部から圧力$\underline{P}$を受ける。

（正）・・・面 c において外部から圧力$\underline{\boldsymbol{P_0}}$ ＋ ΔPを受け，

面 d において外部から圧力$\underline{\boldsymbol{P_0}}$を受ける。

採点について

設問を解く上で支障はないものと判断し、採点において特別な措置は講じないことといたします。

以上

早稲田大学　基幹・創造・先進理工学部
2023年度　入試問題の訂正内容

＜基幹・創造・先進理工学部　一般選抜＞

【化学】

●問題冊子２０ページ：設問〔Ⅲ〕　問５

以下の通り補足

化合物Ａの含有率（質量パーセント濃度）を・・・

↓

$$\frac{\text{化合物Aの質量}[\mathrm{g}]}{\text{市販薬の質量}[\mathrm{g}]}\times 100\,[\%]$$

の意味である

以上

早稲田大学 2023年度
一般選抜 基幹・創造・先進理工学部

物 理・化 学
問 題
2023年度

〈R05170017〉

注 意 事 項

1. この問題冊子には、物理および化学の問題が印刷されています。
受験票に記載されている理科解答パターンの問題のみを解答してください。

解答パターン	物　理	化　学	生物（別冊配付）
A	○	○	×
B	○	×	○
C	×	○	○

2. この試験では、解答パターンがAの受験生には、この問題冊子、記述解答用紙およびマーク解答用紙を配付します。解答パターンがBおよびCの受験生には、これらに加え「生物」の問題冊子および記述解答用紙（生物その１、生物その２）を配付します。
3. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないでください。
4. 物理の問題は２～11ページ、化学の問題は14～21ページに記載されています。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損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせてください。
5. 解答はすべて、ＨＢの黒鉛筆またはＨＢのシャープペンシルで記入してください。
6. マーク解答用紙記入上の注意
(1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入してください。
(2) マーク欄にははっきりとマークしてください。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消してください。

マークする時	●良い ◎悪い ◎悪い
マークを消す時	○良い ◎悪い ◎悪い

7. 記述解答用紙記入上の注意
(1) 記述解答用紙の所定欄（２カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入してください。
(2) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合があります。
(3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入してください。

数字見本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

(4) 受験番号は右詰めで記入し、余白が生じる場合でも受験番号の前に「０」を記入しないでください。

(例) 3825番⇒

万	千	百	十	一
	3	8	2	5

8. 解答はすべて所定の解答欄に記入してください。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合があります。
9. 文字や数字は明瞭、かつ丁寧に記入してください。判別できない場合や読めない場合は、採点の対象外となることがあります。
10. 下書きは問題冊子の余白を使用してください。ただし、どのページも切り離さないこと。
11. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにしてください。
12. 問題冊子は持ち帰ってください。
13. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出してください。

物理（マーク解答問題）

〔Ｉ〕 以下の空欄にあてはまるものを各解答群から選び，マーク解答用紙の該当欄にマークせよ。

単位長さあたりの質量がρの，太さを無視できる線状の媒質（以下では「弦」と呼ぶ）を考える。**図1**に示すように，弦は両端においてx方向に加えられた大きさTの外力によって張られているとする。この弦を伝わってx軸の正の向きに一定の速さuで進む単独の波（以下ではこれをパルス波と呼ぶ）を考える。パルス波は波形を保って進むとする。弦の各点はx軸に垂直なy方向にのみ運動でき，重力と空気抵抗は無視できるとする。**図2**には時刻t_0とその後の時刻$t_0+\Delta t$での波の先端部分の拡大図が示されている。時刻t_0および時刻$t_0+\Delta t$での波の先端位置はそれぞれ点Aと点Bにあるとし，AB間の距離はパルス波のx方向の幅に比べて十分に小さいとする。波の先端部分はx軸とのなす角がθの直線で近似できるとする。また，θは正で，十分に小さく，$\tan\theta \fallingdotseq \theta$および$\sin\theta \fallingdotseq \theta$の近似が成り立つとする。ここで，時刻$t_0$においてAB間にあった弦の微小部分（「部分L」と呼ぶ）の運動に注目する。部分Lの質量は $\boxed{(1)}$ である。時刻t_0から時刻$t_0+\Delta t$の間，部分Lには**図2**に示すように両端の2点において弦に沿った方向に大きさTの張力がそれぞれはたらき，これらの合力のy方向の成分は $\boxed{(2)}$ である。したがって，部分Lは，この間，y方向に(2)$\times \Delta t$の力積を受ける。一方，部分Lの各点は時刻$t_0+\Delta t$の直後にy方向に $\boxed{(3)}$ の速度をもつので，Δtの間に部分Lの全体の運動量はy方向に(1)$\times$(3)だけ増えたことになる。ここで，部分Lの運動量変化はその間に部分Lが受けた力積に等しいため，波の速さuは $\boxed{(4)}$ となることが分かる。

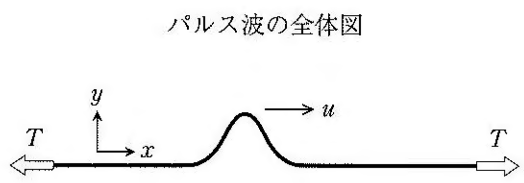


図1

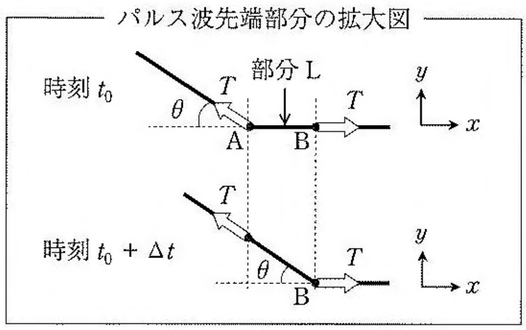


図2

(1)の解答群

a．$\rho\theta$　b．$\dfrac{u\Delta t}{\rho}$　c．$\dfrac{u}{\rho\Delta t}$　d．$\dfrac{\rho u}{\Delta t}$

e．$\rho\theta u\Delta t$　f．$\dfrac{\Delta t}{\rho u}$　g．$\rho u\Delta t$　h．$\dfrac{\rho\Delta t}{u}$

(2)の解答群

a．$2T$　b．T　c．$T(1-\theta)$　d．$2T(1-\theta)$

e．$\dfrac{T}{\theta}$　f．$\dfrac{2T}{\theta}$　g．$2T\theta$　h．$T\theta$

(3)の解答群

a．$u\theta$　b．$2u\theta$　c．$u(1-\theta)$　d．$2u(1-\theta)$

e．$\dfrac{u\theta}{2}$　f．u　g．$\dfrac{u(1-\theta)}{2}$　h．$2u$

(4)の解答群

a．$\sqrt{\dfrac{2T\theta}{\rho}}$　　b．$\sqrt{\dfrac{T\theta}{\rho}}$　　c．$\sqrt{\dfrac{2T}{\rho}}$　　d．$\sqrt{\dfrac{T}{\rho}}$

e．$\sqrt{\dfrac{T\Delta t}{\rho}}$　　f．$\sqrt{\dfrac{\rho}{2T}}$　　g．$\sqrt{\dfrac{\rho}{T}}$　　h．$\sqrt{\dfrac{T}{\rho\Delta t}}$

ここで，**図1**で示したパルス波を，波と同じ速さ u で x 軸の正の向きに進む観測者Xが見たとしよう。観測者Xからはパルス波は静止して見え，弦がパルス波の波形に沿って動いているように見えるであろう。**図3**にはある時刻でのパルス波の頂点付近の拡大図が示されている。頂点領域は半径 r の円弧とみなすことができるとする。パルス波の頂点を通って y 軸と平行な線について対称な位置にある2点をCおよびDとし，円弧CDの中心角を θ とする。θ は正で，十分に小さいとし，$\sin\theta \fallingdotseq \theta$ の近似が成り立つとする。ある時刻にCD間にある弦の微小部分（部分Mとよぶ）の運動を観測者Xが観測すると，観測者Xには部分Mが速さ u で反時計回りに半径 r の等速円運動をしているように見える。部分Mには両端のCとDそれぞれの点において円の接線方向に大きさ T の張力がはたらき，これらの合力によって部分Mには y 方向に大きさ $\boxed{(5)}$ の力が加わり，この力が観測者Xから見たときの部分Mの等速円運動の向心力となる。部分Mの質量は $\boxed{(6)}$ であり，等速円運動における円の中心方向の運動方程式が部分Mに適用できるとすると，部分Mの速さ u は $\boxed{(7)}$ となる。

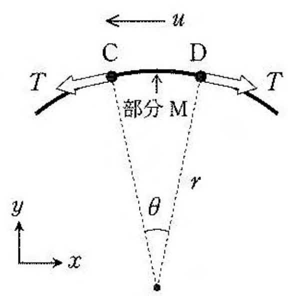


図3

(5)の解答群

a．$\dfrac{T}{\theta}$　　b．$2T\theta$　　c．$2T(1-\theta)$　　d．$T(1-\theta)$

e．$\dfrac{2T}{\theta}$　　f．$T\theta$　　g．T　　h．$2T$

(6)の解答群

a．ρr　　b．$\dfrac{r\theta}{\rho}$　　c．$\dfrac{\rho u}{\theta}$　　d．$\dfrac{\rho\theta}{u}$

e．$\rho r\theta$　　f．$\dfrac{r}{\rho}$　　g．$\dfrac{u}{\rho\theta}$　　h．$\dfrac{\theta}{\rho u}$

(7)の解答群

a．$\sqrt{\dfrac{rT}{\rho}}$　　b．$\sqrt{\dfrac{T\theta}{\rho}}$　　c．$\sqrt{\dfrac{T}{\rho}}$　　d．$\sqrt{\dfrac{\rho}{T}}$

e．$\sqrt{\dfrac{2T}{\rho}}$　　f．$\sqrt{\dfrac{2T\theta}{\rho}}$　　g．$\sqrt{\dfrac{2rT}{\rho}}$　　h．$\sqrt{\dfrac{\rho}{2T}}$

次に，x 軸に平行に置かれた断面積 S の管の中に密度（単位体積あたりの質量）ρ_0 の気体があり，この気体を媒質として伝わる縦波（音波）を考える。**図4**に示すように，x 軸に垂直な2つの面（面aと面b）と管の側面で囲まれた高密度領域（以下では高密度帯Aと呼ぶ）が，幅を保ってパルス波として媒質を伝わって，x 軸の正の向きに一定の速さ v で進んでいるとする。管の中の気体は理想気体とみなせるとし，高密度帯Aの内部では気体の圧力は $P_0+\Delta P$，高密度帯Aの外部では気体の圧力は P_0 に保たれており，ΔP は正で，P_0 に比べて十分に小さいとする。高密度帯Aの外部では気体の密度は ρ_0，温度は T_0 に保たれているものとする。

ここで，**図5**に示すように，高密度帯Aの進行方向の前方にある x 軸に垂直な2つの面（面cと面d）と管の側面で囲まれた微小幅をもつ領域内にある気体の塊（気体塊Bと呼ぶ）を考える。気体塊Bの体積 V_0 は高密度帯Aの体

積に比べて十分に小さいとする。また，高密度帯Aが気体塊Bを通過する時間は十分に短く，高密度帯Aが気体塊Bを通過する間，気体塊Bの内部と外部との間での気体分子の出入りは無視でき，さらに，気体塊Bの内部では気体分子は一様に分布しているとする。ここで，波と同じ速さvでx軸の正の向きに進む観測者Yから見ると，高密度帯Aは静止し，気体塊Bが速度$-v$で高密度帯Aに接近し（**図5**参照），その後，高密度帯Aに進入するように見えるであろう。面cと面dが高密度帯Aの面bにそれぞれ時刻t_0および時刻$t_0+\Delta t$に到着するとし，この間の観測者Yから見た気体塊Bの運動を考察してみよう。面dが高密度帯Aに進入するまで面dのx方向の速度は$-v$であるとすると，Δtは $\boxed{(8)}$ である。時刻t_0から時刻$t_0+\Delta t$までの間，気体塊Bは面cにおいて外部から圧力$P+\Delta P$を受け，面dにおいて外部から圧力Pを受ける。したがって，この間，気体塊Bはx方向に $\boxed{(9)}$ の合力を受け，この力によって気体塊Bのx方向の重心の速度は時間Δtの間に$-v$から$-v+\Delta v$に一定の割合で変化する。よって，時刻t_0から時刻$t_0+\Delta t$までの間に面cは $\boxed{(10)}$ $\times \Delta t$の距離だけx軸の負の向きに移動し，気体塊Bの体積はV_0から$V_0+\Delta V$に変化する。ΔVは $\boxed{(11)}$ $\times V_0$となる。一方，時刻t_0から時刻$t_0+\Delta t$までの間に気体塊Bが受けた(9)$\times \Delta t$の力積は気体塊Bの運動量変化$\rho_0 V_0 \Delta v$に等しい。以上からvは $\boxed{(12)}$ と表され，気体中を伝わる音の速さ（音速）の表式が得られる。

上記の状況（高密度帯Aの外部では気体の密度はρ_0，温度はT_0に保たれている）において高密度帯Aの通過により気体塊Bの体積が変化するときの圧力と体積の間の関係式，および体積変化ΔVの大きさがV_0に比べて十分に小さいという条件を(12)に適用するとv^2は$\alpha P_0/\rho_0$（αは定数）と表される。気体塊Bは理想気体と見なせるとし，気体のモル質量をM，気体定数をRとするとv^2は $\boxed{(13)}$ と表される。ここで，気体中を伝わる縦波（音波）の速さを3.4×10^2 m/s，気体のモル質量を2.9×10^{-2} kg/mol，温度を2.9×10^2 K，気体定数を8.3 J/(K·mol)としてαを求めると，求めた値に最も近い数値は $\boxed{(14)}$ である。

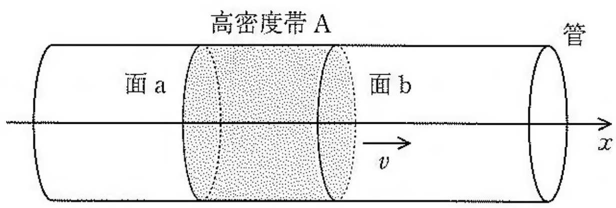


図4

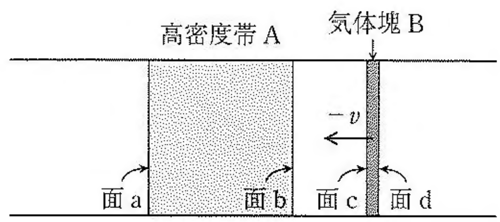


図5

(8)の解答群

a．V_0Sv　　b．$\dfrac{V_0}{Sv}$　　c．$\dfrac{V_0S}{v}$　　d．$\dfrac{Sv}{V_0}$

e．$\dfrac{1}{V_0Sv}$　　f．$\dfrac{v}{V_0S}$　　g．$\dfrac{S^2}{V_0v}$　　h．$\dfrac{S^2v}{V_0}$

(9)の解答群

a．$-\dfrac{\Delta P}{S}$　　b．$(P_0-\Delta P)S$　　c．$(P_0+\Delta P)S$　　d．$-\Delta PS$

e．$\dfrac{\Delta P}{S}$　　f．$\dfrac{P_0-\Delta P}{S}$　　g．$\dfrac{P_0+\Delta P}{S}$　　h．ΔPS

(10)の解答群

a．$v-\dfrac{\Delta v}{2}$　　b．$v+\dfrac{\Delta v}{2}$　　c．$v-\Delta v$　　d．$v+\Delta v$

e．$v-2\Delta v$　　f．$v+2\Delta v$　　g．$2v-\Delta v$　　h．$2v+\Delta v$

(11)の解答群

a． $-\dfrac{\Delta v}{2v}$　b． $\dfrac{\Delta v}{2v}$　c． $-\dfrac{v}{\Delta v}$　d． $\dfrac{\Delta v}{v}$

e． $-\dfrac{2\Delta v}{v}$　f． $\dfrac{2\Delta v}{v}$　g． $-\dfrac{\Delta v}{v}$　h． $\dfrac{v}{\Delta v}$

(12)の解答群

a． $\sqrt{-\dfrac{V_0\Delta P}{\rho_0\Delta V}}$　b． $\sqrt{-\dfrac{V_0\Delta V}{\rho_0\Delta P}}$　c． $\sqrt{-\dfrac{\Delta V}{\Delta P}}$　d． $\sqrt{-\dfrac{\Delta P}{\Delta V}}$

e． $\sqrt{\dfrac{V_0\Delta P}{\rho_0\Delta V}}$　f． $\sqrt{\dfrac{V_0\Delta V}{\rho_0\Delta P}}$　g． $\sqrt{\dfrac{\Delta V}{\Delta P}}$　h． $\sqrt{\dfrac{\Delta P}{\Delta V}}$

(13)の解答群

a． $\dfrac{RT_0}{\alpha M}$　b． $\dfrac{\alpha RT_0}{MV_0}$　c． $\dfrac{\alpha MRT_0}{V_0}$　d． $\dfrac{\alpha RT_0}{M}$

e． $\dfrac{M}{\alpha RT_0}$　f． $\dfrac{MV_0}{\alpha RT_0}$　g． $\dfrac{V_0}{\alpha MRT_0}$　h． αMRT_0

(14)の解答群

a． $\dfrac{1}{2}$　b． $\dfrac{3}{5}$　c． $\dfrac{2}{3}$　d． $\dfrac{5}{7}$　e． 1

f． $\dfrac{7}{5}$　g． $\dfrac{3}{2}$　h． $\dfrac{5}{3}$　i． $\dfrac{5}{2}$　j． $\dfrac{7}{2}$

物理（記述解答問題）

〔Ⅱ〕 以下の問の答を解答用紙の該当欄に記入せよ。

図1のように，水平面に対する上辺の斜面の傾きが角度θの三角形の台の上に，質量を無視できるばねが斜面にそっておかれている。ばね定数をkとする。ばねの片方の端は台に固定され，もう片方の端には質量mの，大きさを無視できる球がついている。この状態で，ばねは自然長からbだけ縮んで静止しており（$b>0$），このときを始状態とする。重力は鉛直下向きにはたらき，重力加速度の大きさをgとする。また台は動かず，球と台の間の摩擦や，空気抵抗は無視できるとする。$0<\theta<\dfrac{\pi}{2}$とする。

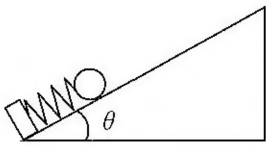


図1

問1　bを，m，g，θ，kの中から適切な記号を用いて表せ。

次に，始状態からばねをaだけ押し縮めて（$a>0$）球を静止させ，瞬間的に手を離したところ，球は斜面にそって振動を開始した。

問2　球が始状態の位置をはじめて通過するときの速さV_bを，m，g，k，aの中から適切な記号を用いて表せ。

問3　始状態での球の位置を0とし，そこからの斜面にそった球の変位をxとする。また，変位がxのときの球の速度をV_xとする。変位xおよび速度V_xは，斜面上向きを正とする。V_xの自乗$V_x{}^2$を，m，x，k，aを用いて表せ。また，$\dfrac{k}{m}=1\mathrm{s}^{-2}$，$a=2\mathrm{m}$とした場合の，$V_x{}^2$と$x$との関係をグラフに記入せよ。

問4　球にはたらく重力の斜面方向の成分をAとする。また，球にはたらくばねの力をBとする。これらの大きさの比を$f=\dfrac{|B|}{|A|}$とする。$b=4\mathrm{m}$，$a=2\mathrm{m}$としたときの，fとxの関係をグラフに記入せよ。

以下の設問で用いられる記号は，新たに定義されるとする。

次に，**図2**のように，$y=ax^2$で表される放物線を，y軸周りに一周させてできるなめらかな曲面を考える（aは正の定数)。この曲面の内側から離れずに運動する質点を考える。重力はy軸の負の向きにはたらくとし，重力加速度の大きさをgとする。曲面と質点の間の摩擦や，空気抵抗は無視できるとする。また，この曲面上で，ある瞬間に質点がy軸までの最短距離rのところに位置しているとき，この質点からy軸までを最短距離rで結んでできる線と，y軸との両方に垂直な方向の質点の速度成分（水平方向の速度成分）の大きさをVとすると，rVは一定に保たれる。なお放物線の性質として，放物線上の点$x=x_1$（$x_1>0$の場合）で接線とx軸とがなす角をϕとすると（$0<\phi<\dfrac{\pi}{2}$），$\tan\phi=2ax_1$で表されることに留意せよ。

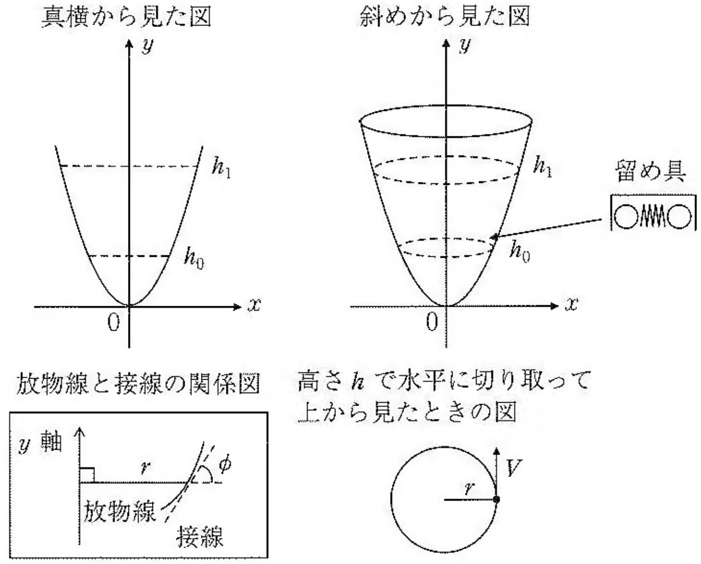


図 2

問 5　自然長より d だけ縮ませた（$d > 0$），ばね定数が k のばねの両端に，大きさを無視できる質量 m の球をそれぞれ配置し，遠隔操作ではずすことの出来る「留め具」で固定する。ばねと留め具の質量および大きさは無視でき，ばねと球と留め具とをあわせた物体は質点とみなすこととする。この物体が高さ $y = h_0$ を保ったままで（$h_0 > 0$），曲面の内側を離れずに速さ V_0 で運動しているとする。このとき，V_0 を h_0，g，m の中から適切な記号を用いて表せ。

問 6　上記の運動を行っている最中に瞬間的に留め具をはずしたところ，ばねは高さ $y = h_0$ を保ったまま瞬間的に伸びて，2つの球がそれぞればねから分離した。ここで，曲面上の $y = h_0$ の高さの点から y 軸までの最短距離を r_0 としたとき，r_0 は十分に大きく，ばねが伸びて球が分離する運動は，分離直前の物体の速度ベクトルの方向にそって直線的に起こるものとする。分離後も，2つの球は曲面から離れないとする。分離直後の2つの球の速度を V_a，V_b としたとき，V_a，V_b を V_0，k，m，d を用いて表せ。ただし，分離直前の物体の運動の向きを正とし，$V_a > V_b$ とする。

以下では，2つの球のうちの，分離直後に速度 V_a をもつほうの球の運動を考える。なお，この後の運動で，もう片方の球とは衝突しないとする。

問 7　分離後，球は曲面の内側から離れずに上昇し，最高点 $y = h_1$ まで到達した。この最高点において球は水平方向の速度成分のみを持っており，その大きさを V_1 とする。h_1 を V_a，g，m の中から適切な記号を用いて表せ。また，V_1 を h_0，g，m の中から適切な記号を用いて表せ。

球が曲面上を運動中に，高さ $y = h$ で y 軸までの最短距離 r に位置し，水平方向に大きさ V の速度成分をもっているときを考える。$h_0 < h < h_1$ とする。この位置で曲面に接する接線 L（このときの球の位置および y 軸とを含む平面 S と，曲面とが交わってできる放物線の接線）と水平面とがなす角を φ とする（$0 < \varphi < \dfrac{\pi}{2}$）。ここで仮に球が，$y$ 軸に垂直な水平面内で y 軸を中心に，この半径 r，速さ V で等速円運動をしているとしたとき，球にはたらいているように見える遠心力の大きさを F_r とする。この F_r に $\cos\varphi$ をかけたものを B とする。ここで，球にはたらく重力の，接線 L 方向の成分の大きさを A とし，これらの比を $f = \dfrac{B}{A}$ とする。また，接線 L 方向の球の速度成分を V_Z とする。なお，球の運動に伴い，平面 S は y 軸の周りを回転するため，平面 S とともに回転している観測者 P には，球に見かけの力がはたらいているように見える。曲面上で球が高さ $y = h$ で y 軸までの最短距離 r に位置しているとき，観測者 P からすると，B は，接線 L にそって上向きに球にはたらく，みかけの力の大きさとみなすことができる。

問 8　球が高さ $y = h$ にあるときの比 f を，h_0，h_1，h を用いて表せ。また，このときの V_Z の自乗 V_Z^2 を，g，H_1，H_2，h を用いて表せ。ただし $H_1 = h - h_0$，$H_2 = h_1 - h$ とする。

問 9　A と B とが等しくなるときの高さ $y = h_2$ を，h_0，h_1 を用いて表せ。また，このときの V_Z の自乗 V_Z^2 を，R，g および a を用いて表せ。ここで，高さ $y = h_1$ に位置しているときの球の y 軸までの最短距離を r_1 とし，高さ $y = h_0$ のときの球の y 軸までの最短距離を r_0 として，その差を $R = r_1 - r_0$ とする。

問10　$h_0 = 1\mathrm{m}$，$V_a = 2V_0$ としたとき，f と h との関係，および $\dfrac{V_Z^2}{2g}$ と h との関係をグラフに記入せよ。

問11　いったん高さ $y = h_1$ まで上昇した球は，地上に静止した別な観測者 Q から見て，その後，どのような運動を行うと考えられるか。運動の様子を簡潔に解答欄に記入せよ。

物理（記述解答問題）

〔Ⅲ〕 以下の問の答を解答用紙の該当欄に記入せよ。

時間変化する電流の近くに閉回路を置くと，誘導起電力により閉回路に電流が流れる。この現象について，２つの例を考えよう。空気の透磁率は μ_0 とする。

例１．２つのコイル

円筒状に巻かれた長さ d のコイル１とコイル２が，**図１**のように重心と軸を一致させて置かれている。コイル１の巻数は N_1，断面積は S_1 で，コイル２の巻数は N_2，断面積は S_2 である（$S_1 < S_2$）。コイルの長さ d はコイルの半径に比べて十分長い。コイル１には抵抗値 R_1 の電気抵抗と可変電源が，コイル２には電気抵抗値 R_2 の豆電球が，それぞれつながっている。コイルと導線の電気抵抗は R_1 と R_2 に比べて十分小さいので無視できる。またコイルを除く回路部分のインダクタンスも無視できるとする。

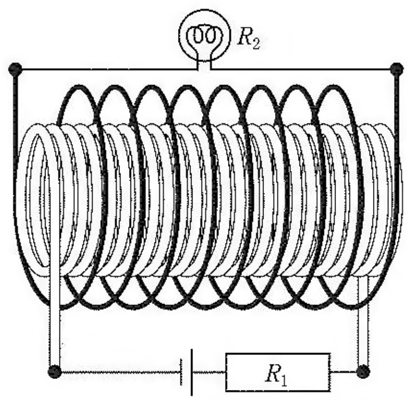


図１

最初，どちらのコイルにも電流は流れていなかった。ある時刻（$t = 0$ とする）で時間に対して一定割合で変化する電圧を加え始め，しばらく経つと，コイル１を流れる電流は比例係数 α で時間に比例して変化するようになり，コイル２を流れる電流は一定となった。以下では，このようになった後の，時刻 t における磁束，電流，電圧，エネルギーを考える。ただし，コイル内部の磁界は一様と見なせる。

問１ 時刻 t のとき，コイル１を流れる電流によって生じる，コイル１およびコイル２を貫く磁束はそれぞれどれだけか。

問２ 時刻 t のとき，コイル２を流れる電流を求めよ。電流の符号は，**図１**で左から見て時計回りに流れるときを正とする。

問３ 時刻 t のとき，コイル１につながっている電源の電圧は $V(t) = \boxed{(1)}\ t + \boxed{(2)}$ と表される。(1) と (2) に入る式をそれぞれ解答欄に記入せよ。(1) も (2) も t を含まず，いずれもゼロでない。

問４ ２つのコイルに蓄えられている（磁界の）エネルギーは，任意の時刻 $t = T_0$ から $t = 2T_0$ までの間にどれだけ増加するか。（$t = T_0$ から $t = 2T_0$ までの間に電源のする仕事は，コイル２の有無によらないことに留意せよ。）

例2．磁界中を回転する金属円筒とその近くにあるコイル

図2のように，内半径A，厚さa，高さcの円筒（$a \ll A$，$c \ll A$）が軸を水平にして置かれている。円筒は電気抵抗率ρの金属でできており，絶縁体の棒を介して回転軸に取り付けられている。円筒の一部をはさむように，幅b（$b \ll A$）の2つの直方体磁石がN極とS極を向かい合わせて固定され，そのすぐ上には豆電球をつないだコイルが，その軸を円筒軸と平行にして置かれている。両側のコイルは豆電球に電流が流れたときに同じ向きの磁界を生じるように配置されている。豆電球の電気抵抗はRで，コイルや導線の電気抵抗はRに比べて十分小さく無視できる。

円筒を回転させて，豆電球を点灯させることを考えよう。問題を解くにあたり，次のように近似する。

- 磁石の向かい合うN極とS極の距離は十分小さいので，磁石にはさまれた狭い空間の磁束密度は一様と見なすことができ，その大きさはBである。一方，磁石にはさまれた空間の外では，磁束密度をゼロと見なす。
- 磁石の幅bおよび円筒の厚さaは円筒半径Aより十分小さいので，円筒の磁石にはさまれた領域は，3辺の長さがそれぞれa，b，cの直方体と見なすことができる。以下では，この磁石にはさまれた直方体領域のことを，「小領域」と呼ぶ。
- 円筒が角速度ωで回転するとき，$a \ll A$であることから，円筒のどの部分の速さも$A\omega$と近似できる。

図2の円筒を，左から見て時計回りに一定の角速度ω_0で回転させた。このとき「小領域」内の自由電子は磁場中を動くことになり，小領域と円筒中心を結んだ方向（動径方向と呼ぶ）に沿って起電力が生じる。これにより，小領域には動径方向に沿った電流が流れ，この電流は円筒の小領域外の部分を回って戻ってくる（渦電流）。円筒全体から「小領域」を除いた残りの部分の電気抵抗は，「小領域」の電気抵抗より十分小さいので，無視してよい。またホール効果も十分小さく無視できるとして，以下に答えよ。

問5　「小領域」に生じる起電力を求めよ。起電力の符号は，円筒中心に近い方が高電位になる場合を正とする。

問6　「小領域」を流れる電流の大きさI_0を求めよ。

問7　磁石があるときに円筒を1回転させるのに必要な仕事は，磁石がないときに比べてどれだけ増加するか。

「小領域」で上記のように電流が流れると，この電流による磁束が円筒およびコイルを貫く。電流が時間変化する場合は磁束も時間変化し，円筒とコイルの両方に電磁誘導による起電力が生じる。これらの起電力の大きさは「小領域」を流れる電流の変化の割合に比例し，比例係数はそれぞれ，円筒の自己インダクタンスL，両者の相互インダクタンスMで与えられる。以下では，**問6**で求めた電流の大きさをI_0，小領域に動径方向の起電力が加わった際の円筒の電気抵抗をr，と表す。

円筒の回転の角速度ωを**図3**のように変化させ，「小領域」を流れる電流を調べた。その結果，角速度の時間変化が不連続に変わる直後の短い時間を除き，$0 < t < 2T$の時間帯［Ⅰ］と$4T < t < 5T$の時間帯［Ⅱ］において，「小領域」を流れる電流はいずれも時間tの一次関数となり，時間帯［Ⅰ］では $\boxed{(3)}\, t + \boxed{(4)}$，時間帯［Ⅱ］では $\boxed{(5)}\, t + \boxed{(6)}$ という式で表された。（$2T < t < 4T$の時間帯は，**問5**から**問7**の状況に対応する。）

問8　(3)から(6)に入る式を，I_0，T，r，R，L，Mの中から必要な記号を使って表せ。電流の符号は，電流が円筒中心に向かうときを正とする。(3)から(6)に入る式はいずれもゼロではない。

問9　時間帯［Ⅰ］と［Ⅱ］のそれぞれにおいてコイルに流れる電流を，I_0，T，r，R，L，Mの中から必要な記号を使って表せ。電流の符号は，**図2**でコイルを左からみて電流が時計回りに流れるときを正とする。

問10　豆電球で単位時間あたりに消費されるエネルギーと豆電球の明るさが比例する場合，時間帯［Ⅱ］での豆電球の明るさは，時間帯［Ⅰ］での明るさの何倍か。

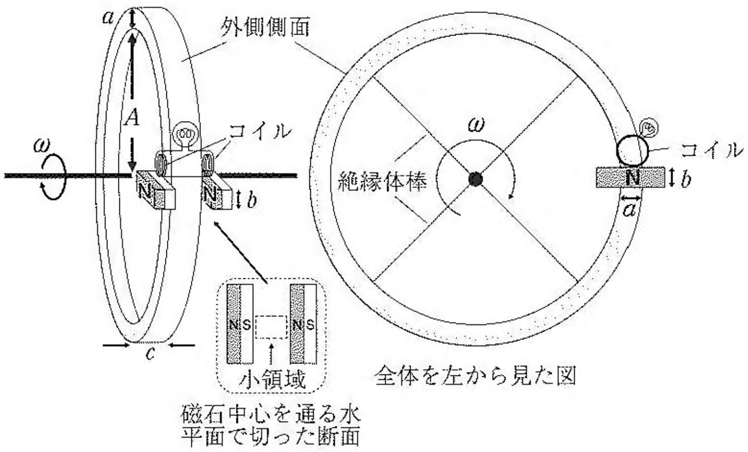


図2

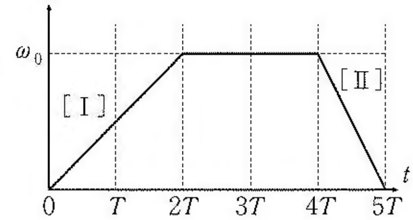


図3

必要ならば，以下の数値を用いなさい。
$H = 1.0$，$C = 12.0$，$N = 14.0$，$O = 16.0$，$Si = 28.1$，$K = 39.1$
気体定数：8.31×10^3 Pa・L/(mol・K)
アボガドロ定数：6.02×10^{23} /mol
ファラデー定数：9.65×10^4 C/mol

化学（マーク解答問題）

〔Ｉ〕 つぎの（1）～（10）の文中，（　A　），（　B　），（　C　）にもっとも適合するものを，それぞれA群，B群，C群の（ア）～（オ）から選び，マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

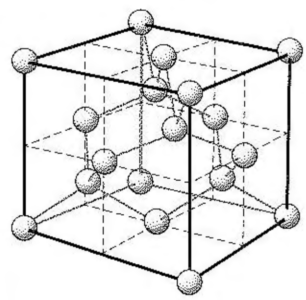
（1） 第3周期元素のナトリウム，マグネシウム，アルミニウム，ケイ素，リン，硫黄では，原子番号が大きくなるほど（　A　）。これらの元素のうち，単体の固体中に共有結合が含まれるものは（　B　）個ある。これらの元素の酸化物 Na_2O，MgO，Al_2O_3，SiO_2，P_4O_{10}，SO_3 のうち，酸と反応するものは（　C　）個ある。

A：（ア） イオン化エネルギーが小さくなる　（イ） 電子親和力が小さくなる
（ウ） 原子半径が小さくなる　（エ） 単体の融点が低くなる
（オ） 電気陰性度が小さくなる
B：（ア） 2　（イ） 3　（ウ） 4　（エ） 5　（オ） 6
C：（ア） 2　（イ） 3　（ウ） 4　（エ） 5　（オ） 6

（2） 原子核に含まれる（　A　）を原子番号という。一般に原子番号が大きくなると原子量も大きくなるが，アルゴンとカリウムでは，原子量の順が逆転している。これは，アルゴンとカリウムの（　B　）のうち，^{40}Ar と ^{39}K の存在比がもっとも多いためである。^{40}Ar はおもに ^{40}K の（　C　）に変化して生成される。

A：（ア） 陽子の数　（イ） 中性子の数　（ウ） 陽子と中性子の合計数
（エ） 陽子の質量　（オ） 中性子の質量
B：（ア） 純物質　（イ） 同素体　（ウ） 化合物　（エ） 単体　（オ） 同位体
C：（ア） 陽子1個が中性子1個　（イ） 中性子1個が電子1個　（ウ） 電子1個が陽子1個
（エ） 中性子1個が陽子1個　（オ） 陽子1個が電子1個

（3） ケイ素の結晶はダイヤモンドと同じ結晶構造をしており，右図に示す単位格子中には（　A　）個のケイ素原子が含まれている。単位格子の一辺の長さが 5.40×10^{-8} cm であるとき，ケイ素の結晶の密度は（　B　）g/cm^3 となる。結晶中では最近接のケイ素原子は互いに接していると仮定すると，ケイ素原子の半径は（　C　）$\times 10^{-8}$ cm となる。



A：（ア） 5　（イ） 8　（ウ） 9　（エ） 12　（オ） 18
B：（ア） 1.36　（イ） 1.48　（ウ） 2.37　（エ） 2.67　（オ） 3.56
C：（ア） 1.17　（イ） 1.91　（ウ） 2.34　（エ） 2.70　（オ） 3.82

（4） ジエチルエーテルの沸点は34℃であり，0℃における蒸気圧は2.5×10^4 Paである。ジエチルエーテル0.40 molと窒素0.60 molの混合気体を体積可変の容器に入れ，40℃，1.0×10^5 Paに保ったとき，ジエチルエーテルの分圧は（ A ）Paである。つぎに圧力を変えずに0℃まで冷却すると，混合気体に含まれるジエチルエーテルの物質量は（ B ）molとなり，混合気体の体積は（ C ）Lとなる。ただし，混合気体は理想気体とみなす。

A：（ア） 1.5×10^4　（イ） 2.0×10^4　（ウ） 2.5×10^4
　（エ） 4.0×10^4　（オ） 6.0×10^4

B：（ア） 0.10　（イ） 0.15　（ウ） 0.20　（エ） 0.25　（オ） 0.40

C：（ア） 1.8×10^{-2}　（イ） 2.3×10^{-2}　（ウ） 2.3
　（エ） 18　（オ） 26

（5） 強酸と強塩基の希薄溶液どうしでは，酸と塩基の種類に関係なく（ A ）熱の値は一定で56.5 kJ/molである。水の電離は（ A ）反応の逆である。電離平衡

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

の状態において，水の電離はごくわずかなので，水の濃度 $[H_2O]$ は一定と考えて，水のイオン積 K_W を次式のように表す。

$$K_W = [H^+][OH^-]$$

25℃において K_W の値は $1.0 \times 10^{-14} (mol/L)^2$ であり，中性の水では，

$$[H^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7}\ mol/L$$

となる。これより水素イオン指数は，

$$pH = -\log_{10}[H^+] = 7$$

となる。20℃と50℃における中性の水の水素イオン指数は，それぞれ（ B ）となる。これは，（ C ）ためである。

A：（ア） 蒸発　（イ） 中和　（ウ） 燃焼　（エ） 融解　（オ） 溶解

B：（ア） pH = 7（20℃），pH = 7（50℃）　（イ） pH < 7（20℃），pH < 7（50℃）
　（ウ） pH > 7（20℃），pH > 7（50℃）　（エ） pH < 7（20℃），pH > 7（50℃）
　（オ） pH > 7（20℃），pH < 7（50℃）

C：（ア） 水の電離は温度の影響を受けない
　（イ） 水の電離は吸熱反応なので，平衡は高温ほど右に移動する
　（ウ） 水の電離は吸熱反応なので，平衡は高温ほど左に移動する
　（エ） 水の電離は発熱反応なので，平衡は高温ほど右に移動する
　（オ） 水の電離は発熱反応なので，平衡は高温ほど左に移動する

（6） 塩素原子1個を含むオキソ酸は（　A　）種類ある。そのうち，酸としてもっとも強いオキソ酸は，1分子あたり酸素原子を（　B　）個含む。塩素を水に溶かすと生じるオキソ酸において，塩素の酸化数は（　C　）である。

A：（ア） 1　（イ） 2　（ウ） 3　（エ） 4　（オ） 5
B：（ア） 1　（イ） 2　（ウ） 3　（エ） 4　（オ） 5
C：（ア） −1　（イ） +1　（ウ） +3　（エ） +5　（オ） +7

（7） 分子量が（　A　）である油脂427 gに水酸化カリウム水溶液を加えて加熱し完全にけん化すると，パルミチン酸（$C_{16}H_{32}O_2$）とリノール酸（$C_{18}H_{32}O_2$）のカリウム塩と（　B　）が生じた。このとき必要な水酸化カリウムは1.50 molであった。この油脂427 gに水素を反応させ，飽和脂肪酸のみからなる油脂を得た。反応した水素の物質量は（　C　）molである。

A：（ア） 166　（イ） 332　（ウ） 664　（エ） 854　（オ） 996
B：（ア） アセトン　（イ） 2−プロパノール　（ウ） ジメチルエーテル
（エ） 硝酸　（オ） グリセリン
C：（ア） 0.500　（イ） 1.00　（ウ） 2.00　（エ） 4.00　（オ） 5.00

（8） 以下の4個の化合物のうち，赤褐色の臭素水が脱色されるのは（　A　）個ある。酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて熱すると，アセトンが生じるのは（　B　）個ある。アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて熱すると反応するのは（　C　）個ある。

$(CH_3)_2C=CHCH_3$	$(CH_3)_2C=CH_2$	$CH_3CH_2C\equiv CCH_3$	CH_3CH_2CHO

A：（ア） 0　（イ） 1　（ウ） 2　（エ） 3　（オ） 4
B：（ア） 0　（イ） 1　（ウ） 2　（エ） 3　（オ） 4
C：（ア） 0　（イ） 1　（ウ） 2　（エ） 3　（オ） 4

（9） 粘土を水に分散したり，（　A　）と，疎水コロイドが得られる。疎水コロイドに少量の電解質を加えると沈殿が生じる現象を（　B　）という。粘土のコロイド粒子は，電気泳動で陽極側に移動する。このことから（　B　）により粘土を含む泥水の濁りをもっとも少ない物質量で除くことができる電解質は，塩化ナトリウム，臭化カリウム，塩化マグネシウム，硫酸ナトリウム，硫酸アルミニウムのうち（　C　）である。

A：（ア） 石けんを水に溶かす
（イ） 卵白を水に溶かす
（ウ） デンプンをお湯に溶かす
（エ） 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰水中に滴下する
（オ） 硝酸銀水溶液に過剰量のアンモニア水溶液を加える
B：（ア） 凝析　（イ） 透析　（ウ） 塩析
（エ） 電気泳動　（オ） チンダル現象
C：（ア） 塩化ナトリウム　（イ） 臭化カリウム　（ウ） 塩化マグネシウム
（エ） 硫酸ナトリウム　（オ） 硫酸アルミニウム

(10)　α-アミノ酸の名称（略号）を以下に示す。

グリシン（Gly），アラニン（Ala），フェニルアラニン（Phe），セリン（Ser），システイン（Cys），チロシン（Tyr），トリプトファン（Trp），アスパラギン酸（Asp），グルタミン酸（Glu），リシン（Lys），メチオニン（Met）

3個のアミノ酸からなる直鎖状のペプチドと，4個のアミノ酸からなる直鎖状のペプチドの端と端がつながった環状構造のペプチドを以下に示す。

Cys－Gly－Met　　Tyr－Lys－Ala　　Phe－Ser－Gly　　Glu－Lys－Asp　　Cys－Asp－Glu

```
Lys－Gly      Phe－Asp
 |    |        |    |
Ala－Trp      Glu－Ser
```

これらのペプチドの中で，水酸化ナトリウムを加えて加熱した後，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿が生じるものは（　A　）個ある。濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり，冷却後にアンモニア水を加えると橙黄色に呈色するものは（　B　）個ある。ニンヒドリン試薬を加えて加熱すると赤紫色に呈色するものは（　C　）個ある。

A：（ア）1　（イ）2　（ウ）3　（エ）4　（オ）5
B：（ア）1　（イ）2　（ウ）3　（エ）4　（オ）5
C：（ア）3　（イ）4　（ウ）5　（エ）6　（オ）7

化学（マーク・記述解答問題）

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで，**問1**，**問2**，**問8**，**問9**の答をマーク解答用紙の該当欄にマークし，その他の答を記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。

先生：今回は，水素について考えてみます。まず，水素について知っていることを述べなさい。

W君：水素は宇宙にもっとも多く存在する元素で，地球上でも(問1)さまざまな物質中に化合物として含まれています。ただ，単体としてはほとんど存在していません。

先生：それでは水素の単体はどのように得られるのでしょうか。

W君：(問2)実験室での製法に加えて，工業的にはニッケルを触媒として(問3)石油や天然ガスから製造されています。また，(問4)イオン交換膜を用いた食塩水の電気分解による水酸化ナトリウムの工業的製法でも，水素が副生物として得られています。

先生：エネルギー源として水素が注目されていますが，なぜでしょうか。

W君：水素は燃焼させても温室効果ガスのほとんどを占める二酸化炭素を出さないためだと思います。

先生：その通りです。実際，(問5)都市ガスへの混合や(問6)製鉄業における水素の利用も検討されています。ただ，化石燃料から水素を製造したのでは，結果的には二酸化炭素の排出は避けられません。そのため，太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーから得た電気エネルギーを使って水の電気分解により水素を得ることが望ましいわけです。

W君：(問7)家庭用の燃料電池システムは，ガス管から送られてくるメタンなどから水素を製造して，それで電気エネルギーを作るそうですね。また，(問8)燃料電池自動車では水素を高圧タンクに充填しているとも聞きました。

先生：水素は常温常圧で気体なので，(問9)水素を高密度に貯蔵し，安全に輸送する技術が欠かせません。
クリーンな水素エネルギーの利用拡大には，さらなる科学技術の進歩が必要です。

問1 試料に水素が含まれることを確認する方法として，もっとも適切なものをつぎの（**ア**）～（**カ**）から一つ選び，マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

（**ア**） 試料を加熱した銅線に付着させ，ガスバーナーの外炎に入れて青緑色の炎色反応を観察する。
（**イ**） 試料に水酸化ナトリウムを加えて加熱し，発生した気体に水で湿らせたリトマス紙を接触させて赤から青への色の変化を観察する。
（**ウ**） 試料を完全燃焼させ，発生した気体を石灰水に通じて白く濁ることを観察する。
（**エ**） 試料を水に溶かし，硝酸銀水溶液を滴下して白色沈殿の生成を観察する。
（**オ**） 試料に水酸化ナトリウムを加えて加熱し，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えて黒色沈殿の生成を観察する。
（**カ**） 試料を完全燃焼させ，発生した気体に塩化コバルト紙を接触させて青から赤への色の変化を観察する。

問2 実験室で水素を発生させ捕集する方法として適切なものをつぎの（**ア**）～（**カ**）からすべて選び，マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

（**ア**） 酸化マンガン(Ⅳ)に過酸化水素水を加え，発生した気体を水上置換で捕集する。
（**イ**） 亜鉛に希硫酸を加え，発生した気体を水上置換で捕集する。
（**ウ**） 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱し，発生した気体を上方置換で捕集する。
（**エ**） 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加え，発生した気体を下方置換で捕集する。
（**オ**） 銅に希硝酸を加え，発生した気体を水上置換で捕集する。
（**カ**） カルシウムに水を加え，発生した気体を水上置換で捕集する。

問3　工業的には，水素はメタンを含む炭化水素と水蒸気の反応により製造される。この反応は，一般的な炭化水素の分子式を C_mH_n としたとき，以下のような化学反応式で表される。空欄①〜③に入る係数を m，n の記号を用いて答えなさい。また，④，⑤に入る化学式を答えなさい。

$$C_mH_n + (\ ①\ )H_2O \longrightarrow (\ ②\ )H_2 + (\ ③\ )CO$$

$$\boxed{\ ④\ } + CO \longrightarrow \boxed{\ ⑤\ } + H_2$$

問4　食塩水の電気分解について，陽極と陰極で起こる反応を表す半反応式をそれぞれ答えなさい。

問5　現在，使用されている都市ガスの主成分はメタンである。メタンに水素を添加した混合ガス 1 mol を完全燃焼させると，800 kJ の熱量が得られた。メタンと水素の燃焼熱をそれぞれ 890 kJ/mol と 286 kJ/mol とするとき，混合ガス 1 mol 中の水素の物質量を有効数字 2 桁で答えなさい。また，この割合で水素を添加することで，同一の熱量を得る場合に発生する二酸化炭素は，添加前に比べて何％削減されるか，有効数字 2 桁で答えなさい。

問6　鉄鉱石の主成分は酸化鉄(Ⅲ)である。酸化鉄(Ⅲ)を一酸化炭素または水素を用いて鉄へ還元する反応について，それぞれ化学反応式で答えなさい。

問7　水素一酸素燃料電池を 80 A の一定電流で 5 分間放電した。消費された水素の物質量を有効数字 2 桁で答えなさい。

問8　ある燃料電池自動車は，水素 1 kg あたり 120 km 走行できる。100 L の水素タンクで 700 km を走行できるようにするには，20 ℃で大気圧の何倍の圧力の水素を充填する必要があるか，もっとも適切なものをつぎの（**ア**）〜（**カ**）から一つ選び，マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

（**ア**）　約 14 倍　　（**イ**）　約 35 倍　　（**ウ**）　約 70 倍
（**エ**）　約 140 倍　　（**オ**）　約 350 倍　　（**カ**）　約 700 倍

問9　水素の貯蔵・輸送には，つぎの 3 つの方法がある。

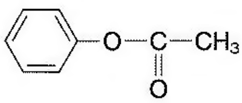
（a）　水素を冷却して液体水素にし，体積を 1 /800 にする方法
（b）　水素をトルエンと反応させて，常温常圧で液体のメチルシクロヘキサン（分子量 98，密度 770 kg/m^3）にする方法
（c）　水素を窒素と反応させてアンモニアにし，低温常圧で液体アンモニア（密度 690 kg/m^3）にする方法

これらの方法のうち，単位体積あたりに貯蔵できる水素の質量を大きい順に並べるとどうなるか，もっとも適切なものをつぎの（**ア**）〜（**カ**）から一つ選び，マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

（**ア**）　(a)＞(b)＞(c)　　（**イ**）　(a)＞(c)＞(b)　　（**ウ**）　(b)＞(a)＞(c)
（**エ**）　(b)＞(c)＞(a)　　（**オ**）　(c)＞(a)＞(b)　　（**カ**）　(c)＞(b)＞(a)

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで，**問3**の答をマーク解答用紙の該当欄にマークし，その他の答を記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。**問7**，**問8**，**問9**は記入例にならって構造式を示しなさい。

（記入例）



解熱鎮痛剤として用いられる市販薬には，有効成分として(問1, 2)有機化合物Aと無機化合物Bが含まれている。化合物Aは，炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生する。また，化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，塩酸を加えて酸性にすると無色の結晶が得られる。この結晶に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると，赤紫色を呈する。(問3)化合物Bは金属の水酸化物であり，(問4)塩酸や過剰な水酸化ナトリウム水溶液には溶けるが，アンモニア水には溶けない。

(問5)化合物Aの含有率を滴定によって求めるために，以下の実験を行った。0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10.0 mL の入ったビーカーを2個準備し，片方にはすり潰した市販薬1錠（0.40 g）を加えて穏やかに加熱した。その後，それぞれのビーカーに 0.50 mol/L の塩酸を滴下し，指示薬のフェノールフタレインの色が無色となったとき滴定を終了した。このとき，化合物Bの白色沈殿が生じていた。市販薬を含んだビーカーでは塩酸の滴定量は 3.20 mL，市販薬が含まれないビーカーでの滴定量は 9.00 mL であった。

一方，(問6)分子式 $C_8H_{10}O$ をもつ(問7)ベンゼンの一置換体である化合物Cに，化合物Aと少量の硫酸を加えて加熱すると脱水縮合し，(問8)化合物Dが生じた。化合物Cを二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液で酸化すると，(問9)化合物Eが生じた。なお，化合物Eは銀鏡反応を示さなかった。

問1　1 mol の化合物Aを完全燃焼させるのに必要な酸素は 9 mol であり，9 mol の二酸化炭素と 4 mol の水が生じる。化合物Aの分子式を答えなさい。

問2　Aの化合物名を答えなさい。

問3　Bの化合物名をつぎの（ア）～（オ）の中から一つ選び，マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

（ア）水酸化アルミニウム　（イ）水酸化亜鉛　（ウ）水酸化銅(Ⅱ)
（エ）水酸化鉄(Ⅱ)　（オ）水酸化鉄(Ⅲ)

問4　下線部の化学反応式をそれぞれ答えなさい。

問5　市販薬に含まれる化合物Aの含有率（質量パーセント濃度）を有効数字2桁で答えなさい。ただし，化合物Bが滴定に及ぼす影響は無視できるものとする。

問6　分子式 $C_8H_{10}O$ をもつベンゼンの二置換体には構造異性体が何種類あるか，答えなさい。

問7　分子式 $C_8H_{10}O$ をもつベンゼンの一置換体のすべての構造異性体を構造式で示しなさい。

問8　化合物Dを構造式で示しなさい。

問9　化合物Eを構造式で示しなさい。

物　理

〈2023 R05170017〉

受験番号	万	千	百	十	一
氏名					

（注意）受験番号は右詰で記入すること。所定欄以外に受験番号・氏名を記入してはならない。記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。

採　点　欄

〔Ⅱ〕	〔Ⅲ〕

〔Ⅰ〕マーク解答用紙へ

〈2023 R05170017〉

受験番号	万	千	百	十	一
氏名					

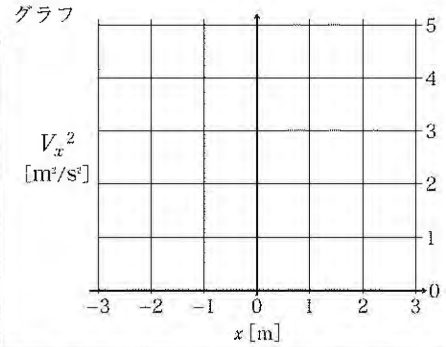
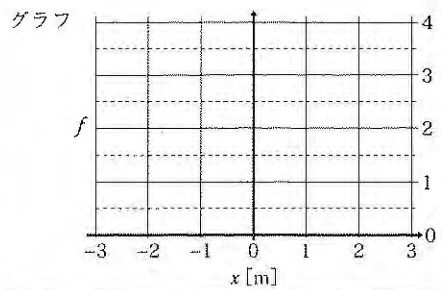
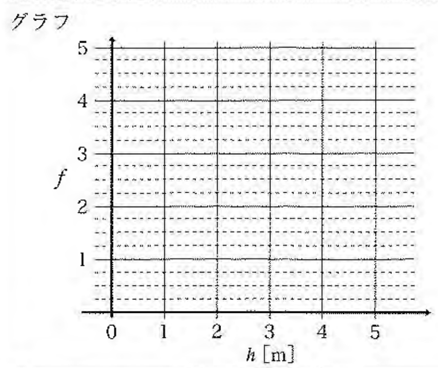
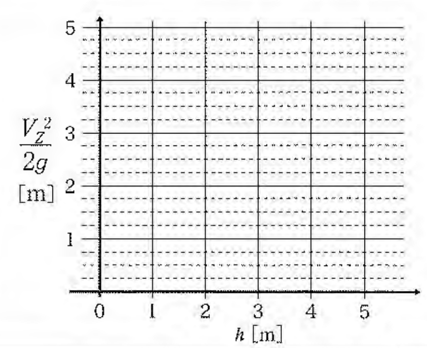
（注意）受験番号は右詰で記入すること。所定欄以外に受験番号・氏名を記入してはならない。記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。

物　理

（記述解答用紙）

下書きは問題冊子の余白を使用してください。

〔Ⅱ〕

問1	$b=$	
問2	$V_b=$	
問3	$V_x{}^2=$	グラフ 
問4	グラフ 	
問5	$V_0=$	
問6	$V_a=$	$V_b=$
問7	$h_1=$	$V_1=$
問8	$f=$	$V_Z^2=$
問9	$h_2=$	$V_Z^2=$
問10	グラフ 	
問11		

〔Ⅲ〕

問1	1を貫く磁束：	2を貫く磁束：
問2		
問3	（1）	（2）
問4		
問5		
問6	$I_0=$	
問7		
問8	（3）	（4）
	（5）	（6）
問9	時間帯［Ⅰ］：	時間帯［Ⅱ］：
問10	倍	

化　学

〈2023 R05170017〉

受験番号	万	千	百	十	一
氏名					

（注意）受験番号は右詰で記入すること。所定欄以外に受験番号・氏名を記入してはならない。記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。

採　点　欄

〔Ⅱ〕

〔Ⅲ〕

〈2023 R05170017〉

受験番号	万	千	百	十	一
氏名					

（注意）受験番号は右詰で記入すること。所定欄以外に受験番号・氏名を記入してはならない。記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。

化　学

（記述解答用紙）

下書きは問題冊子の余白を使用してください。

〔Ⅰ〕マーク解答用紙へ

〔Ⅱ〕

問 1	マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい		
問 2	マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい		
問 3	係数 ①	係数 ②	係数 ③
	化学式 ④	化学式 ⑤	
問 4	陽極：		
	陰極：		
問 5	物質量 mol		
	%		
問 6	一酸化炭素で還元する反応		
	水素で還元する反応		
問 7	物質量 mol		
問 8	マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい		
問 9	マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい		

〔Ⅲ〕

問 1	分子式
問 2	Aの化合物名
問 3	マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい
問 4	塩酸との化学反応式
	水酸化ナトリウムとの化学反応式
問 5	含有率 %
問 6	種類
問 7	構造式
問 8	化合物Dの構造式
問 9	化合物Eの構造式