令和4年度　入学試験問題

医学部（Ⅱ期）

理科

注意事項

1. 試験時間　令和4年3月5日，**午後1時30分から3時50分まで**
2. 配付した試験問題(冊子)，解答用紙の種類はつぎのとおりです。

(1) **試験問題**(冊子，左折り)(表紙・下書き用紙付)

化学(その1)，(その2)

生物(その1)，(その2)

物理(その1)，(その2)

(2) **解答用紙**

化学(その1)　1枚(上端赤色)(右肩落し)

〃 (その2)　1枚(上端赤色)(左肩落し)

生物(その1)　1枚(上端緑色)(右肩落し)

〃 (その2)　1枚(上端緑色)(左肩落し)

物理(その1)　1枚(上端青色)(右肩落し)

〃 (その2)　1枚(上端青色)(左肩落し)

以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。

3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは，試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し，試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し，監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は，この試験問題(冊子)を一番上にのせ，挙手し，監督者の許可を得てから，試験問題(冊子)，受験票，下書き用紙および所持品を携行の上，退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら，直ちに筆記をやめ，おもてのまま上から解答用紙〔選択した2分野の解答用紙，計4枚，化学(その1)，化学(その2)，生物(その1)，生物(その2)，物理(その1)，物理(その2)〕，試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

   確認が終っても，指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)と下書き用紙は持ち帰って下さい。
10. 試験終了後の会場退室に当たっては，誘導の指示に従って下さい。

令和４年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文　訂正

化学（その１）

問題冊子　Ｐ．２

$\boxed{1}$ 問２　１)の構造式について

(k)を削除する。

令和４年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子　訂正

化学（その２）

Ｐ７

$\boxed{4}$　問３　問題文を訂正します。

（誤）３行目　小数点以下第１まで求めよ。

（正）３行目　小数点以下第１位まで求めよ。

化　学（その１）

注 意 事 項

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。
2. 問題 **1** ～ **4** を通じ，その必要があれば，次の数値を用いよ。

原子量　H：1.00，C：12.0，N：14.0，O：16.0，Cl：35.5，S：32.0，Fe：56.0，Cu：64.0，Ag：108，I：127，Pb：207

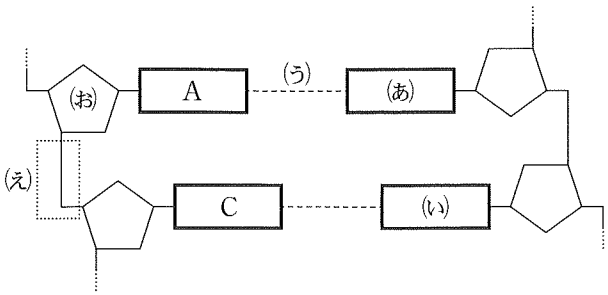
1 以下の文を読み，問いに答えよ。

細胞には核酸とよばれる高分子化合物が存在し，遺伝情報の伝達に重要な役割を果たす。核酸は大きく分けてDNAとRNAに分類される。両者は核酸塩基，糖，およびリン酸から成る（　①　）とよばれる単位で構成され，（　①　）内の糖とリン酸基が（　②　）し，高分子構造を構成している。一方，DNAとメッセンジャーRNAは構造も大きく異なり，DNAが相補的な（　③　）構造を持つ巨大分子であるのに対して，RNAは1重鎖構造をとり，分子量も比較的小さい。また，DNAとRNAは構成する核酸塩基の種類が一部異なる。（　④　）はRNAに特異的に含まれる塩基であり，DNAには代わりの核酸塩基として（　⑤　）が含まれる。さらに，DNAとRNAは細胞内の局在も異なり，DNAは（　⑥　）のみに局在するが，RNAは（　⑥　）以外に（　⑦　）にも存在する。DNAやRNAは中性付近の緩衝液中で電圧をかけると（　⑧　）に移動する。これは（　⑨　）が中性付近のpHの下では（　⑩　）の電荷を持つからである。

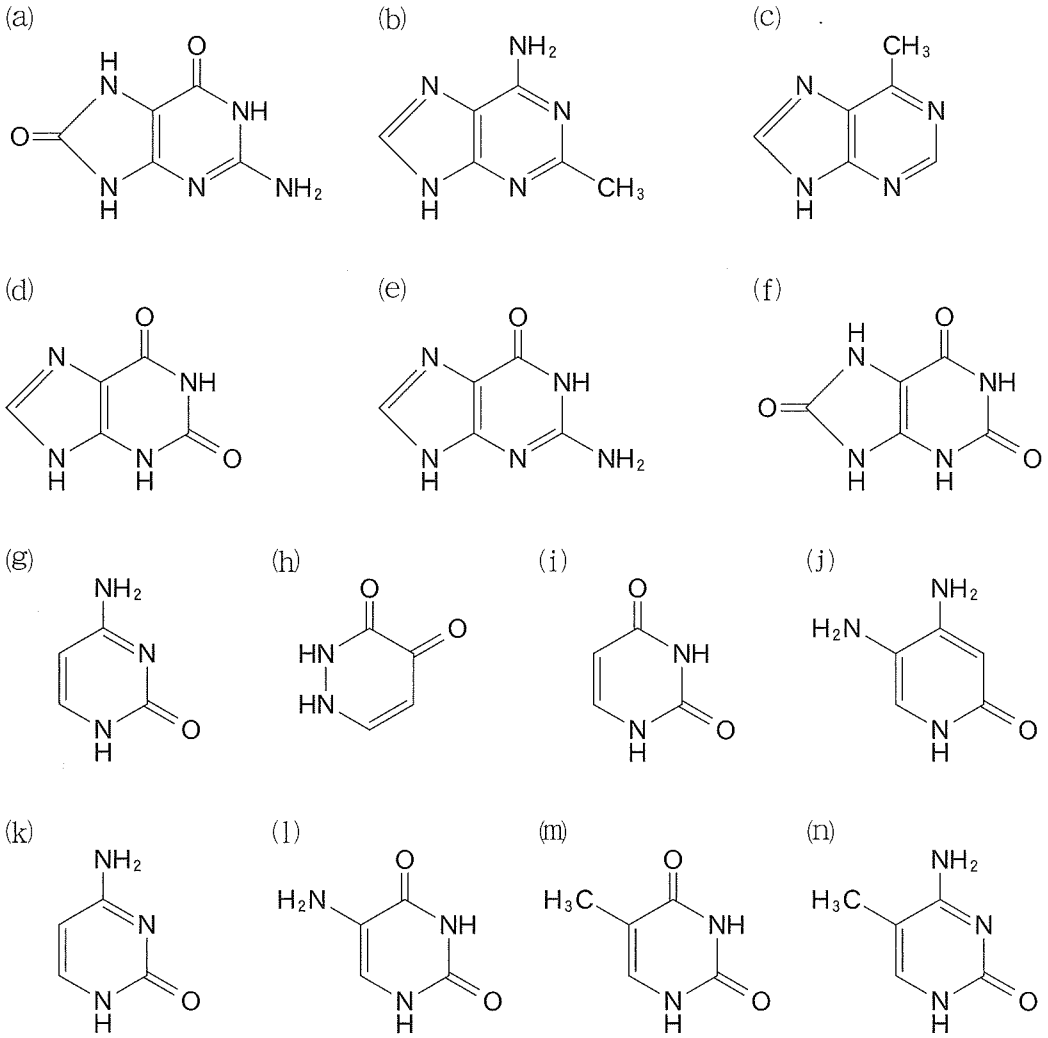
問 1　次の語群から①―⑩に入る適切な語句を答えよ。

(ア) ヌクレオチド	(イ) ヌクレオシド	(ウ) 単重合	(エ) 付加重合
(オ) 縮合重合	(カ) 共重合	(キ) アデニン	(ク) グアニン
(ケ) シトシン	(コ) チミン	(サ) ウラシル	(シ) α-ヘリックス
(ス) β-シート	(セ) 二重らせん	(ソ) 核	(タ) 細胞質
(チ) ペルオキシソーム	(ツ) 小胞体	(テ) ゴルジ体	(ト) 陽　極
(ナ) 陰　極	(ニ) 核酸塩基	(ヌ) 糖	(ネ) リン酸
(ノ) 正	(ハ) 負		

問 2　DNA の構造の一部を示す。次の問いに答えよ。

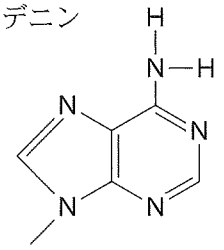


1) 上記の A(アデニン)および C(シトシン)と相補的に結合する塩基(あ)および(い)の構造式として正しいものを次の中から選び，記号と名称を答えよ。



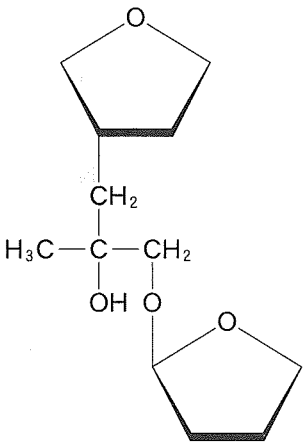
2) (う)の結合様式の名称を答えよ。また，解答欄の枠内に核酸(あ)の構造を記入し，アデニン（A）との結合位置を点線で図示せよ

アデニン



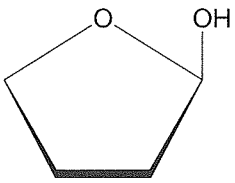
3) (え)の結合について，名称を解答するとともに，例にならって分子構造を書け。

例



4) DNA 鎖同士の結合は，熱をかけることで解離する。塩基数が同じ場合，グアニンおよびシトシンの含有量が高い核酸はアデニンおよびチミンの含有量が高い核酸に比べて，解離に高い温度を要することが知られる。この理由を 45 文字以内で答えよ。

5) 糖の構造式の一部を示す。(お)を構成する糖について不足分を追記し，構造式を完成させよ。なお，水素についても省略せず記入すること。



2 以下の文を読み，問いに答えよ。

19 世紀のはじめごろまで有機化合物は生物由来の化合物と定義されていた。それ以外の化合物は無機化合物とみなされ，この頃までは有機化合物は人工的に合成できないと考えられていた。1828 年にウェーラーがシアン酸アンモニウムから得られる白色結晶が尿素であることを同定し，有機化合物も人工的に合成できることを初めて証明した。今日では，炭素原子を含む化合物が有機化合物と定義され，主に炭素以外の元素から構成される無機化合物と区別される。一般的に有機化合物の炭素原子同士は共有結合で連結され，主にイオン結合でできた塩で構成される無機化合物と異なる。炭素原子は基底状態ではＬ殻の 2 s 軌道に 2 個の電子が配置され，結果として不対電子は（ ① ）個しか持たない。これが励起されると 2 s 軌道の電子は 2 p 軌道に移行し不対電子は（ ② ）個になる。このような状態を（ ③ ）軌道とよぶ。すなわち，炭素原子は（ ③ ）軌道をとることで，はじめて 4 本の共有結合を有することができる。

有機化合物は炭素に加えて窒素などの元素で構成される場合がある。窒素原子はＬ殻に 5 個の電子を有し，炭素原子と同様に（ ③ ）軌道をとるが，炭素原子と異なり 3 つの不対電子と 1 つの（ ④ ）をもつ。窒素原子は不対電子を介する 3 本の（ ⑤ ）結合と，（ ④ ）を介する 1 本の（ ⑥ ）結合を形成することが可能である。

問 1 ①—⑥に該当する適切な語句を答えよ。

問 2 炭素，水素および酸素のみで構成される非電解質の試料 X と炭化水素である試料 Y を元素分析装置で分析したい。次の設問に答えよ。

1) 図 1 に元素分析装置の構成を示した。(ア)—(ウ)に入れるべき物質の名称を答えよ。

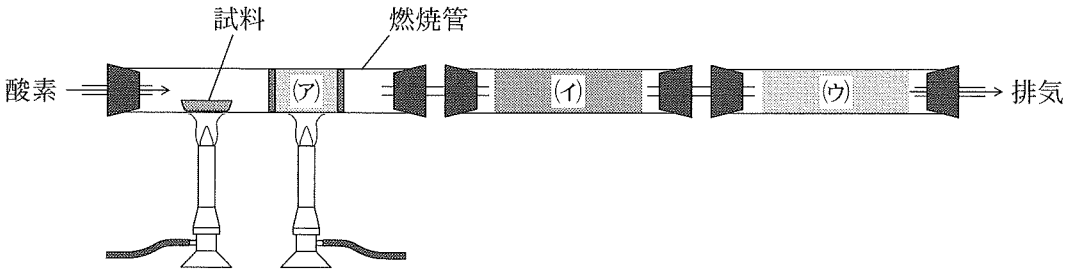


図 1

2) 元素分析装置を用いて試料 X 7.78 mg を完全に燃焼したところ，(イ)の質量が 4.66 mg，(ウ)の質量が 11.4 mg 増加していた。この化合物の組成式を答えよ。

3) 試料X 0.486 g を蒸留水 10.0 mL に溶解して得られた水溶液ならびに試料を含まない蒸留水 10.0 mL の凝固点を測定したところ図2のような結果が得られた。X の分子式を答えよ。なお，X は水溶液中で会合も電離もしないものとし，水のモル凝固点降下を 1.85 K・kg/mol，水の密度を 1.00 g/cm^3 とする。

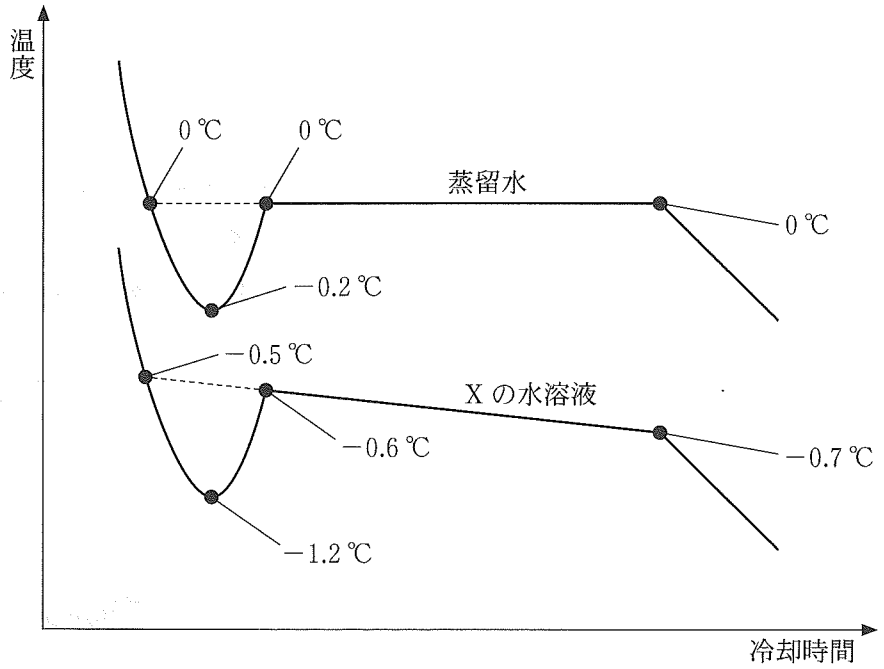


図2

4) 試料Y は炭素と水素のみから成る炭化水素である。試料Y の分子式を C_mH_n とし，これを十分な酸素存在下で完全燃焼させた場合の化学反応式を書け。

5) 試料Y 0.50 mol を完全に燃焼させるのに必要な酸素は標準状態で 78.4 L であった。Y の分子量は 70 以下であるとして，この化合物の分子式を答えよ。なお，理想気体の標準状態におけるモル体積を 22.4 L/mol とする。

6) 試料Y が環状化合物でないとすると，構造異性体は理論上何種類存在するか答えよ。

化　学（その2）

3 鉛蓄電池を電源とする電気分解装置を用いて(ア)(イ)(ウ)のそれぞれの電解槽において電気分解を行った。以下の問に答えよ。なお，各水溶液は十分に濃く，電解反応の途中変更は起こらないものとする。

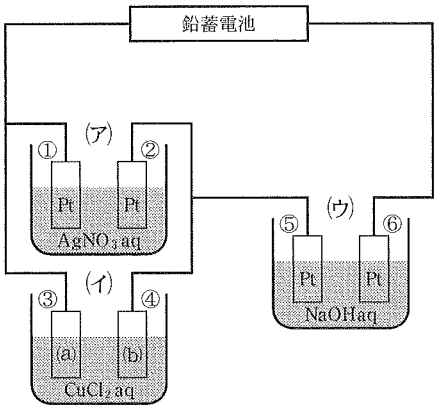
必要に応じて以下の数値を用いよ。

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol，標準状態における気体 1 mol の体積は 22.4 L

問 1　鉛蓄電池には質量パーセント濃度 20.0 % の硫酸水溶液 2.00 kg が用いられていたが，電気分解を行った結果，硫酸水溶液の質量パーセント濃度が 19.0 % となった。鉛蓄電池から放電された電子の物質量〔mol〕を四捨五入のうえ小数点以下第 3 位まで求めよ。

問 2　電解槽(ア)の電極①においてある金属が 10.8 g 析出した。

同じ電解槽(ア)の電極②で発生する気体の分子式と標準状態での体積〔L〕を四捨五入のうえ小数点以下第 2 位まで求めよ。なお発生した気体は電解槽内の水溶液には不溶とする。

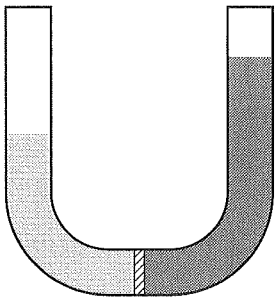


問 3　電解槽(イ)の電極③と④の素材(a)と(b)は同じ物質を使用している。電解槽(イ)の電極の一方の質量が増加し，同時にもう一方の電極から気体が発生した。気体が発生した電極の番号，発生した気体の分子式，発生した気体の質量〔g〕を四捨五入のうえ小数点以下第 2 位まで求めよ。なお発生した気体は電解槽内の水溶液には不溶とする。

問 4　電解槽(ウ)では電極⑤，⑥からそれぞれ異なる気体が発生した。⑤，⑥から発生した気体の分子式と標準状態での体積〔L〕を四捨五入のうえ小数点以下第 2 位まで求めよ。なお発生した気体は電解槽内の水溶液には不溶とする。

4 以下の問に答えよ。

問 1　半透膜で仕切られた左右対称で断面積が 1.00 cm^2 の U 字管の右側に非電解質の物質 1.00 g 含む水溶液 100 mL を，また左側には純水 100 mL を入れ，直ちに U 字管の左右の上部(両口)を閉じた。これらの作業は大気圧下で行われ，両口を閉じた瞬間の U 字管内の水溶液の液面より上の空間(気相)の体積は，左右ともに 15.0 mL であった。



このU字管を 42.0 ℃ でしばらく放置すると，右側の水溶液の液面が純水側の液面(左側)より 10.0 cm 高くなった。水溶液と純水の浸透平衡状態における密度はともに 1.00 g/cm^3，水溶液ならびに水の蒸気圧，空気の水への溶解は無視でき，気相の温度は一定であるとした場合，この物質の分子量を整数で答えよ。小数点以下の値が出た場合には四捨五入せよ。

ただし必要があれば次の数値を用いよ。

水銀の密度は 13.6 g/cm^3，大気圧は 1.0×10^5 Pa (= 76.0 cmHg)，

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol) とする。

問 2　オレイン酸 1 分子とリノール酸 2 分子を構成脂肪酸とする油脂 100 g に付加するヨウ素 I_2 の質量〔g〕を四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。

問 3　鉄鉱石に含まれている鉄酸化物が Fe_2O_3 のみで，その含有量が質量比で 80.0 % とした場合，質量比で 2.0 % の不純物を含む鋼を 10.0 トン(10000 kg)製造するためには，鉄鉱石は何トン必要になるか四捨五入のうえ小数点以下第 1 まで求めよ。

なおトン(t)は質量を表す単位であり，1000 kg = 1 トン(t)である。

問 4　20.0 ℃ において気体の分圧が 1.0×10^5 Pa のとき，窒素(N_2)と酸素(O_2)が水 1.0 L に溶解する気体の体積を標準状態(0 ℃，1.0×10^5 Pa)に換算した値(溶解度：L)はそれぞれ N_2 = 0.016〔L〕，O_2 = 0.032〔L〕である。N_2 と O_2 の体積比が 2 ： 1 である混合気体を 20.0 ℃，1.0×10^5 Pa で 1 L の水と接触させたときに，水に溶けている N_2，O_2 の質量〔mg〕をそれぞれ四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。なお標準状態における気体 1 mol の体積は 22.4 L とする。

問 5　CsCl の単位格子において Cs イオンと Cl イオンは大きさも形も変わらない球体(剛体球)として存在し，それぞれのイオン半径は Cs イオンは 1.89×10^{-8} cm で Cl イオンは 1.67×10^{-8} cm であるとして考えると，CsCl の単位格子の 1 辺の長さは何 cm となるか四捨五入の上有効数字 2 桁で答えよ。

なお，$\sqrt{3} = 1.73$ とする。

生　物（その１）

1 次の文章を読み，以下の問いに答えなさい。

細胞の物語は一六六五年に始まった。科学アカデミーの草分けとして設立されたばかりのロンドン王立学会の会員，（　ア　）が見つけたんだ。科学ではよくあることだけれど，彼の発見のきっかけとなったのは新技術だった。ほとんどの細胞は小さすぎて裸眼では見えないから，細胞は十七世紀初頭に顕微鏡(a)が発明されるまで発見されなかった。

（中略）

十八世紀から十九世紀始めにかけて，顕微鏡技術が進歩すると，科学者たちは，待ってましたとばかり，あらゆる種類の生き物の細胞を識別していった。「すべての動植物は，アニマルクルの集まりでできているのかもしれんぞ」と推測する科学者もあらわれ始めた。

そして長い準備期間を経て，ついに完全な（　イ　）が誕生した。一八三九年，植物学者の（　ウ　）と動物学者の（　エ　）は，自分たちも含む研究者の成果の集大成として，こう記した(注1)。

「　A　」

生命の基本的な構造単位が「細胞」だという明快な結論に科学が達した瞬間だ。

すべての細胞がそれ自体で一つの生命体だと生物学者たちが気づいたことで，さらに知見が深まっていった。こうした着想は，一八五八年に草分け的な病理学者のルドルフ・フィルヒョーが記した，次のような言葉によくあらわされている(注2)。

「　B　」

つまり，細胞は，それ自体で生きている。生物学者が，動物や植物という多細胞体から細胞を取って，ペトリ皿と呼ばれる，底が平らなガラスやプラスチックの器の中で生かしておく行為は，この事実を鮮やかに証明している。

（中略）

とはいえ，（　ウ　）と（　エ　）によって打ち立てられた元々の（　イ　）には，重大なギャップがあった。「　C　」が説明できていなかったのだ。その後，細胞が一つから二つに分裂することで繁殖することに生物学者たちが気づき，「　D　」という結論に達したことで，このギャップは埋められた。

フィルヒョーは，「　E　」という標語で，この知見を世に広めた。この標語は，当時まだ一部で好まれていた，生命は無機物からうじゃうじゃ湧いてくるという，間違った考え方への反論となった。うじゃうじゃ湧くなんてことはないんだ。

ポール・ナース著　竹内薫訳　『WHAT IS LIFE？(ホワット・イズ・ライフ？)生命とは何か』　一部省略

(注1)　多くの生物基礎の教科書では植物学者の(　ウ　)による発表が一八三八年，動物学者の(　エ　)による発表が一八三九年と記述されている。

(注2)　多くの生物基礎の教科書では一八五五年と記述されている。

問1　(　ア　)(　ウ　)(　エ　)に適切な人名を，(　イ　)に適切な語句を入れなさい。

問2　「　A　」～「　E　」に入る適切な文を以下の(1)～(5)から1つ選択しなさい。ただし以下の文は1回のみ使用し，2回使用することはない。

(1)　すべての細胞は細胞から生じる

(2)　新しい細胞がどのようにして発生するか

(3)　あらゆる生命体は，本質的に似たパーツ，すなわち細胞でできている

(4)　細胞は，すでにある細胞が二つに分裂することによってしか作られない

(5)　すべての動物は，生命の完璧な特徴を備えた『命の単位』の集まりなのだ

問 3　下線部(a)，顕微鏡に関する以下の小問(1)～(3)に答えなさい。

(1)　図 1 右に示すようにスライドガラス上に小さく「2 ・」と書いた。図 1 左のように光学顕微鏡のステージにのせて観察したときに，どのように観察されるか。倍率は考慮に入れず，「2 ・」の「・」は解答用紙の視野の中央に書いた「・」とする。解答用紙の上・下・左・右を視野の奥・手前・左・右とする。観察される図形を丁寧に描きなさい。

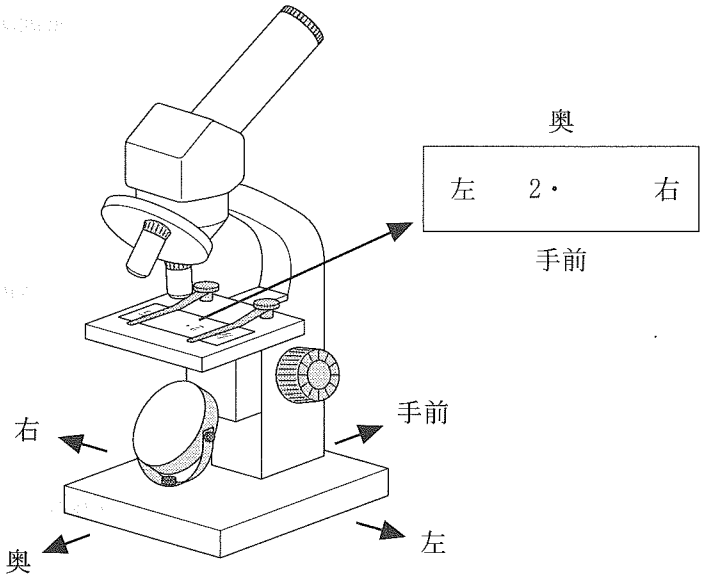


図 1

(2)　接眼ミクロメーター（1 cm の線分を 100 等分した目盛りがつけてあり，0 から 10 ごとに 100 までの数字が書き込まれている）を 10 倍の接眼レンズに入れ，10 倍の対物レンズを用いて，対物ミクロメーター（1 mm の線分を 100 等分した目盛りがつけてある）を観察したところ，図 2 のように観察された。顕微鏡で観察する物体について，接眼ミクロメーター 1 目盛りは何 μm の長さに相当するか答えなさい。割り切れない場合には小数点以下第二位で四捨五入しなさい。

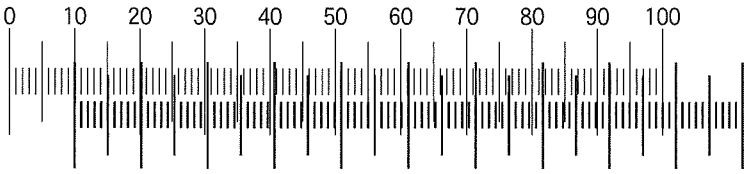


図 2

(3) 上記(2)と同一倍率で池の水の観察を行った。そして図3に示すように3種類の生物㋐，㋑，㋒をスケッチした。㋒は㋐，㋑に比べると小型であったため，㋒の縮尺を倍にして描いた。生物の大きさが分かるように，㋐，㋑のときの接眼ミクロメーターのメモリを図3右に書き込んだ。㋐，㋑，㋒の生物の名称を答えなさい。また矢印㋓，㋔で示した細胞内小器官の名称と働きを答えなさい。なお㋑，㋒の内部に緑色の小器官を確認できたが，㋐には無かった。

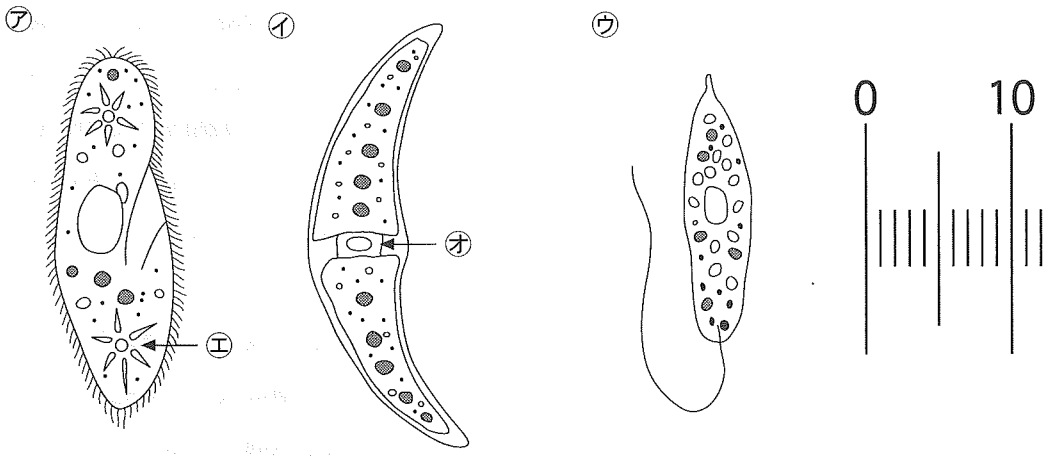


図3

2 次の文章を読み，以下の問いに答えなさい。

植物は低温や乾燥，病原体感染，食害などのストレスに対してさまざまな防御策を持っている。

・低温に対する応答：コムギを2℃程度の低温で2週間ほど処理すると，温度を氷点下まで下げても枯れなくなる。このような現象は多くの植物で観察され，低温馴化という。低温馴化する前に急激に氷点下まで下がった場合には，植物は対応できずに枯れる。

・乾燥に対する応答：気孔の開閉は，これを構成する（　ア　）細胞が光量や水分量などに応答することで調節されている。(a)気孔の開口に有効な光は（　イ　）色光で，（　ウ　）が光受容体として光情報をとらえ，（　ア　）細胞への K^+ の流入を促進して，細胞内の浸透圧を高める。浸透圧が高まると，水が細胞内に流入し，細胞壁を押し広げようとする圧力が生じる。この圧力を（　エ　）といい，(b)この圧力により気孔が開く。乾燥状態におかれると，（　オ　）が葉で合成され，（　ア　）細胞に作用し，気孔を閉じさせる。

・病原体に対する応答：植物の表皮やクチクラ層は，病原体の侵入を物理的に防いでいる。これらにより防ぎきれず病原体が体内に侵入すると，病原体の構成成分が細胞膜にある受容体で受容され，ファイトアレキシンと呼ばれる抗菌物質の合成が誘導される。いろいろな種類の植物から多数の化合物がファイトアレキシンとして同定・単離されている。ファイトアレキシンは病原体の働きを低下させ，植物体を病気から守っている。この他，PRタンパク質と呼ばれる溶菌活性を持つタンパク質の誘導，自発的細胞死，細胞壁の硬化による病原体の閉じ込め，揮発性物質の産生による感染していない植物体への耐性誘導などさまざまな仕組みが明らかにされている。

・食害に対する応答：昆虫によって食害を受けると植物ホルモンの1つである（　カ　）が合成される。（　カ　）は昆虫の消化液に含まれるタンパク質分解酵素の阻害物質の合成を促進する。この阻害物質を多く含む植物を食べた昆虫はタンパク質を消化しにくくなるため，食害を抑えることができる。

問 1　（　ア　）～（　カ　）に適切な語句を入れなさい。

問 2　下線部(a)の気孔の開閉について以下の小問に答えなさい。なお(1)と(3)で分子式やイオン式を用いる場合，例えばH_2OはH_2，Oで各1字，Ca^{2+}は1字，HCO_3^-はH，C，O_3^-で各1字として1マス内に書きなさい。

(1)　光により気孔が開く利点を30字以内の一文で答えなさい。

(2)　昼間に気孔を開かず，夜間に開く植物がいる。この植物の総称を答えなさい。

(3)　小問(2)の植物は，小問(1)の利点が無いことを補うために，昼間に気孔を開ける植物とは異なる代謝経路を持っている。夜間に働く代謝経路について「に貯蔵する。」で終わり，この6字を含め30字以内の一文で説明しなさい。

問 3　下線部(b)，圧力により気孔が開くしくみについて説明しなさい。問1の（　ア　）細胞や（　エ　）については，（　ア　）細胞や圧力として説明してよい。また解答用紙の枠内に入れば，（　ア　）細胞を模式的に描いて説明してもよい。

生　物（その２）

3 次の文章を読み，以下の質問に答えなさい。

体液を体内で循環させている器官系を循環系と呼ぶ。主な循環系には血管系と（　ア　）系がある。脊椎動物の血管系は（　イ　）血管系で，動脈，静脈，毛細血管からなる。毛細血管を欠く血管系は（　ウ　）血管系と呼ばれる。（　イ　）血管系では血液中の液体成分が毛細血管からしみだして（　エ　）となり，（　エ　）は細胞との間でガス，栄養分，老廃物の交換を行ったのち，再び毛細血管へと戻る。

脊椎動物の体液は，細胞の正常な活動を維持するのに最も適した状態を作っていることから（　オ　）と呼ばれている。生体には，（　オ　）を一定に保とうとする仕組みがあり，これを（　カ　）という。体液には血しょう，（　ア　）液，（　エ　）が含まれる。血しょうとは血液の中で，有形成分の赤血球，血小板，白血球以外の液体成分のことである。

血管が傷つくと血小板が傷口に集まり，血小板から放出される血小板因子，傷ついた組織からの（　キ　），血しょう中の（　ク　）やその他の血液凝固因子が協調して働き，（　ケ　）を活性化してトロンビンという酵素に変化させる。トロンビンは（　コ　）に作用して（　サ　）を形成する。（　サ　）は繊維状のタンパク質で，網目構造になっており，傷口で血球を絡め取って血ぺいを形成する。血液から血ぺいを除いた液体部分は（　シ　）と呼ばれる。

問 1　（　ア　）～（　シ　）に適切な語句を入れなさい。

問 2　（　ア　）系と血管系の構造的に異なる点を 30 字以内で答えなさい。

問 3　血しょうには無機塩類，タンパク質，グルコースなどが含まれるが，血しょうに含まれる無機塩類の中で最も多い陽イオンは何か答えなさい。

問 4　血液検査などにおいて，採血した血液にクエン酸ナトリウムを加えると血液凝固は抑えられる。この理由を簡単に説明しなさい。

問 5　止血された後に血管が修復されると，<u>血ぺい中に取り込まれた酵素により（　サ　）が分解され，血ぺいは取り除かれる</u>(A)。

(1)　（　サ　）を分解する酵素は何か答えなさい。

(2)　下線部(A)の血ぺいが取り除かれる仕組みのことを何と呼ぶか答えなさい。

(3)　血ぺいが取り除かれずにそのまま放置され，脳への血流が遮断された場合に引き起こされる疾患は何か答えなさい。

問 6　ヒトの血液型としてABO式血液型があり，A型，B型，AB型，O型の4種類の血液型に分けられる。ABO式血液型物質には，A型物質，B型物質，H型物質がある。H型物質の末端にN-アセチルガラクトサミンが結合したものがA型物質であり，ガラクトースが結合したものがB型物質である。A型のヒトは*GTA*という遺伝子を持っていて，この遺伝子にはH型物質にN-アセチルガラクトサミンを付加する糖転移酵素を作るための遺伝情報が収められている。一方，B型のヒトには*GTB*という遺伝子があり，こちらにはガラクトースを付加する別の糖転移酵素の遺伝情報が収められている。GTAタンパク質とGTBタンパク質は4つのアミノ酸が異なるだけであり，(B)ABO式血液型物質を合成する遺伝子は，一つの遺伝子座に3つ以上の変異型が存在している遺伝子である。

(1)　A型物質，B型物質，H型物質のうち，凝集原となるものを全て選びなさい。

(2)　下線部(B)のような遺伝子のことを何と呼ぶか答えなさい。

(3)　O型のヒトは，突然変異が生じた*GTA*遺伝子を有している。この遺伝子の遺伝子産物はどのようなものと考えられるか。30字以内で答えなさい。

4 次の文章を読み，以下の質問に答えなさい。

遺伝子に関してイギリスのベーツソンとパネットはスイートピーで交雑実験を行った。スイートピーは花の色(紫花と赤花)を現す遺伝子(B と b)と花粉の長さ(長花粉と丸花粉)を現す遺伝子(L と l)を持っている。B は b に対して，L は l に対してそれぞれ優性である。遺伝子型が $BBLL$ と $bbll$ である純系を用いた場合，メンデルの法則によると2遺伝子雑種の F_2 は表現型で紫花・長花粉：紫花・丸花粉：赤花・長花粉：赤花・丸花粉＝ [A] になるはずである。しかしながら，実験では13.7：1：1：3.4となった。よってこれらの遺伝子は(　ア　)の関係にはないことが考えられた。また，花の色を現す遺伝子と花粉の長さを現す遺伝子の遺伝子が完全に(　イ　)しており，遺伝子の(　ウ　)が起こっていなければ F_2 の表現型は紫花・長花粉：紫花・丸花粉：赤花・長花粉：赤花・丸花粉＝ [B] となるはずであるから，花の色を現す遺伝子と花粉の長さを現す遺伝子の(　イ　)は不完全で，F_1 の配偶子ができるときに新しい遺伝子の組み合わせが生じたものと考えられた。さらに検定交雑を行ったところ，紫花・長花粉：紫花・丸花粉：赤花・長花粉：赤花・丸花粉＝8：1：1：8であった。

問1　(　ア　)～(　ウ　)に適切な語句を入れなさい。

問2　[A]，[B] に当てはまる割合を答えなさい。

問3　花の色を現す遺伝子(B と b)と花粉の長さを現す遺伝子(L と l)との間の組換え価(%)を小数点第1位まで求めなさい。

問4　上記のスイートピーの遺伝子型が $BBll$ と $bbLL$ である純系を交雑すると F_1 は全て紫花・長花粉であった。この F_1 を自家受粉させ F_2 を作った場合，F_2 の表現型の分離比を求めなさい。

問5　アメリカのモーガンらはショウジョウバエを用いて交雑実験を行い，(A)遺伝子は染色体に存在し，一定の順序に配列しているという説を確立した。そこで組換え価は同一染色体に存在する遺伝子間の相対的な距離を表していると考え，(B)三点交雑により，各遺伝子の配列状態を図示した。これを染色体地図という。実際に染色体地図を作成してみると，(C)遺伝子の配列順序は同じであるが，遺伝子間の距離に違いが見られる。現在では(D)調べたい遺伝子と相補的なヌクレオチド鎖を蛍光色素で標識し，目的の遺伝子と結合させて遺伝子座を決定するという方法ができるようになった。この方法により正確な染色体地図を作成することが可能となっている。

(1)　下線部(A)の説は何と呼ばれているか答えなさい。

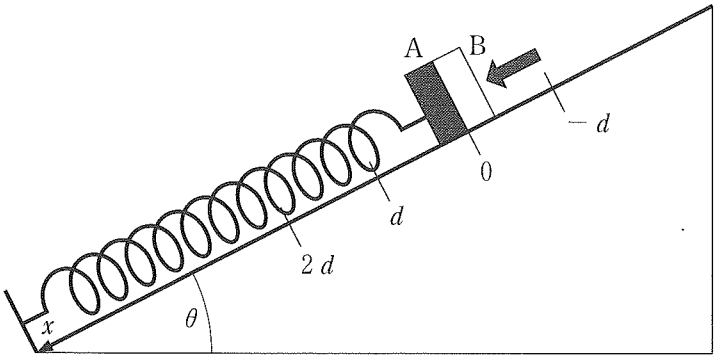
(2)　下線部(B)はどのようなものか50字以内で説明しなさい。

(3)　下線部(C)においてこのような違いが現れる原因にはどのようなことが考えられるか50字以内で説明しなさい。

(4)　下線部(D)の方法は何と呼ばれているか答えなさい。

物　理（その１）

1　下図のように，滑らかな斜面上にばね定数 k のばねの下端が固定され，上端に質量 m の黒い物体Ａがついている。物体Ａの上に質量 m の白い物体Ｂを離れないように接着した。斜面に沿って下向きに x 軸をとる。ばねは自然長より d だけ縮んだ状態でつり合っており，この位置を $x = 0$ とする。斜面角度を θ（$0 < \theta < 90°$），重力加速度の大きさを g とし，ばねの重さ，および空気の抵抗は無視できるものとする。以下の問いに答えなさい。



(1)　d の距離を k，g，m を用いて表しなさい。

(2)　次に，物体Ｂを矢印の方向（斜面と水平方向）に $x = 2d$ まで押し下げ，時刻 $t = 0$ に静かに手を離した。手を離した時刻を $t = 0$ とする。振動の周期 T ならびに角振動数 ω を d，k，m の中から必要なものを用いて表しなさい。

(3)　今度は，物体ＡとＢを接着せず，(2)と同様に物体Ｂを矢印の方向に $x = 2d$ だけ押し下げ，静かに手を離したところ，ばねの自然長の位置 $x = -d$ で物体Ｂは物体Ａから離れていった。物体Ｂが物体Ａから離れる時刻 t_1 を，d，k，m の中から必要なものを用いて表しなさい。

(4)　$0 \leqq t \leqq t_1$ までの物体Ａの座標 x を d，k，m，t の中から必要なものを用いて表しなさい。

(5)　$t = t_1$ での物体Ａの速さ v_1 を d，k，m の中から必要なものを用いて表しなさい。

(6)　物体ＡとＢが再び接触する前に，物体Ａが達する最高点の座標 x_1 を d，k，m の中から必要なものを用いて表しなさい。なお，斜面は十分に長いものとする。

2 音の性質を調べるために以下のような実験を行った。それぞれの問いに答えなさい。

A ピストンEが備わった細長いガラス管(シリンダー)DFがある。図1のように，左端の管口Dからピストン E までの距離 x が自由に調整できる。振動数 f_A のおんさAを鳴らしてシリンダーの管口Dに近づけ，x を0から少しずつ増加させたところ，$x = a_1$ のときにはじめて共鳴が起こり，$x = a_2$ のときに2回目の共鳴が起った。

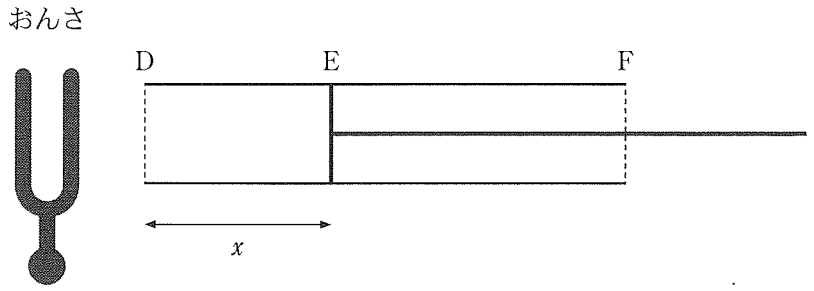


図1

(1) おんさAの波長はいくらか。

(2) 音速はいくらか。

(3) 開口端補正の値はいくらか。なお管口外側にできる波の腹と管口との距離を開口端補正の値という。

(4) 次に，振動数 f_B のおんさBを鳴らしてシリンダーの管口Dに近づけ，x を0から少しずつ増加させたところ，$x = b_1$ のときにはじめて共鳴が起こった。おんさBの振動数 f_B はいくらか。なお，開口端補正の値はおんさAの場合と同じであった。

B 図2のようなクインケ管を用意する。開口部Pから振動数500 Hzの音を入れ開口部Qから出てくる音を観測する。始めの状態では，PRQの長さとPSQの長さは等しい。Sの部分を破線S′のようになるまでゆっくり引き出しながら開口部Qから出てくる音を聞いていると，長さX引き出すごとに音は小さくなった。Xの値を求めなさい。なお，問題 **B** については，音速を340 m/sとする。

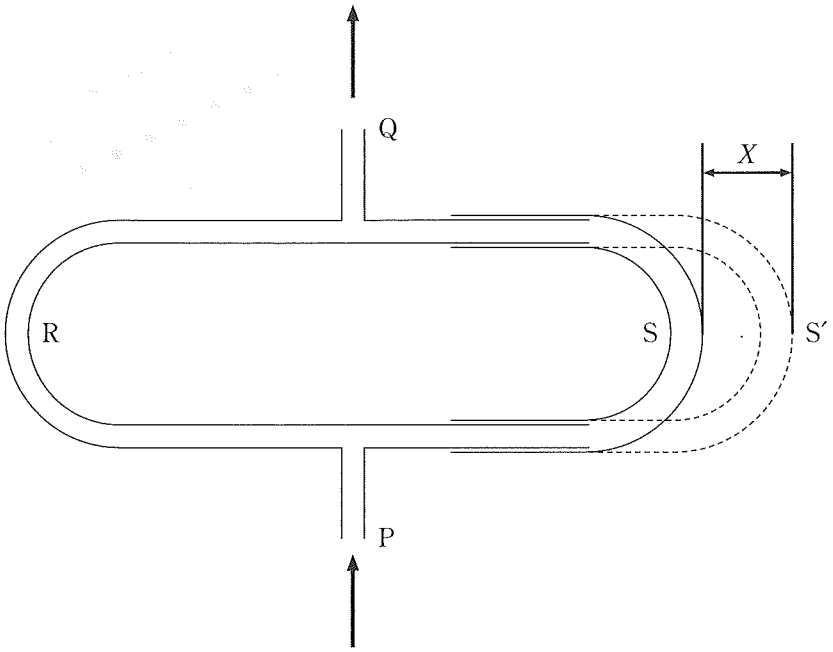


図2

物　理（その２）

3　図１のように，格子定数 d の回折格子面に波長 λ のレーザー光を垂直に当てたところ，この回折格子から距離 L 離れた，回折格子面と平行に設置されたスクリーン上に明るい点の列が観察できた。このとき以下の問いに答えなさい。

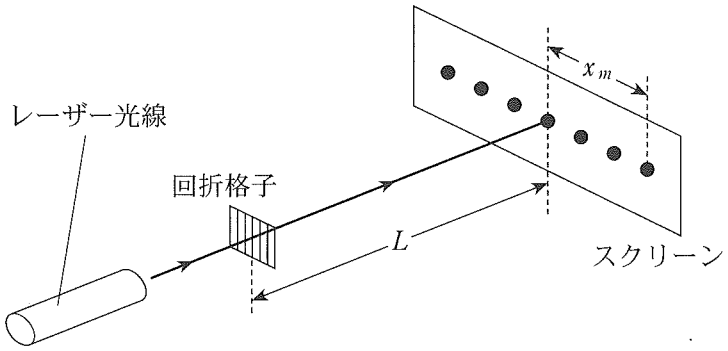


図１

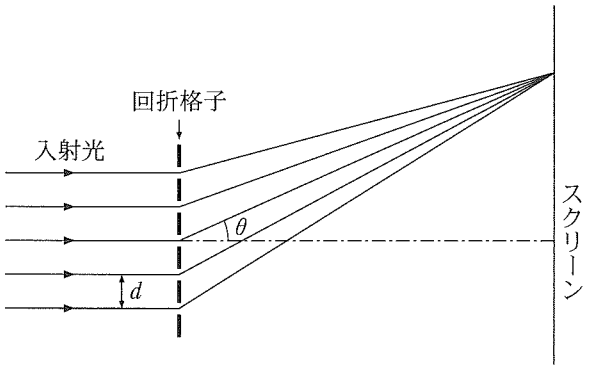


図２

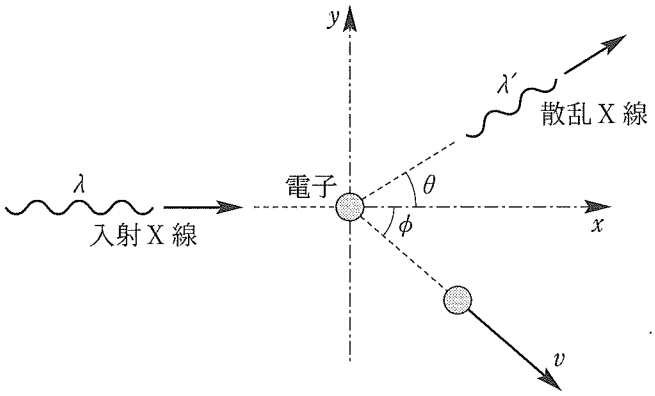
(1)　図２のように，回折格子を通った光のうち，入射方向と角 θ をなす方向に向かう光を考える。このとき回折格子の隣り合うスリットを経てスクリーン上の同じ点に達する光の経路差はいくらか。

(2)　スクリーン上に明るい点が出来るのは設問(1)で求めた経路差が波長とどのような関係になった場合かを数式で表しなさい。このとき０以上の整数 m を使いなさい。m を次数という。

(3)　スクリーン上で，中心の明るい点から測って m 番目（次数 m）の明るい点までの距離を x_m とし，x_m が L に比べて十分小さいとした場合，x_m を λ，d，L，m を用いて表しなさい。また隣り合った明るい点の間隔 Δx を求めなさい。

(4)　設問(3)において用いた回折格子のスリットが 1.00 mm あたり 200 本であった。L が 2.00 m のとき x_2 が 50.0 cm と計測された。レーザー光の波長 λ の値はいくらか。またこの光は何色か。

4 図のように，静止している質量 m の電子に，波長 λ のX線を照射したところ，電子はX線の入射方向と角度 ϕ をなす方向に速さ v ではね飛ばされた。X線の入射方向と角度 θ をなす方向で，λ より長い波長 λ' の散乱X線が観察された。X線を，エネルギーと運動量をもつ粒子として考えて，以下の問いに答えなさい。光の速さを c，電子の質量を m，プランク定数を h とする。



(1) 入射X線の運動量を表しなさい。

(2) 入射X線のエネルギーを表しなさい。

(3) X線の入射方向（x 軸方向）およびそれと垂直な方向（y 軸方向）での運動量保存の法則を表す式を示しなさい。

(4) 散乱前後のエネルギー保存の法則を表す式を示しなさい。

(5) (3)の結果より ϕ を消去して，$(mv)^2$ を求めなさい。ただし，$(\lambda' - \lambda)^2$ は無視できるものとする。

(6) (4)と(5)の結果より，$\lambda' - \lambda$ を求めなさい。

(7) $\theta = 90°$ の場合の $\tan\phi$ を λ，λ' を用いて表しなさい。