東邦大学

2026年度

一般入試問題集

医学部

医学部医学科入試問題集

〈理　科〉…… 1

・生　物 …… 2

・物　理 …… 17

・化　学 …… 23

〈数　学〉…… 29

〈英　語〉…… 35

〈解答例〉…… 47

2026 － 1

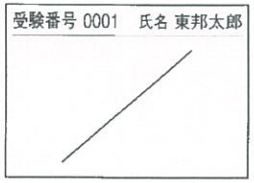
医学部医学科理科入試問題

・生物の問題は，　1 ページから 30 ページまでです。
・物理の問題は，31 ページから 41 ページまでです。
・化学の問題は，42 ページから 55 ページまでです。

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物，物理，化学の３科目から２科目を選択し，解答してください。
2. 解答用紙は，生物１枚(マークシート)，物理１枚(マークシート)，化学１枚(マークシート)となります。
3. **選択しない科目の解答用マークシートには，右上から左下にかけ斜線を引いてください。どの２科目を選択したか，不明確な場合はすべて無効となります。また，選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。**



4. 「止め」の合図があったら，上から生物，物理，化学の順に解答用マークシートを重ねて置き，その右側に問題冊子を置いてください。

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子，全ての解答用マークシートに，それぞれ受験番号(４桁)ならびに氏名を記入し，解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずＨＢの鉛筆を使用し，濃く正しくマークしてください。
   記入マーク例：良い例 ●
   悪い例 ⊘ ⓘ ⊘ ⊙
3. マークを訂正する場合は，消しゴムで完全に消してください。
4. 解答用マークシートの所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり，汚したりしないでください。

(受験番号のマークの仕方)

受	験	番	号
千	百	十	一
0	0	1	2

受	験	番	号
千	百	十	一
●	●	⓪	⓪
①	①	●	①
②	②	②	●
③	③	③	③
④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨

受験番号 [　　]　　氏　名 [　　]

理科

生　　物

1 次の文1から文3を読み，続く問に答えよ。

（文1）

動物の組織(器官)を生体から取り出し物理的や生化学的手法でバラバラの細胞とし，細胞増殖に必要な成分を含んだ培養液に懸濁し最適な温度で培養すると，稀(まれ)に安定的に増殖する細胞株が得られる。このような細胞株を培養細胞と呼ぶ。

培養細胞には，培養液に浮遊して増殖する浮遊培養細胞株と，培養液に満たされたガラスやプラスチック容器の底面に付着して増殖する接着培養細胞株がある。

一般的に，細胞株は由来組織(器官)の性質を反映する。例えば，HepG 2 細胞はヒト肝臓がん由来の細胞で，肝臓細胞特有の酵素や受容体などタンパク質の発現が見られ，ヒト肝臓の機能を研究するために汎用されている。

培養細胞に，リン酸カルシウム法(1)，リポソーム法(リポフェクション)，エレクトロポレーション法，マイクロインジェクション法などさまざまな手法でDNAを導入することができる。

真核生物の多くの遺伝子では，発現の有無や転写されるmRNAの量がさまざまな因子によって調節されている。このような遺伝子発現調節には，図1のようなプロモーターや転写調節領域と呼ばれるDNA塩基配列が関わる。プロモーターには，(　ア　)が結合し，(　イ　)が(　ア　)を認識してDNAに結合する(2)。転写調節領域には，調節タンパク質(転写調節因子，転写因子とも呼ばれる)が結合する。

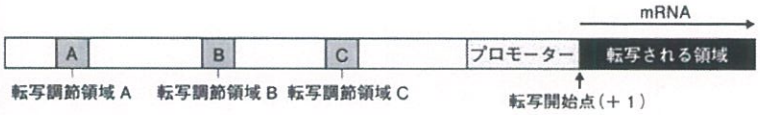


図1

転写調節領域の転写調節機能を解析するため，ゲノムDNAを制限酵素で切断し，目的のDNA領域を含むDNA断片を得る。または耐熱性DNAポリメラーゼを用いたPCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)(3)で目的のDNA領域を増幅し大腸菌由来のプラスミドへDNAリガーゼを利用して挿入し，このプラスミドを大腸菌で大量増幅する。転写調節機能の解析には，最初にこのプラスミドを用いてこの領域のDNA塩基配列(4)の決定が行われる。

問1　接着培養細胞株にDNAを導入する方法として，文1下線部(1)のリン酸カルシウム法が広く用いられている。この方法は，正(＋)電荷を持つカルシウムイオン(Ca^{2+})を負(－)電荷を持つDNAに結合させ，さらにカルシウムイオンにリン酸イオンが結合してリン酸カルシウムとDNA複合体の沈澱を形成させる。このDNAを含有した沈殿が細胞に取り込まれる。リン酸カルシウム法でDNAが細胞にとりこまれる機構を正しく記述しているのはどれか，選べ。

a．リン酸カルシウムとDNA複合体の沈澱が，培養細胞の細胞膜のカルシウムイオンチャネルから細胞内に取り込まれる。

b．リン酸カルシウムとDNA複合体の沈澱が，培養細胞がもつエキソサイトーシスにより細胞内に取り込まれる。

c．リン酸カルシウムとDNA複合体の沈澱が，培養細胞がもつエンドサイトーシスにより細胞内に取り込まれる。

d．リン酸カルシウムとDNA複合体の沈澱が，培養細胞の細胞膜に穴を開け，その穴から細胞内に取り込まれる。

e．リン酸カルシウムとDNA複合体の沈澱は，とても小さいので細胞膜を自由に通過し細胞内に取り込まれる。

f．リン酸カルシウムとDNA複合体の沈澱が，培養細胞の細胞膜と融合し細胞内に取り込まれる。

問2　文1下線部(2)のプロモーターが関与する機能と，文1の(　ア　)と(　イ　)にあてはまる語の正しい組合せを選べ。

	関与する機能	ア	イ
a	転写の促進	基本転写因子	RNAポリメラーゼ
b	転写の促進	RNAポリメラーゼ	基本転写因子
c	転写の促進	基本転写因子	DNAポリメラーゼ
d	転写の抑制	基本転写因子	RNAポリメラーゼ
e	転写の抑制	RNAポリメラーゼ	基本転写因子
f	転写の抑制	基本転写因子	DNAポリメラーゼ
g	転写の開始	基本転写因子	RNAポリメラーゼ
h	転写の開始	RNAポリメラーゼ	基本転写因子
i	転写の開始	基本転写因子	DNAポリメラーゼ

問３　文１下線部3)のPCR法の基質となるデオキシリボヌクレオチド三リン酸は環状構造をとる。デオキシリボヌクレオチド三リン酸の糖の構造の特徴として，以下の１から６の記述から正しい３つの記述の組合せを選べ。糖の各炭素には位置番号があり，糖の位置番号の一例を図２に示す。位置番号が１の場合，１位の炭素原子などと表す。この問の糖では１位の炭素は環を構成する酸素原子と結合するとともに塩基とも結合している。ただし，環を構成する原子の数が図２と同じになるとは限らない。デオキシリボヌクレオチド三リン酸では，糖の位置番号に ' をつけて表す。例えば，1'，2'，3' などと表す。

１．１位の炭素（1' 炭素）に，グアニン，シトシン，チミン，アデニンの４種類の塩基のいずれかが結合する。

２．１位の炭素（1' 炭素）に，グアニン，シトシン，ウラシル，アデニンの４種類の塩基のいずれかが結合する。

３．２位の炭素（2' 炭素）には，ヒドロキシ基と水素が結合している。

４．２位の炭素（2' 炭素）には，水素が２つ結合している。

５．３位の炭素（3' 炭素）には，ヒドロキシ基と水素が結合している。

６．３位の炭素（3' 炭素）には，水素が２つ結合している。

a．1，3，5　　b．1，3，6　　c．1，4，5　　d．1，4，6

e．2，3，5　　f．2，3，6　　g．2，4，5　　h．2，4，6

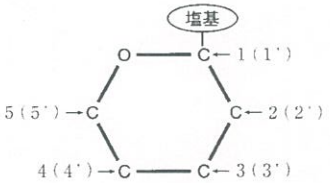


図２

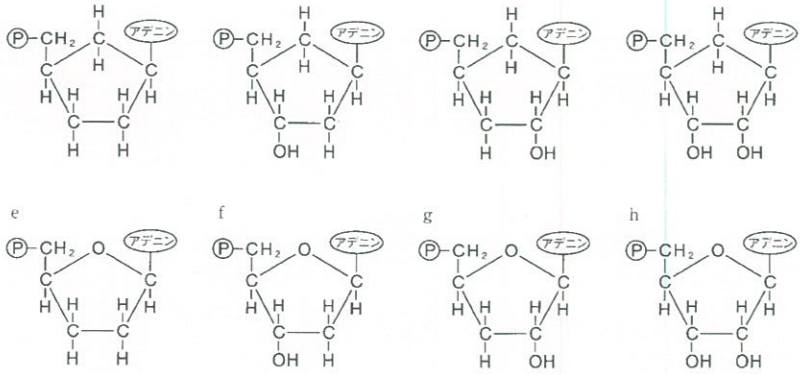
問４　文１下線部4)の塩基配列決定法に，試験管内で塩基配列を決定したいDNAを大腸菌由来のDNAポリメラーゼでDNA複製を行わせる方法がある。この方法を，発明者（F. Sanger）の名前からサンガー法と呼ぶ。

サンガー法では，DNAポリメラーゼの基質となるデオキシリボヌクレオチド三リン酸に^{32}Pのような放射性同位元素や蛍光色素で標識した微量の基質類似物質を混合する。この基質類似物質が，DNAに取り込まれるとDNA複製反応が停止する。

複製反応が停止したさまざまな長さのDNA断片を，網目状構造のポリアクリルアミドゲル（Polyacrylamide gel）を用いた電気泳動法で分離した後，放射能や蛍光を検出することで伸長反応が停止した塩基を決定できる。

サンガー法で使用する基質類似物質の構造として正しいものを図３から選べ。ただし，図３では，アデニンと三リン酸を模式的に示している。

a　b　c　d



e　f　g　h

Ⓟ は，三リン酸を示す

アデニン は，アデニン塩基を示す

図３

問 5　サンガー法で使用する基質類似物質がDNAに取り込まれると，DNA複製反応が停止する正しい理由はどれか，選べ。失活とは，酵素が本来持っている機能や活性を失うことをいう。

a．デオキシリボヌクレオチド三リン酸が分解する。

b．プライマーが分解する。

c．標識された基質類似物質からの放射能や蛍光がDNAを切断する。

d．DNAリガーゼが失活する。

e．DNAヘリカーゼが失活する。

f．RNAポリメラーゼが失活する。

g．DNAポリメラーゼが失活する。

h．ある調節タンパク質が失活する。

i．ホスホジエステル結合が形成できない。

j．ペプチド結合が形成できない。

（文2）

ヒト遺伝子Xは，他の臓器から比べ肝臓で高い発現をする。転写開始点（＋1）からmRNAに転写される部分を構造遺伝子と呼ぶ。図4の最上段は，遺伝子Xの構造遺伝子部分（黒塗り部分）と転写開始点（＋1）から5′側250塩基（－250）までのプロモーター，転写調節領域を含むDNA断片を挿入したプラスミドを示している。

通常，遺伝子Xから転写されるmRNA量や，遺伝子Xから翻訳されるタンパク質Xを定量するには，非常に煩雑（はんざつ）な操作が必要である。そのため，一般的には簡便なレポータープラスミドを使用するレポーターアッセイ法が行われる。

遺伝子Xの転写開始点の5′側250塩基（－250）から転写開始点3′側の15塩基（＋15）までのDNAにホタルのルシフェラーゼ遺伝子を連結させたレポータープラスミドAを作成した（図4 A）。

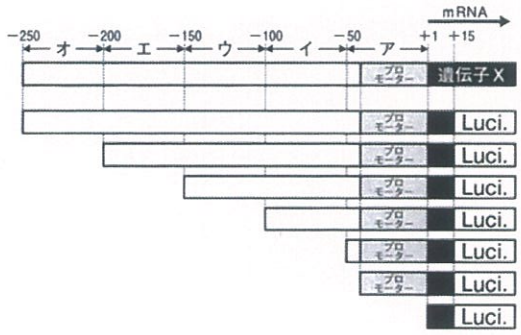
次にレポータープラスミドAの遺伝子Xの転写調節領域を5′側から順次欠失させた6種のレポータープラスミドを作成した（図4 B～G）。これらのプラスミドをヒト肝臓がん由来HepG2細胞に導入し，48時間後にタンパク質を抽出しルシフェラーゼ酵素活性を測定した。

ルシフェラーゼ酵素活性とmRNA転写量は比例することが知られている。すなわち，さまざまな転写調節領域を持つレポータープラスミドのルシフェラーゼ酵素活性からそれぞれのレポータープラスミドからのルシフェラーゼmRNA転写量を推定することができる。この手法により，遺伝子Xのプロモーターおよび転写調節領域の機能を詳しく知ることができる。この手法をレポーターアッセイ法とよぶ。図4では，挿入したDNA断片以外の共通配列は省略してある。また，ルシフェラーゼの構造遺伝子を「Luci.」と表している。

AからGのレポータープラスミドを用い，HepG2細胞でレポーターアッセイを複数回繰り返した。レポータープラスミドFを基準（1.0）として相対的発現量（平均値±標準偏差）を求めた。細胞へのDNA導入効率は常に等しく，培養条件によるルシフェラーゼ遺伝子mRNAやルシフェラーゼタンパク質の酵素活性に変化はないものとする。

問 6　図 4 の A から G のレポータープラスミドを用い，HepG 2 細胞でレポーターアッセイを行った。その結果を図 4 の右に相対的発現量（平均値 ± 標準偏差）で示した。この結果から遺伝子 X の転写開始点から 5′ 側 250 塩基（− 250）までに，遺伝子 X の発現を強く誘導する DNA 領域が 2 箇所あると推定された。図 4 の領域ア～領域オから遺伝子 X の発現を強く誘導する 2 箇所の DNA 領域の正しい組合せを選べ。

a．ア，イ　　b．ア，ウ　　c．ア，エ　　d．ア，オ　　e．イ，ウ
f．イ，エ　　g．イ，オ　　h．ウ，エ　　i．ウ，オ　　j．エ，オ

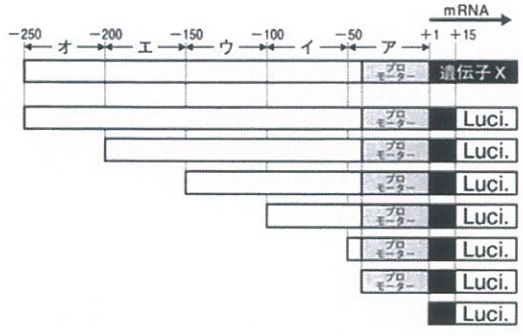


プラスミド	相対的発現量
A	21.0±5.12
B	21.5±4.81
C	8.21±4.81
D	1.59±0.27
E	1.51±0.23
F	1.0
G	0.12±0.05

図 4

問 7　次に，問 6 と同様なレポーターアッセイをヒト胎児腎臓由来 HEK 293 細胞を用いて行った。その結果を図 5 に相対的発現量（平均値 ± 標準偏差）で示した。この結果から，腎臓で遺伝子 X の発現を特に強く誘導する DNA 領域を図 5 の領域ア～領域オから選べ。

a．ア　　b．イ　　c．ウ　　d．エ　　e．オ

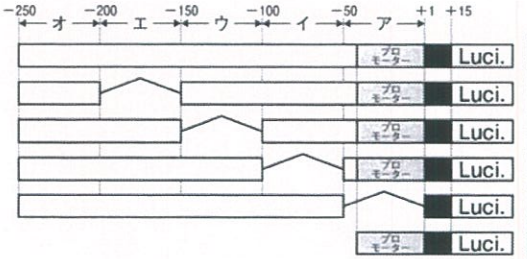


プラスミド	相対的発現量
A	11.4±0.61
B	11.5±1.82
C	11.2±1.22
D	10.9±1.72
E	1.21±0.23
F	1.0
G	0.11±0.02

図 5

問 8　図 6 のレポータープラスミド H，I，J，K は，山形の実線部分を欠失し，欠失領域を挟む部位が連結している。すなわち，レポータープラスミド H は，領域エを欠失している。

レポータープラスミド H，I，J，K を HepG 2 細胞に導入しレポーターアッセイを行った。その結果を図 6 右に示した。図 6 のレポータープラスミド A とレポータープラスミド F は，図 4，図 5 のレポータープラスミド A とレポータープラスミド F と同一である。以下の 1 ～ 5 の記述で正しい 2 つの記述の組合せを選べ。



プラスミド	相対的発現量
A	21.0±5.12
H	12.44±3.61
I	8.55±1.82
J	20.62±4.62
K	0.02±0.002
F	1.0

図 6

1．領域エに結合する調節タンパク質は，領域ウに結合する調節タンパク質と協調して発現を上昇させる。
2．領域ウに結合する調節タンパク質は，領域イに結合する調節タンパク質と協調して発現を上昇させる。
3．プロモーターが欠失しても転写に影響はない。
4．領域イは，この遺伝子の発現を誘導する。
5．領域イは，この遺伝子の発現調節に関与しない。

a．1，2　　b．1，3　　c．1，4　　d．1，5　　e．2，3
f．2，4　　g．2，5　　h．3，4　　i．3，5　　j．4，5

問題（出題）

（文3）

薬物Hと薬物Iは，細胞の生育にはまったく影響を与えないが，それぞれ特定の調節タンパク質の機能を制御することが明らかにされている。薬物HをHepG2細胞，薬物IをHEK293細胞にレポータープラスミドを導入する12時間前にそれぞれの培養液に加えた細胞(添加)と，薬物を培養液に加えていない細胞(未添加)で，図4と図5に示したA～Gのレポータープラスミドを用いてレポーターアッセイを行った。その結果を表1に示した。薬物Hと薬物Iは，すべての細胞に作用する十分量を添加し，化学的に安定であり培養液添加の数時間後から調節タンパク質に作用し，細胞からタンパク質を抽出するまで持続する。

レポータープラスミド	相対的発現量			
	HepG2細胞		HEK293細胞	
	薬物H未添加	薬物H添加	薬物I未添加	薬物I添加
A	21.0 ± 5.12	8.10 ± 0.69	11.4 ± 0.61	38.1 ± 2.51
B	21.5 ± 4.81	8.15 ± 0.78	11.5 ± 1.82	37.5 ± 3.82
C	8.21 ± 0.82	8.24 ± 0.64	11.2 ± 1.22	38.2 ± 3.21
D	1.59 ± 0.27	1.58 ± 0.22	10.9 ± 1.72	38.9 ± 1.23
E	1.51 ± 0.23	1.52 ± 0.21	1.21 ± 0.23	1.18 ± 0.24
F	1.0	1.01 ± 0.01	1.0	0.99 ± 0.01
G	0.12 ± 0.05	0.16 ± 0.05	0.11 ± 0.02	0.01 ± 0.002

表1

問9　表1の結果からHepG2細胞で薬物Hの遺伝子Xの発現に対する機能を正しく説明しているのはどれか，選べ。領域は，図4～図6の領域アから領域オを示す。

a．領域アに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
b．領域アに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
c．領域イに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
d．領域イに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
e．領域ウに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
f．領域ウに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
g．領域エに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
h．領域エに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
i．領域オに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
j．領域オに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。

問10　表1の結果からHEK293細胞で薬物Iの遺伝子Xの発現に対する機能を正しく説明しているのはどれか，選べ。領域とは，図4～図6の領域アから領域オを示す。

a．領域アに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
b．領域アに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
c．領域イに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
d．領域イに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
e．領域ウに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
f．領域ウに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
g．領域エに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
h．領域エに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。
i．領域オに作用する調節タンパク質の転写促進機能を促進する。
j．領域オに作用する調節タンパク質の転写促進機能を抑制する。

問11　薬物Hや薬物Iは，タンパク質の立体構造に作用することが明らかにされている。具体的には，ペプチド鎖間またはペプチド鎖内の特定のアミノ酸同士の結合に作用する。タンパク質を構成する20種のアミノ酸のうち，この特定のアミノ酸ともう一つのアミノ酸にのみ含まれる元素がある。この元素を含有するもう一つのアミノ酸はどれか，選べ。

a．アラニン　b．グリシン　c．チロシン　d．メチオニン
e．グルタミン　f．トレオニン　g．ヒスチジン　h．バリン
i．ロイシン　j．セリン

問12　今回のレポーターアッセイには，ホタルの発光タンパク質であるルシフェラーゼ遺伝子を利用した。レポーターアッセイには，さまざまな生物由来の酵素遺伝子が利用される。以下の1～6の記述のうち，レポーターアッセイに利用される酵素の性質を示した正しい3つの記述の組合せを選べ。

1．細胞外でも非常に安定なタンパク質である。
2．細胞外では非常に不安定なタンパク質である。
3．レポーターアッセイに使用する培養細胞で，安定して高く発現している。
4．レポーターアッセイに使用する培養細胞で，極めて発現が低いか，まったく発現していない。
5．細胞抽出液に基質が含まれている。(酵素反応測定では，基質を加える必要がない。)
6．細胞抽出液に基質は含まれない。(酵素反応測定では，基質を加えなければならない。)

a．1，3，5　b．1，3，6　c．1，4，5　d．1，4，6
e．2，3，5　f．2，3，6　g．2，4，5　h．2，4，6

2 次の文1と文2を読み，続く問に答えよ。

（文1）

私たちの身の回りには目に見えない多くの微生物（細菌やウイルス）が存在する。微生物は数も種類も大変多く，しかも日常的に体内へ侵入している。しかし健常者であれば簡単に病気になったりはしない。免疫系とよばれる生体防御機構が侵入した微生物の活性を抑えるためである。さまざまな因子が免疫系に関与しているが，その1つが抗体とよばれる可溶性タンパク質である。抗体は食細胞のはたらきを助けたり（食作用のサポートと細菌の消化を補助），補体と連動（細菌の溶解）し身体を守っている。

抗体とその標的である抗原はとても小さいため肉眼では見えない。ところが，抗原と抗体とが結合すると見える場合がある。一致しない血液型の血清と赤血球を混和すると観察できる凝集がその例だ。抗体の特徴である特異性を利用した凝集は，医学および生物学の分野で数多く応用されている。目で見ることの出来ない抗体が作用する様子をイメージしながら以下の問に答えよ。

問 1　4名のABO式血液型不明者（アからエ）から血清と赤血球を準備した。それぞれの血清と赤血球を反応（①から⑤）させた結果を下の表に示した。結果を参考に判定した4名の血液型の正しい組合せはどれか，選べ。エの父の赤血球はA型とAB型の血清と，エの母の赤血球は全ての血液型の血清と凝集しない，4名はそれぞれ異なる血液型である。

表

反応	①	②	③	④	⑤
血清	ア	エ	ウ	ウ	ア
赤血球	ウ	ア	エ	イ	エ
凝集	＋	＋	－	－	＋

（＋：凝集あり，－：凝集なし）

	ア	イ	ウ	エ
a	O型	A型	AB型	B型
b	O型	B型	A型	AB型
c	O型	AB型	B型	O型
d	A型	O型	AB型	B型
e	A型	AB型	O型	B型
f	A型	B型	AB型	O型
g	B型	O型	AB型	A型
h	B型	AB型	O型	A型
i	B型	A型	AB型	O型

（文2）

抗原抗体複合体が凝集物（沈降物）として可視化できることを原理とした次の実験を行った。

実験1：ハツカネズミ（マウス）に抗原としてニワトリ卵白アルブミン（OVA）を注射し抗体を作らせた後に採血した。血液から卵白アルブミンに対する抗体を含む血清を調製した。

実験2：直径9 cmのシャーレに厚さ5 mmになるように寒天を注ぎ，2つの穴XとYをあけた（直径5 mm）。穴Xに実験1で作製した血清を添加した。穴YにOVA溶液を添加した。一晩静置後に観察すると図1のように，穴Xと穴Yの間に凝集物（沈降線：線状の沈降物）が認められた。

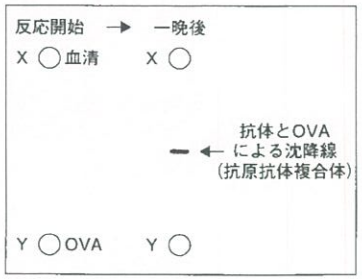
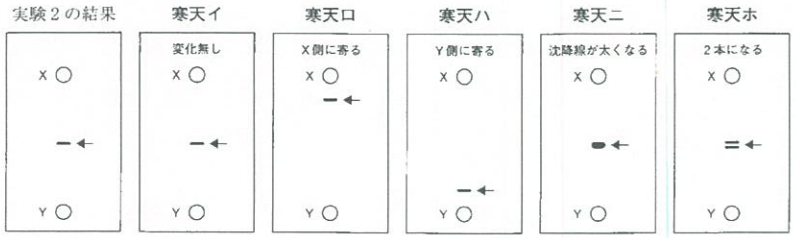


図1

実験3：実験2の結果を確かめるため同じ実験を行った。ところが，OVAの濃度を1/2にして実験したことが判明した。幸い静置後に沈降線は確認できた。

問 2　実験3の結果はどの寒天か，選べ。比較対照に実験2の結果を左端に示した。



a．寒天イ　b．寒天ロ　c．寒天ハ　d．寒天ニ　e．寒天ホ

問題（出題）

実験４：沈降線を元にして，抗原Ａ，Ｂ，ＣおよびＤの特徴を調べる実験を実施した。抗原Ａと抗原Ｂは全く異なる特徴であることが事前にわかっている。この抗原Ａと抗原Ｂを混ぜた溶液をマウスに注射して抗体を作らせた。これを抗血清Ｅと呼ぶ。寒天に穴Ｐ，穴Ｑ，および穴Ｒをあけた(図２左)。それぞれの穴に抗原Ａ，抗原Ｂ，および抗血清Ｅを加えて一晩放置し，形成した沈降線が図２右である。

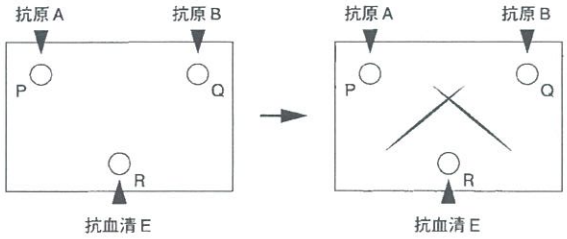


図２

実験５：穴Ｐと穴Ｑにいれる抗原の組合せを変えて同様の実験を続け，図３から図５で示したそれぞれの結果を得た。

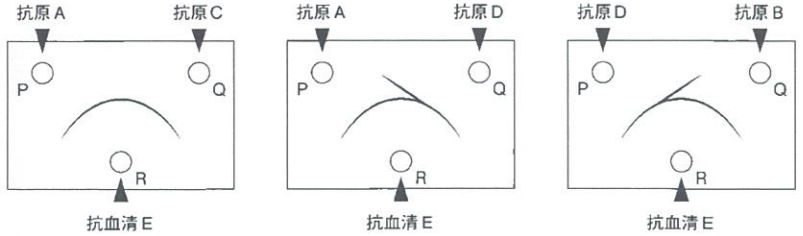


図３　図４　図５

問３　実験４と実験５に関する以下の記述(１～６)のうち，正しい解釈の組合せはどれか，下の選択肢の中から選べ。

１．抗原Ａと抗原Ｃは完全に一致する特徴をもつ。
２．抗原Ａと抗原Ｃは完全に異なる特徴をもつ。
３．抗原Ｄは抗原Ａとも抗原Ｂとも異なる特徴をもつ。
４．抗原Ｄは抗原Ａとだけ特徴が一致する。
５．抗原Ｄは抗原Ｂとだけ特徴が一致する。
６．抗原Ｄは抗原Ａと抗原Ｂの混合物である。

ａ．１，４　　ｂ．１，５　　ｃ．２，４　　ｄ．２，５　　ｅ．２，３
ｆ．３，４　　ｇ．３，５　　ｈ．１，６　　ｉ．４，６　　ｊ．５，６

実験６：特徴が異なる抗原Ｆと抗原Ｇを別のマウスに投与して抗血清Ｈを得た。図２のように３つの穴をあけ，抗原Ａ(穴Ｐ)，抗原Ｆ(穴Ｑ)，抗血清Ｅ(穴Ｒ)をいれて静置したところ，抗原Ｆに対して沈降線は形成されなかった。別の寒天で抗原Ａ(穴Ｐ)と抗原Ｇ(穴Ｑ)を抗血清Ｅ(穴Ｒ)と反応させた結果，図３と同じ結果が得られた。

問４　抗原Ａ，抗原Ｆ，および抗原Ｇを抗血清Ｈとの間で沈降線の実験を行った結果の解釈(３つの抗原は穴Ｐか穴Ｑへ加え，抗血清は穴Ｒへ加える)を以下に記述した(１～８)。正しい解釈の組合せはどれか，選べ。

１．抗原Ａ，抗原Ｆと抗血清Ｈを反応させると，図２右と同じ結果となる。
２．抗原Ａ，抗原Ｆと抗血清Ｈを反応させると，図５と同じ結果となる。
３．抗原Ａ，抗原Ｆと抗血清Ｈを反応させると，図４と同じ結果となる。
４．抗原Ａ，抗原Ｇと抗血清Ｈを反応させると，図２右と同じ結果となる。
５．抗原Ａ，抗原Ｇと抗血清Ｈを反応させると，図３と同じ結果となる。
６．抗原Ａ，抗原Ｇと抗血清Ｈを反応させると，図５と同じ結果となる。
７．抗原Ｆ，抗原Ｇと抗血清Ｈを反応させると，図２右と同じ結果となる。
８．抗原Ｆ，抗原Ｇと抗血清Ｈを反応させると，図３と同じ結果となる。

ａ．１，４，７　　ｂ．１，５，７　　ｃ．１，６，８　　ｄ．１，６，７
ｅ．２，４，７　　ｆ．２，５，７　　ｇ．２，６，８　　ｈ．３，４，７
ｉ．３，５，７　　ｊ．３，６，８

3 次の問に答えよ。

問 1　近視眼，遠視眼，老眼について，正しい3つの組合せはどれか，選べ。

1．近視眼は，凹レンズで矯正できる。
2．近視眼は，凸レンズで矯正できる。
3．遠視眼は，遠方の物体の像が網膜の後方にできる。
4．遠視眼は，遠方の物体の像が網膜の前方にできる。
5．老眼は，加齢によって水晶体がやわらかくなり，弾力性が増すので，毛様体を強くはたらかせても水晶体が厚くならない。
6．老眼は，加齢によって水晶体が硬くなり，弾力性が失われるので，毛様体を強くはたらかせても水晶体が厚くならない。

a．1，3，5　　b．1，3，6　　c．1，4，5　　d．1，4，6
e．2，3，5　　f．2，3，6　　g．2，4，5　　h．2，4，6

問 2　ヒトの網膜上には，視細胞は図1のように不均一に分布している。視細胞のうち，C は B の周辺部に多く，D は B の中心付近に多い。図の A ～ D に入る用語の正しい組合せはどれか，選べ。

	A	B	C	D
a	黄斑	盲斑	桿体細胞	錐体細胞
b	黄斑	盲斑	錐体細胞	桿体細胞
c	盲斑	黄斑	桿体細胞	錐体細胞
d	盲斑	黄斑	錐体細胞	桿体細胞

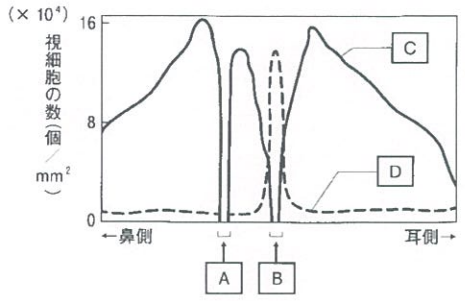


図1

（文1）
外界の明暗に対するヒトの眼の反応は以下のように起こる。

ア は，オプシンと呼ばれるタンパク質にビタミンAの一種である イ と呼ばれる物質が結合したものである。暗いところから明るいところへ急に出ると，まぶしくてものが見えにくい。これは，暗所で蓄積された ウ 細胞内の ア が一斉に構造変化を起こして，細胞が過度に反応するために起こる。

ア が エ すると，ウ 細胞の感度が低下してまぶしくなくなり，オ 細胞の働きによって見えるようになる。このような反応を カ 順応という。

一方，明るいところから暗いところに入ると，最初はものがよく見えないが，しばらくすると見えるようになる。暗所では，オプシンから離れた イ の一部が酵素の働きによって元の構造に戻り，再びオプシンと結合して ア が合成，蓄積される。これによって ウ 細胞の ア が蓄積されて感度が飛躍的に上昇することによって，弱い光でも受容できるようになるためである。このような反応を キ 順応という。

ウ 細胞に障害が起こると，暗い夜に視力が低下する夜盲症が起こる。ビタミンAは ア の再生に関わっているため，夜盲症はビタミンA欠乏症などでも起こることがある。

問 3　文1の ア ～ キ にあてはまる語はどれか，選べ。

a．明　　b．暗　　c．増加　　d．減少
e．桿体　　f．錐体　　g．レチナール　　h．ロドプシン
i．フォトプシン　　j．フラビンモノヌクレオチド

解答(出典)

問 4　図2は，暗い場所で，ヒトの眼が感知できる最小限の光の強さについて表したものである。図2のグラフのEとFからわかる正しい記述3つの組合せはどれか，選べ。

1．Eでは，錐体細胞の感度が約100倍上がっている。
2．Fでは，錐体細胞の感度が約1000倍上がっている。
3．Eでは，桿体細胞の感度が約100倍上がっている。
4．Fでは，桿体細胞の感度が約1000倍上がっている。
5．暗順応の完了には，約10分間を要する。
6．暗順応の完了には，約50分間を要する。

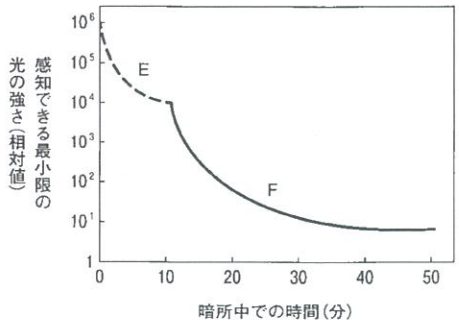


図2

a．1，3，5　　b．1，3，6　　c．1，4，5　　d．1，4，6
e．2，3，5　　f．2，3，6　　g．2，4，5　　h．2，4，6

問 5　発生段階に応じて胚の各部分は周囲の細胞に作用し，誘導が連鎖的に起こることによって，各器官が形成される。両生類の眼の形成について正しいものはどれか，選べ。

a．脊索は，脳に分化する。
b．眼胞は，表皮から網膜を誘導する。
c．水晶体は，表皮から角膜を誘導する。
d．原口背唇が，中胚葉から神経板を誘導する。
e．脊索を切除して，同じ時期の胚の腹部に移植すると，眼が形成される。

問 6　眼の分化を決定する調節因子に，*Pax6* 遺伝子がある。マウスでは *Pax6* 遺伝子はカメラ眼の形成に関与している。カエルやマウスなどの脊椎動物はカメラ眼をもつが，ショウジョウバエなどの昆虫は複眼をもつ。ショウジョウバエの将来脚になる部位の細胞で，マウスの *Pax6* 遺伝子を発現させたところ，その部位にショウジョウバエの複眼が形成された。この結果からわかることはどれか，選べ。

a．マウスの *Pax6* 遺伝子は，ショウジョウバエには機能しなかった。
b．*Pax6* 遺伝子は，マウスでもショウジョウバエでも，複眼の形成に関わる。
c．*Pax6* 遺伝子は，マウスでもショウジョウバエでも，カメラ眼の形成に関わる。
d．*Pax6* 遺伝子は，ショウジョウバエではカメラ眼，マウスでは複眼の形成に関わる。
e．*Pax6* 遺伝子は，ショウジョウバエでは複眼，マウスではカメラ眼の形成に関わる。

（文２）

視覚に関わるタンパク質であるオプシンにはさまざまな種類があり，どのオプシンをもつかによって，その動物の色覚が決まっている。ヒトがもつオプシンの中で，赤オプシンと緑オプシンの遺伝子はX染色体上に隣接して存在しており，ともに364個のアミノ酸を指定する。両者で異なるアミノ酸は15個のみで，この違いが吸収する光の波長の違いをもたらしている。赤オプシンと緑オプシンは光の吸収に関する性質も似ていることから，遺伝子重複(1)によって生じたと考えられている。

X染色体上にある緑オプシンの遺伝子変異による色覚多様性の人の割合は，ある集団(2)内の男性では20人に1人の割合で存在していた。この集団では，ハーディ・ワインベルグの法則が成立していると仮定する。

問７　文２下線部(1)の遺伝子重複について説明している正しい組合せはどれか，選べ。

1．遺伝子重複は脊椎動物のみで起こる現象である。

2．遺伝子重複の原因には，染色体の乗換えの異常などがある。

3．遺伝子重複によって生じた遺伝子が，元の遺伝子とは異なる機能を獲得することで，新しい遺伝子として進化することがある。

4．遺伝子重複によって生じた遺伝子に突然変異が起こることで，その遺伝子の機能が失われても，その個体の生存には影響を与えないことがある。

a．1，2　　b．1，3　　c．1，4　　d．2，3
e．2，4　　f．3，4　　g．1，2，3　　h．1，2，4
i．1，3，4　　j．2，3，4

問８　緑オプシンの遺伝子変異によって起こる色覚多様性の遺伝様式はどれか，選べ。

a．限性遺伝　　b．伴性遺伝　　c．従性遺伝
d．補足遺伝　　e．抑制遺伝　　f．被覆遺伝

問９　文２下線部(2)のある集団において，色覚多様性に関与する緑オプシン遺伝子をヘテロ接合でもつ女性は何％となるか，**解答例**に従って解答しなさい。小数第二位は，小数第三位を四捨五入して求めなさい。

解答 ア イ . ウ エ %

ア に十の位，イ に一の位，ウ に小数第一位，エ に小数第二位の数字をマークしなさい。

a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

解答例

35.70の場合，ア にc(3)　イ にe(5)　ウ にg(7)　エ にj(0)

2.95の場合，ア にj(0)　イ にb(2)　ウ にi(9)　エ にe(5)のようにマークしなさい。

4 次の文を読み，続く問に答えよ。

（文）

ヒトの筋肉が瞬間的に引き延ばされたとき，元の長さに戻そうとして収縮する反射を伸張反射という。ハンマーで膝関節の下を軽く叩くと，無意識に足が跳ね上がる膝蓋腱反射はその例である。伸張反射は脊髄を中枢とした反射弓によって生じる。筋繊維の間に存在する筋紡錘は，筋の長さ変化を適刺激とする受容器で，受容した刺激の強さに応じた感覚神経の興奮を生じる。興奮は感覚神経を介して脊髄に伝えられる。(1) 脊髄内では，シナプスを介して感覚ニューロン（神経細胞）から運動ニューロンへ興奮が伝達する。(2) 運動ニューロンの神経終末は筋繊維の細胞膜と終板を形成し，これを介した興奮の伝達によって筋肉が収縮する。

伸張反射の性質を調べるために，次のような実験を行った。図1は伸張反射の反射弓と実験装置の配置を示している。膝裏の皮膚上に刺激用の電極を貼り，電気刺激装置と接続した。また，ふくらはぎの皮膚上には，筋肉の収縮に伴う電気的活動を記録する電極を貼り付け，電位振幅をオシロスコープ上に表示した。膝裏の皮下を通る神経束にはふくらはぎの筋肉につながる多数の感覚ニューロンと多数の運動ニューロンの軸索（神経繊維）が含まれている。この神経束を1ミリ秒（1000分の1秒）のパルス波で電気刺激すると，閾値を超えた軸索に活動電位が発生し，興奮は軸索を伝導する。その結果，ふくらはぎの筋肉がわずかに収縮し，オシロスコープには図2のような2つの波形が記録された。刺激から5ミリ秒後に表れる波形Aは，電気刺激で運動ニューロンの軸索が興奮し，直接筋肉に到達した結果生じた電気的な反応である。波形Aから約30ミリ秒後に表れる波形Bは，電気刺激によって感覚ニューロンの軸索に生じた興奮が，反射弓を介して運動ニューロンに伝達し，筋肉に伝達した結果生じた電気的な反応である。刺激の強度を少しずつ変化させて電気刺激を行い，両波形の電位振幅を測定したところ，図3のようになった。ただし，図中の白丸（○）は波形Aの電位振幅を，黒丸（●）は波形Bの電位振幅を表す。また，刺激強度は波形Bの振幅が観察される最小強度を1としたときの相対値で示した。

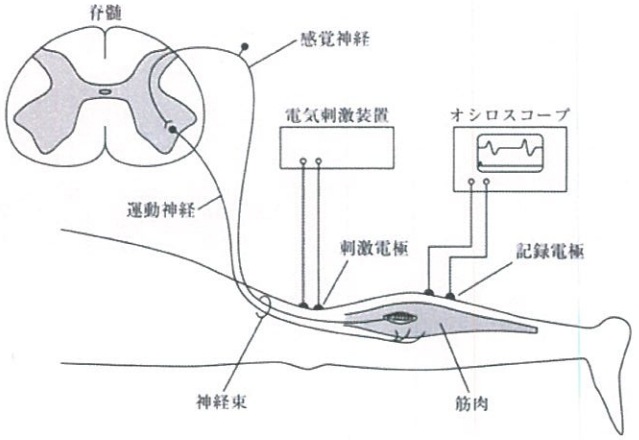


図1

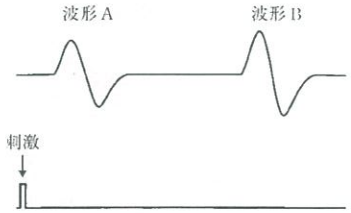


図2

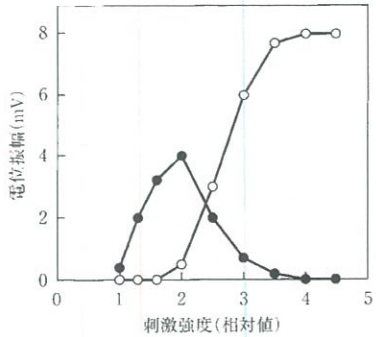


図3

問1　下線部(1)における，感覚神経の興奮伝導の説明として正しいのはどれか，2つ選べ。

a．刺激の強さは，跳躍伝導を大きくする。

b．刺激の強さは，軸索の伝導速度を変化させる。

c．刺激の強さは，ニューロンの不応期を短縮する。

d．刺激の強さは，ニューロンの活動電位を変化させる。

e．刺激の強さは，ニューロンの興奮頻度を変化させる。

f．刺激の強さは，ニューロンの閾値を変化させる。

g．刺激の強さは，興奮するニューロンの数を変化させる。

問 2　下線部2におけるシナプスの説明として正しいのはどれか，選べ。

a．興奮の伝達速度と軸索の伝導速度は，ほぼ変わらない。
b．伝達する興奮の大きさは，神経伝達物質の放出量に影響しない。
c．常に大きな興奮を受けているシナプスは，伝達効率が増加する。
d．興奮伝達は，シナプスを形成する２つの細胞間で双方向に行われる。
e．シナプス伝達によるシナプス後電位の発生は，全か無かの法則に従う。
f．シナプスの興奮性と抑制性は，電位依存性イオンチャネルの種類で決まる。

問 3　図２の波形Ａと波形Ｂには約 30 ミリ秒の時間差があった。この時間差を説明する要素とは考えられないのはどれか，選べ。

a．刺激部位から脊髄までの感覚ニューロンの興奮伝導時間
b．脊髄内のシナプス伝達時間
c．シナプス後電位の加重時間
d．脊髄から刺激部位までの運動ニューロンの興奮伝導時間
e．運動ニューロンの神経終末(終板)におけるシナプス伝達時間

問 4　図３の刺激強度１～２の間では，波形Ｂの振幅が強度依存的に大きくなる。このことから考えられるのはどれか，選べ。

a．伝導速度の異なる運動ニューロンがある。
b．閾値の異なる運動ニューロンがある。
c．神経伝達物質が異なる運動ニューロンがある。
d．伝導速度の異なる感覚ニューロンがある。
e．閾値の異なる感覚ニューロンがある。
f．神経伝達物質が異なる感覚ニューロンがある。

問 5　図３の刺激強度１～２の間をみると，波形が初めて表れる刺激強度(閾値)は波形Ｂより波形Ａの方が高い。このことから考えられることはどれか，選べ。

a．筋紡錘の閾値は，運動ニューロンの閾値より低い。
b．筋紡錘の閾値は，運動ニューロンの閾値より高い。
c．感覚ニューロンの閾値は，運動ニューロンの閾値よりも低い。
d．感覚ニューロンの閾値は，運動ニューロンの閾値よりも高い。
e．感覚ニューロンの活動電位は，運動ニューロンの活動電位より小さい。
f．感覚ニューロンの活動電位は，運動ニューロンの活動電位より大きい。

問 6　図３において，刺激強度が２以上では刺激強度の増加とともに波形Ａの振幅は増加し，波形Ｂの振幅は減少した。このことから考えられるのはどれか，選べ。

a．感覚ニューロンの興奮は，筋収縮を抑制する。
b．運動ニューロンの興奮は，反射弓を介した興奮を抑制する。
c．運動ニューロンの興奮は，感覚ニューロンの興奮を抑制する。
d．感覚ニューロンの興奮は，運動ニューロンの興奮を抑制する。
e．筋紡錘が刺激に順応すると，感覚ニューロンの興奮は減少する。
f．閾値を超える刺激では，感覚ニューロンの興奮頻度は減少する。
g．閾値を超える刺激では，興奮する感覚ニューロンの数が減少する。

問 7　図３において，波形Ａの振幅が刺激強度４以上では一定となっている。その理由として正しいのはどれか，選べ。

a．すべての運動ニューロンが興奮している。
b．運動ニューロンの活動電位が上限に達した。
c．運動ニューロンの興奮頻度が上限に達した。
d．神経束に含まれるすべてのニューロンが興奮している。
e．抑制性の入力により一部の運動ニューロンが活動していない。
f．運動ニューロンの神経終末に含まれる神経伝達物質の放出量が上限に達した。

5 次の文1と文2を読み，続く問に答えよ。

（文1）

ショウジョウバエの発生は体軸の決定，体軸に沿った胚の区画化，各区画における分化の過程を経て進む。前後軸と背腹軸は主に卵の極性に依存しており，未受精卵の前部または後部に偏って蓄えられている特定のmRNAとタンパク質により決まる。卵の極性に関わるmRNAとタンパク質は，母親の細胞の遺伝子から転写・翻訳されるため，その遺伝子を母性効果遺伝子という。母性効果遺伝子から作られるmRNAとタンパク質を母性因子という。卵は形成される過程で，卵の周囲にある母親の細胞から母性因子を受け取り，蓄える。母親の細胞で転写される4種類の母性効果遺伝子(ビコイド遺伝子，A遺伝子，B遺伝子，C遺伝子)由来のmRNAは，母性因子として未受精卵に蓄積し，体軸の決定や胚の区画化の過程に大きな影響を及ぼすことが知られている。

未受精卵では，ビコイドのmRNAは卵の前部に，AのmRNAは後部に局在し，BとCのmRNAは均等に存在している(図1左)。一方，受精卵では，ビコイドタンパク質とBのタンパク質は前部で高く，後部に向けて低くなる濃度勾配が生じ，AとCのタンパク質は後部で高く，前部に向けて低くなる濃度勾配が生じる(図1右)。これらのタンパク質の濃度勾配は，前後軸に沿った位置情報となり，濃度に応じて特定の遺伝子の発現が促進または抑制される。

(1)

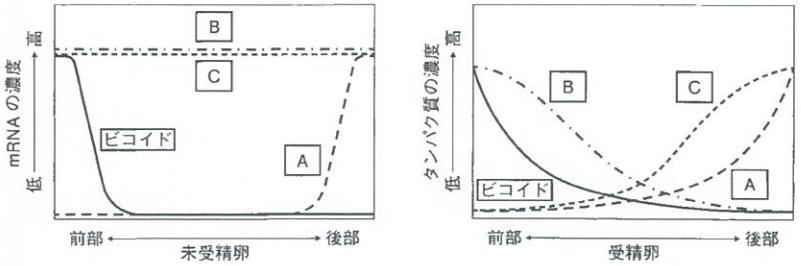


図1 母性因子の分布

問1 文1中の母性効果遺伝子A，B，Cの遺伝子名の正しい組合せはどれか，選べ。

	A遺伝子	B遺伝子	C遺伝子
a	ハンチバック遺伝子	コーダル遺伝子	ナノス遺伝子
b	ハンチバック遺伝子	ナノス遺伝子	コーダル遺伝子
c	コーダル遺伝子	ハンチバック遺伝子	ナノス遺伝子
d	コーダル遺伝子	ナノス遺伝子	ハンチバック遺伝子
e	ナノス遺伝子	ハンチバック遺伝子	コーダル遺伝子
f	ナノス遺伝子	コーダル遺伝子	ハンチバック遺伝子

問2 下線部(1)のように未受精卵では母性因子BとCのmRNAは均等に分布しているにもかかわらず，受精卵でのBとCのタンパク質の濃度分布では逆方向の勾配ができる。Bのタンパク質の濃度勾配が生じる理由として最も適切なのはどれか，選べ。

a．AのmRNAがB遺伝子の転写を抑制するため。
b．Aのタンパク質がB遺伝子の転写を抑制するため。
c．AのmRNAがBのmRNAの翻訳を阻害するため。
d．Aのタンパク質がBのmRNAの翻訳を阻害するため。
e．Aのタンパク質がBのタンパク質を分解するため。
f．CのmRNAがB遺伝子の転写を抑制するため。
g．Cのタンパク質がB遺伝子の転写を抑制するため。
h．CのmRNAがBのmRNAの翻訳を阻害するため。
i．Cのタンパク質がBのmRNAの翻訳を阻害するため。
j．Cのタンパク質がBのタンパク質を分解するため。

問 3　ビコイド遺伝子の機能を失った雌から生まれる幼虫の体節は頭部と胸部が失われ，先端部が尾部に変わった体節構造[尾部｜腹部｜尾部]となり成虫まで生育しないが，卵の前端にビコイド mRNA を注入することで元の体節構造[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜尾部]に回復させることができる。ビコイド mRNA を正常な卵の後端に注入した場合に生まれる幼虫の体節構造はどれか，選べ。

a．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜先端部｜頭部｜胸部]
b．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜胸部｜頭部｜先端部]
c．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜胸部｜尾部｜先端部]
d．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜胸部｜頭部｜尾部]
e．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜尾部｜先端部]
f．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜先端部｜頭部]
g．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜頭部｜先端部]
h．[先端部｜頭部｜胸部｜頭部｜胸部｜先端部]
i．[先端部｜頭部｜胸部｜頭部｜胸部｜尾部]
j．[先端部｜頭部｜胸部｜腹部｜尾部]

（文２）

ショウジョウバエの発生初期では，核が分裂しても細胞分裂しないため，胚は多核細胞になり，それぞれの核は胚の細胞質の前後軸に沿った調節タンパク質の濃度勾配の影響を受ける。ビコイドタンパク質やハンチバックタンパク質，コーダルタンパク質，ナノスタンパク質の胚の前後軸に沿った濃度勾配に従って[(2)]分節遺伝子の働きが調節されている。体節は，初めはどれも同じような構造をしているが，分節遺伝子が発現して生じる調節タンパク質によって遺伝子の発現が調節されると，徐々に特徴が現れる。[(3)]分節遺伝子は，３種類の遺伝子に分類されており，段階的に働くことで，胚が区画化され，先端部，頭部，胸部，腹部，尾部が形成される。さらに，頭部には触角，胸部には肢，翅などの器官がそれぞれ形成される。このような器官の形成にも様々な調節遺伝子が働いている。調節遺伝子の中には突然変異が起こると，触角が肢に置き換わるなど，体の一部の器官が別の器官に転換するものがある。体の一部の特徴が別の部分の特徴に転換する突然変異をホメオティック突然変異といい，ホメオティック突然変異の原因となる遺伝子を[(4)]ホメオティック遺伝子という。

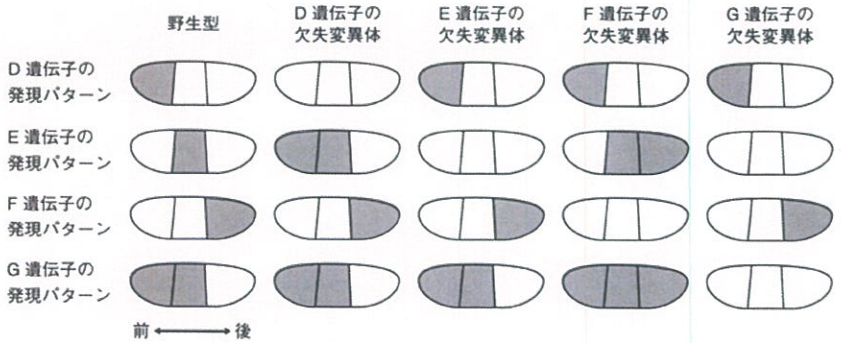


図２　調節遺伝子の発現パターン

問4　ショウジョウバエと近縁なハエの胚において，下線部2)にあるような分節遺伝子がそれぞれ調節遺伝子として発現を制御している。このハエの野生型の胚の前後軸に沿った3区画での調節遺伝子D，E，F，Gの発現パターンと各遺伝子の欠失変異体での発現パターンを調べ，図2の結果を得た。図の左から，野生型での各遺伝子の発現パターン，D，E，F，G遺伝子を欠失した変異体での各遺伝子の発現パターンを，遺伝子が発現している区画(グレー)と発現していない区画(白抜き)に分けて示してある。各遺伝子の発現量に差がない場合，各遺伝子間の作用の説明として適切なのはどれか，2つ選べ。

a．D遺伝子はE遺伝子の発現を抑制する。
b．D遺伝子とE遺伝子はそれぞれG遺伝子の発現を促進する。
c．E遺伝子はG遺伝子の発現を促進する。
d．E遺伝子はD遺伝子とF遺伝子の発現を抑制する。
e．F遺伝子はE遺伝子の発現を促進する。
f．G遺伝子はE遺伝子の発現を抑制する。
g．E遺伝子はどの発現にも影響しない。
h．G遺伝子はどの発現にも影響しない。

問5　下線部3)にある3種類の分節遺伝子について，次の文1～5のうち，正しい説明の組合せはどれか，選べ。

1．ギャップ遺伝子，ペアルール遺伝子，セグメントポラリティ遺伝子はそれぞれ複数の遺伝子からなる。
2．ギャップ遺伝子は，母性因子によって発現が調節されている。
3．ギャップ遺伝子から発現するタンパク質は，ペアルール遺伝子の発現を調節する。
4．ペアルール遺伝子から発現するタンパク質は，セグメントポラリティ遺伝子の発現を調節する。
5．セグメントポラリティ遺伝子は，胚の前後軸に沿って14本の縞状に発現する。

a．1，2，3，4，5　　b．2，3，4，5　　c．1，3，4，5
d．1，2，4，5　　e．1，2，3，5　　f．1，2，3，4
g．1，2，5　　h．1，3，4　　i．2，3，4
j．3，4，5

問6　下線部4)のホメオティック遺伝子に関する次の文1～5のうち，誤った説明の組合せはどれか，選べ。

1．遺伝子の転写調節領域に180塩基対からなるホメオボックスを含んでいる。
2．アンテナペディア遺伝子群とバイソラックス遺伝子群は第3染色体に連鎖している。
3．ホメオボックスを持つ遺伝子は*Hox*(ホックス)遺伝子と総称される。
4．アンテナペディア遺伝子群は頭部から中胸部の構造を決定する。
5．ホメオティック遺伝子は，母性因子によって発現が調節されている。

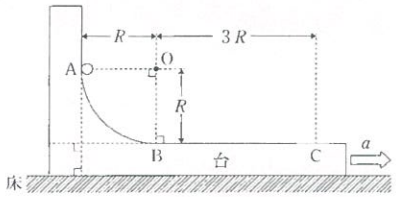
a．1，2　　b．1，3　　c．1，4　　d．1，5　　e．2，3
f．2，4　　g．2，5　　h．3，4　　i．3，5　　j．4，5

物　理

1　次の文章を読み，各問に答えよ。

図のように，水平な床の上に台があり，台は右向きに一定の大きさ $a\,(>0)$[m s^2]の加速度で運動している。台の面について，点Aから点Bまでの面を図のように見ると点Oを中心とする半径 R[m]で中心角90°の円弧となり，OAは水平，OBは鉛直である。Bの右には水平面があり，水平面上の点CはBから右へ $3R$ だけ離れている。Aから鉛直上方には鉛直な面がある。AとBにおいて台の面はなめらかにつながっている。

運動中の台の上で，質量 m[kg]の小球をAにおいて静かにはなしたところ，小球はすべり落ち，Bを通過した。台と小球との間に摩擦はない。小球は常に台の面に接してすべり，鉛直面及び水平面はともに十分に広く，小球が台から落ちることはない。重力加速度の大きさを g[m s^2]とする。



問 1　小球がAからBに移動するまでに小球にはたらく重力がする仕事を求めよ。

a．mgR　　b．$-mgR$　　c．$m(g+a)R$

d．$-m(g+a)R$　　e．$-\frac{\pi}{2}m(g+a)R$　　f．$-\frac{\pi}{2}mgR$

問 2　小球がBを通過するときの台に対する小球の速さを求めよ。

a．$\sqrt{(g-a)R}$　　b．$\sqrt{(g+a)R}$　　c．$\sqrt{2(g-a)R}$　　d．$\sqrt{2(g+a)R}$

e．$\sqrt{2(g-2a)R}$　　f．$\sqrt{2(g+2a)R}$　　g．$\sqrt{(g-3a)R}$　　h．$\sqrt{(g+3a)R}$

問 3　小球がCを通過する場合，その瞬間における台に対する小球の速さを求めよ。

a．$\sqrt{(g-2a)R}$　　b．$\sqrt{(g+2a)R}$　　c．$\sqrt{2(g-3a)R}$

d．$\sqrt{2(g+3a)R}$　　e．$\sqrt{2(g-4a)R}$　　f．$\sqrt{2(g+4a)R}$

問 4　小球がCに達するために，加速度の大きさ a が満たすべき条件として最も適当なものを選べ。

a．$a \leqq \frac{g}{4}$　　b．$a \leqq \frac{g}{3}$　　c．$a \leqq \frac{g}{2}$　　d．$a \leqq g$

e．$a \geqq \frac{g}{4}$　　f．$a \geqq \frac{g}{3}$　　g．$a \geqq \frac{g}{2}$　　h．$a \geqq g$

問 5　小球がBを通過できるが，Cには達することができない場合，加速度の大きさ a の範囲として最も適当なものを選べ。

a．$\frac{g}{4} < a < g$　　b．$\frac{g}{3} < a < g$　　c．$\frac{g}{2} < a < g$　　d．$a < g$

e．$\frac{g}{4} < a < \frac{g}{3}$　　f．$\frac{g}{4} < a < \frac{g}{2}$　　g．$\frac{g}{3} < a < \frac{g}{2}$　　h．$g < a$

問 6　小球がCを通過できる場合，台に対する小球の速さが最も大きくなる点をDとする。DとAの間の水平距離を求めよ。

a．$\frac{g^2+a^2+a\sqrt{g^2+a^2}}{g^2+a^2}R$　　b．$\frac{g^2+a^2-a\sqrt{g^2+a^2}}{g^2+a^2}R$　　c．$\frac{g^2+a^2+g\sqrt{g^2+a^2}}{g^2+a^2}R$

d．$\frac{g^2+a^2-g\sqrt{g^2+a^2}}{g^2+a^2}R$　　e．$\frac{g}{a}R$　　f．$\frac{a}{g}R$

g．$4R$　　h．$5R$

問 7　問6のDにおける台に対する小球の速さを求めよ。

a．$\sqrt{(\sqrt{g^2+a^2}-g)R}$　　b．$\sqrt{(\sqrt{g^2+a^2}-a)R}$　　c．$\sqrt{(g+a)R}$

d．$\sqrt{2(g+a)R}$　　e．$\sqrt{(g-a)R}$　　f．$\sqrt{2(g-a)R}$

g．$\sqrt{2(\sqrt{g^2+a^2}-g)R}$　　h．$\sqrt{2(\sqrt{g^2+a^2}-a)R}$

問 8　小球の到達できる最も右の点がCに一致する場合，Aから離れて一度Cまで達した後の小球の運動として最も適当な説明を選べ。ただし，小球の運動を台上に固定された観測者から見たものとして考える。

a．Cで静止したままになる。

b．CとAとの間を往復し続ける。

c．CとBとの間を往復し続ける。

d．CからAに移動した後，AとBとの間を往復し続ける。

e．CからBに移動した後，BとCとの間を往復し続ける。

f．CからAに移動した後，Aで静止したままになる。

2 次の文章を読み，各問に答えよ。

水平な床の上に，半径が$2r$[m]で中心をOとする密度が一様な球をおいた。そして，図1のように，その球の内部から，半径r[m]の球を取り除いた。取り除いた部分（半径rの球）の質量はm[kg]であった。このようにして内部に空洞ができた半径$2r$の球をSとする。空洞の表面は，Sの中心O及びSの表面の点Aの両方に接している。また，Sの重心をGとし，Sが床と接する点をBとする。ここで，線分OAが水平となるようにして，Aに鉛直下向きに大きさF[N]の力を加えてSを静止させた。この静止状態では，Bにおいて床からSが受ける摩擦力は生じていない。重力加速度の大きさはg[m s^2]とする。

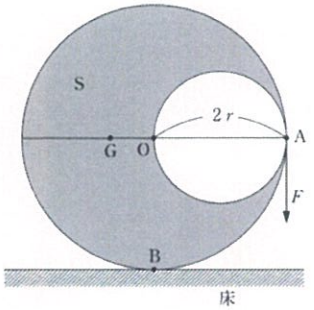


図1

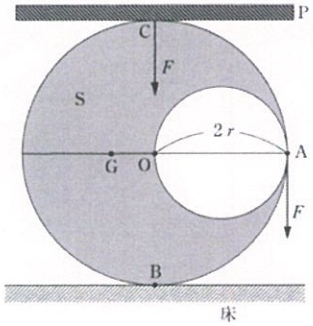


図2

問1　Sの質量を求めよ。

a．$4m$　b．$\frac{9}{2}m$　c．$5m$　d．$\frac{11}{2}m$　e．$7m$　f．$8m$

問2　OとGとの間の距離を求めよ。

a．$\frac{r}{12}$　b．$\frac{r}{7}$　c．$\frac{r}{4}$　d．$\frac{2}{3}r$　e．r　f．$\frac{5}{4}r$

問3　Fを求めよ。

a．$\frac{mg}{14}$　b．$\frac{mg}{7}$　c．$\frac{mg}{4}$　d．$\frac{mg}{2}$　e．$\frac{5}{2}mg$　f．$\frac{7}{2}mg$

問4　Sが床から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

a．$\frac{5}{2}mg$　b．$4mg$　c．$\frac{13}{3}mg$　d．$\frac{25}{4}mg$　e．$\frac{15}{2}mg$　f．$8mg$

ここで，図2のように，Sの点Aに大きさFの力を加えたまま，静止しているSの上方から水平な板PをSに押し当てることで，鉛直下向きに大きさFの力をSの点Cに加えた。Pは常に水平である。そして，Aに加えた力のみについて，その大きさをFからゆっくり減少させたところ，大きさが$\frac{F}{3}$になったときにSは回転を始めた。ただし，Sと床との間及びSとPとの間の静止摩擦係数をともにμとする。

問5　Sが回転を始める直前に，Sが床から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

a．$\frac{9}{2}mg$　b．$\frac{16}{3}mg$　c．$7mg$　d．$\frac{23}{3}mg$　e．$\frac{19}{2}mg$　f．$10mg$

問6　Sが回転を始める直前に，CにおいてSにはたらく摩擦力の大きさを求めよ。

a．$\frac{2}{5}\mu mg$　b．$\frac{\mu mg}{2}$　c．$\frac{5}{7}\mu mg$　d．$\frac{21}{4}\mu mg$　e．$7\mu mg$　f．$\frac{23}{3}\mu mg$

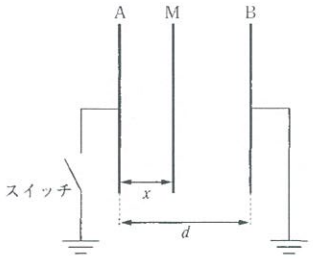
問7　μを求めよ。

a．$\frac{3}{22}$　b．$\frac{1}{7}$　c．$\frac{2}{9}$　d．$\frac{1}{4}$　e．$\frac{1}{3}$　f．$\frac{2}{5}$

3 次の文章を読み，各問に答えよ。

真空中に，面積 S[m^2]で同じ形状の極板A，Bからなる平行板コンデンサーがある。AとBは間隔 d[m]で固定している。Aは導線とスイッチを介して接地できるが，最初，スイッチは開いている。Bは導線で接地されている。A，Bの間に，厚さの無視できる導体板Mをおく。MはA，Bと同形で同じ面積 S をもち，A，Bとの平行を保ったまま，それらの間を極板面に垂直な方向にのみ移動できる。AとMとの間の距離を x[m]とする。ただし，極板に垂直な方向から見ると，A，M，Bはすべてちょうど重なって見える。その様子を図に示す。

最初，A，B，Mのいずれにも電荷は蓄えられていない。接地点の電位を0とする。極板と導体板との間で電場は一様であるとする。真空の誘電率は ε_0[F m]とする。



問1　スイッチが開いた状態で，AとBとの間の電気容量を求めよ。

a．$\dfrac{\varepsilon_0 S}{d-x}$　　b．$\dfrac{\varepsilon_0 S}{d+x}$　　c．$\dfrac{\varepsilon_0 Sx}{d(d-x)}$

d．$\dfrac{\varepsilon_0 Sd}{x(d-x)}$　　e．$\dfrac{\varepsilon_0 S}{d}$　　f．$\dfrac{\varepsilon_0 S(x+d)}{xd}$

次に，スイッチを閉じ，Mを正の電荷 Q[C]で帯電させたところ，Aに電荷 Q_A[C]，Bに電荷 Q_B[C]がそれぞれ現れた。

問2　Q_A を求めよ。

a．$-\dfrac{d-x}{d}Q$　　b．$\dfrac{d-x}{d}Q$　　c．$-\dfrac{d+x}{3d}Q$　　d．$\dfrac{d+x}{3d}Q$

e．$-\dfrac{x}{d}Q$　　f．$\dfrac{x}{d}Q$　　g．$-\dfrac{Q}{2}$　　h．$\dfrac{Q}{2}$

問3　この小問に限って，仮に Q_A の絶対値が Q_B の絶対値の2倍になる場合を考える。その場合の x を求めよ。

a．$\dfrac{d}{5}$　　b．$\dfrac{2d}{9}$　　c．$\dfrac{d}{4}$　　d．$\dfrac{3d}{10}$　　e．$\dfrac{d}{3}$　　f．$\dfrac{d}{2}$　　g．$\dfrac{2d}{3}$

問4　Mの電位を求めよ。

a．$\dfrac{(d-x)xQ}{\varepsilon_0 Sd}$　　b．$\dfrac{(d-x)^2xQ}{\varepsilon_0 Sd^2}$　　c．$\dfrac{(d-x)xQ}{\varepsilon_0 S}$　　d．$\dfrac{(d-x)SQ}{\varepsilon_0 xd}$

e．$\dfrac{(d-x)xSQ}{\varepsilon_0 d}$　　f．$\dfrac{(d-x)x^2Q}{\varepsilon_0 Sd^2}$　　g．$\dfrac{(d-x)x^2SQ}{\varepsilon_0 d^2}$

問5　Mの位置 x を変化させたとき，平行板コンデンサー全体に蓄えられる静電エネルギーが取り得る最大値を求めよ。

a．$\dfrac{Q^2}{2\varepsilon_0 d}$　　b．$\dfrac{Q^2}{4\varepsilon_0 d}$　　c．$\dfrac{SQ^2}{4\varepsilon_0 d}$　　d．$\dfrac{SQ^2}{8\varepsilon_0 d}$

e．$\dfrac{Q^2}{4\varepsilon_0 Sd}$　　f．$\dfrac{Q^2}{8\varepsilon_0 Sd}$　　g．$\dfrac{dQ^2}{2\varepsilon_0 S}$　　h．$\dfrac{dQ^2}{8\varepsilon_0 S}$

問6　Mの位置を x から $x+\Delta x$ へ微小変位させた。この変位によって平行板コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーに生じる変化量を求めよ。ただし，x，d に比べて Δx は十分小さく，Δx の2次以上は無視し，Δx に比例する変化量までを考える。

a．$\dfrac{Q^2(d-2x)\Delta x}{\varepsilon_0 Sd}$　　b．$\dfrac{Q^2(d-2x)\Delta x}{2\varepsilon_0 Sd}$　　c．$\dfrac{Q^2(d-x)\Delta x}{\varepsilon_0 Sd}$

d．$\dfrac{Q^2(d-x)\Delta x}{2\varepsilon_0 Sd}$　　e．$\dfrac{Q^2x(d-x)\Delta x}{\varepsilon_0 Sd^2}$　　f．$\dfrac{Q^2x(d-2x)\Delta x}{2\varepsilon_0 Sd^2}$

問7　Mを $x=\dfrac{d}{4}$ に静止させるためには外力を加える必要がある。その外力の大きさと向きの組み合わせとして最も適当なものを選べ。ただし，前問の結果をもとに，微小変位をするときにMにはたらく力は一定とみなして，必要な外力を考える。なお，重力の影響は考えない。向きは図中の向きとする。

a．$\dfrac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$ 右向き　　b．$\dfrac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$ 左向き　　c．$\dfrac{Q^2}{4\varepsilon_0 d^2}$ 右向き

d．$\dfrac{Q^2}{4\varepsilon_0 d^2}$ 左向き　　e．$\dfrac{Q^2}{4\varepsilon_0 S}$ 右向き　　f．$\dfrac{Q^2}{4\varepsilon_0 S}$ 左向き

問8　Mにはたらく力が0となる x を求めよ。

a．0　　b．$\dfrac{d}{4}$　　c．$\dfrac{d}{3}$　　d．$\dfrac{d}{2}$　　e．$\dfrac{2d}{3}$　　f．$\dfrac{3d}{4}$　　g．d

ここで，Mを位置 $x=\dfrac{d}{4}$ からBに向けて一定の速さ $v(>0)$[m/s]で移動させる。Mが運動すると，A，Bに現れる電荷は時間的に変化する。

問 9　Mの移動中にAにつながった導線に流れる電流を求めよ。ただし，Aから接地点に向けて流れる電流の値を正とし，逆の向きに流れる電流の値は負とする。

a．$\dfrac{dQv}{4S}$　　b．$-\dfrac{dQv}{4S}$　　c．$\dfrac{2SQv}{d}$　　d．$-\dfrac{2SQv}{d}$

e．$\dfrac{4Qv}{d}$　　f．$-\dfrac{4Qv}{d}$　　g．$\dfrac{Qv}{d}$　　h．$-\dfrac{Qv}{d}$

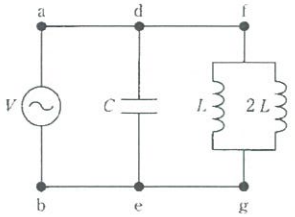
問10　Mの移動中にBにつながった導線に流れる電流を求めよ。ただし，Bから接地点に向けて流れる電流の値を正とし，逆の向きに流れる電流の値は負とする。

a．$\dfrac{dQv}{4S}$　　b．$-\dfrac{dQv}{4S}$　　c．$\dfrac{2SQv}{d}$　　d．$-\dfrac{2SQv}{d}$

e．$\dfrac{Qv}{2d}$　　f．$-\dfrac{Qv}{2d}$　　g．$\dfrac{Qv}{d}$　　h．$-\dfrac{Qv}{d}$

4　次の文章を読み，各問に答えよ。

図のように，電気容量 C[F]のコンデンサーと自己インダクタンス L[H]，$2L$[H]の2個のコイルを並列接続したものを交流電源につないだ回路がある。交流電源の点bに対する点aの電位 V[V]は，振幅 V_0[V]，角周波数 ω[rad/s]，時刻 t[s]を用いて，$V=V_0\sin\omega t$ である。



問 1　時刻 t にコンデンサーに流れる電流を求めよ。ただし，dからeへ流れる向きを正とする。

a．$\dfrac{V_0}{\omega C}\sin\omega t$　　b．$\dfrac{2V_0}{\omega C}\sin\omega t$　　c．$\omega CV_0\sin\omega t$　　d．$2\omega CV_0\sin\omega t$

e．$\dfrac{V_0}{\omega C}\cos\omega t$　　f．$\dfrac{2V_0}{\omega C}\cos\omega t$　　g．$\omega CV_0\cos\omega t$　　h．$2\omega CV_0\cos\omega t$

問 2　時刻 t にfを流れる電流を求めよ。ただし，fからgへ流れる向きを正とする。

a．$\dfrac{V_0}{3\omega L}\sin\omega t$　　b．$-\dfrac{V_0}{6\omega L}\sin\omega t$　　c．$3\omega LV_0\sin\omega t$　　d．$6\omega LV_0\sin\omega t$

e．$\dfrac{2V_0}{3\omega L}\cos\omega t$　　f．$-\dfrac{3V_0}{2\omega L}\cos\omega t$　　g．$\dfrac{2\omega LV_0}{3}\cos\omega t$　　h．$-\dfrac{3\omega LV_0}{2}\cos\omega t$

問 3　fを流れる電流の実効値を求めよ。

a．$\dfrac{\sqrt{2}\,V_0}{6\omega L}$　　b．$\dfrac{\sqrt{2}\,V_0}{3\omega L}$　　c．$\dfrac{3\sqrt{2}\,\omega LV_0}{2}$　　d．$3\sqrt{2}\,\omega LV_0$

e．$\dfrac{3\sqrt{2}\,V_0}{4\omega L}$　　f．$\dfrac{3\sqrt{2}\,V_0}{2\omega L}$　　g．$\dfrac{\sqrt{2}\,\omega LV_0}{3}$　　h．$\dfrac{2\sqrt{2}\,\omega LV_0}{3}$

問 4　aを流れる電流が常に0となる ω を求めよ。

a．$\dfrac{\sqrt{6}}{2\sqrt{LC}}$　　b．$\dfrac{\sqrt{6}}{4\pi\sqrt{LC}}$　　c．$\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$　　d．$\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

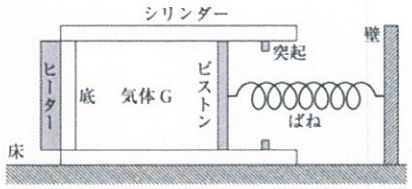
e．$\dfrac{\sqrt{6}}{3\sqrt{LC}}$　　f．$\dfrac{\sqrt{6}}{6\pi\sqrt{LC}}$　　g．$\dfrac{\sqrt{3}}{3\sqrt{LC}}$　　h．$\dfrac{\sqrt{3}}{6\pi\sqrt{LC}}$

問 5　f－g 間に並列接続された 2 個のコイルをともに取り除き，代わりに f－g 間に 1 個の別のコイルをつなぐ。a を流れる電流が常に 0 となる ω の値を，問 4 で求めた値の $\frac{1}{2}$ 倍にするためには，代わりにつなぐコイルの自己インダクタンスをいくらにすればよいか。

a．$\frac{L}{4}$　　b．$\frac{L}{2}$　　c．$\frac{2}{3}L$　　d．$\frac{3}{2}L$　　e．$2L$　　f．$\frac{8}{3}L$　　g．$4L$

5　次の文章を読み，各問に答えよ。

図のように，大気中において，なめらかに動く断面積 S[m²]のピストンのついたシリンダー内に単原子分子理想気体 G を閉じ込め，シリンダーを水平な床の上に固定した。シリンダーの側面及びピストンは断熱されているが，シリンダーの底は断熱されていない。ピストンには，ばね定数 k[N/m]のばねの一端が取り付けられており，ばねの他端は動かない壁に固定され，ばねは常に水平である。シリンダーの内壁には突起があり，ピストンは突起を越えて右に移動できない。シリンダーの底は外部のヒーターと接しており，G はヒーターと熱のやりとりができる。最初，ばねは自然の長さであり，G は圧力 p_0[Pa]，体積 V_0[m³]，温度 T_0[K]にあって，ピストンは突起とシリンダー底との間の位置で静止していた。この最初の状態を A とする。



ここで，G をヒーターで加熱してゆっくり G を膨張させ，ピストンが突起にちょうど接したときに加熱をやめた。加熱をやめた直後の状態を B とする。そのとき，G は圧力 p_1[Pa]，体積 V_1[m³]，温度 T_1[K]であった。

問 1　T_1 を求めよ。

a．$\frac{p_1V_1}{p_0V_0}T_0$　　b．$\frac{p_0V_0}{p_1V_1}T_0$　　c．$\frac{p_1}{p_0}T_0$　　d．$\frac{p_0}{p_1}T_0$　　e．$\frac{V_1}{V_0}T_0$　　f．$\frac{V_0}{V_1}T_0$

問 2　p_1 を求めよ。

a．$\frac{k(V_1-V_0)}{S^2}$　　b．$p_0+\frac{kV_1}{S^2}$　　c．$p_0+\frac{kV_0}{S^2}$

d．$p_0+\frac{k(V_1-V_0)}{S^2}$　　e．$p_0-\frac{k(V_1-V_0)}{S^2}$

問 3　状態変化 A→B において G が外部にする仕事を求めよ。

a．$(p_1+p_0)(V_1+V_0)$　　b．$(p_1+p_0)(V_1-V_0)$　　c．$(p_1-p_0)(V_1-V_0)$

d．$\frac{1}{2}(p_1+p_0)(V_1+V_0)$　　e．$\frac{1}{2}(p_1-p_0)(V_1-V_0)$　　f．$\frac{1}{2}(p_1-p_0)(V_1-V_0)$

問題(裏面)

状態Bになった直後に，ヒーターとばねを取り除いた。ただし，ヒーターを取り除いても，Gはシリンダーの底で外部と熱のやり取りができる。ピストンは突起に接したまましばらく止まっていたが，やがて左へゆっくり移動し始めた。ピストンが左へ移動を始める瞬間の状態をCとする。ピストンの移動中，Gの圧力は変化しない。最終的に，ピストンは静止し，状態Aに戻った。

問 4　状態変化B→CにおけるGの内部エネルギーの変化量を求めよ。

a．$(p_1-p_0)V_1$　　b．$-(p_1-p_0)V_1$　　c．$\frac{3}{2}(p_2-p_0)V_1$

d．$-\frac{3}{2}(p_1-p_0)V_1$　　e．$\frac{5}{2}(p_1-p_0)V_1$　　f．$-\frac{5}{2}(p_1-p_0)V_1$

問 5　状態変化C→AにおいてGが吸収する熱量を求めよ。

a．$p_0(V_1+V_0)$　　b．$-p_0(V_1-V_0)$　　c．$\frac{3}{2}p_1(V_2-V_0)$

d．$-\frac{3}{2}p_0(V_1-V_0)$　　e．$\frac{5}{2}p_1(V_1-V_0)$　　f．$-\frac{5}{2}p_0(V_1-V_0)$

化　学

[1]．[2]．[3] の各問に答えよ。必要であれば，以下の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0：C = 12.0：O = 16.0：K = 39.1：Mn − 54.9

問題で [ア]．[イ] [ウ] × $10^{[エ]}$ のように有効数字3桁で答える場合，計算で 9.8765 … × 10^{1} となった場合は，有効数字より1桁多い4桁目の数値の6を四捨五入して 9.88 × 10^{1} と答えよ。同様に，他の桁で求める場合も解答の数値については指定された有効数字より1桁多い数値を四捨五入して答えよ。

また，問題で [ア] [イ]．[ウ] のように小数点以下1桁で答える場合，計算で 98.765 … となった場合は，小数点以下2桁の6を四捨五入して 98.8 と答えよ。

同様に，問題で [ア] [イ] [ウ] のように整数で答える場合，計算で 987.65 … となった場合は，小数点以下1桁の6を四捨五入して 988 と答えよ。

解答欄にア，イ，ウなど記号がある場合は，全ての記号について解答を選ぶこと。

[1] 各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

問 1　^{37}Cl と中性子の数が同じものを選べ。

a．^{41}K　　b．^{32}S　　c．^{31}P　　d．^{36}Ar　　e．^{40}Ca

問 2　N と価電子の数が同じものを選べ。

a．Al　　b．Ar　　c．Ca　　d．Cl　　e．K

f．Mg　　g．O　　h．P　　i．S　　j．Si

問 3　溶液の濃度について，正しい記述を全て選んだ組合せを選べ。

1．質量モル濃度[mol/kg]は溶液の質量[kg]当たりの溶質の物質量[mol]を表した濃度である。

2．モル濃度[mol/L]は溶液の体積[L]当たりの溶質の物質量[mol]を表した濃度である。

3．質量パーセント濃度(%)は溶液の質量に対する溶質の質量の割合を百万分率で示した濃度である。

a．1　　b．2　　c．3　　d．1，2

e．1，3　　f．2，3　　g．1，2，3

問 4　ナトリウムの保存方法として正しい記述を選べ。

a．空気中で保存する。

b．灯油中に保存する。

c．水の中に保存する。

d．エタノール中で保存する。

e．塩素を入れたビンの中で保存する。

問 5　水と激しく反応して O_2 を生成させる単体を選べ。

a．塩素　　b．臭素　　c．窒素　　d．フッ素　　e．ヨウ素

問 6　銅に濃硝酸を加えて生成する気体の物質名とその色の正しい組合せを選べ。

	物質名	色
a．	窒素	無色
b．	窒素	緑色
c．	窒素	赤褐色
d．	一酸化窒素	無色
e．	一酸化窒素	緑色
f．	一酸化窒素	赤褐色
g．	二酸化窒素	無色
h．	二酸化窒素	緑色
i．	二酸化窒素	赤褐色

問 7　以下に示す平衡反応で正しい記述を全て選んだ組合せを選べ。ただし，A，B，C，D は元素記号ではなく，物質の化学式一般を表す。また，a，b，c，d は係数を表し，e，f，g，h は状態を表す。ΔH は反応エンタルピーを表す。

$$aA(e) + bB(f) \rightleftarrows cC(g) + dD(h) \qquad \Delta H < 0$$

1．正反応は吸熱反応である。

2．正反応は発熱反応である。

3．正反応は吸熱反応とも発熱反応とも断定できない。

4．温度を下げても平衡が移動しない。

5．温度を下げると正反応の向きに平衡が移動する。

6．温度を下げると逆反応の向きに平衡が移動する。

a．1，4　　b．1，5　　c．1，6　　d．2，4　　e．2，5

f．2，6　　g．3，4　　h．3，5　　i．3，6

問 8　次の分子のうち，沸点が4番目に高いものを選べ。

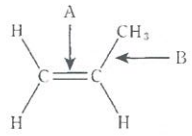
a．エタン　　b．ブタン　　c．メタン
d．1-ブタノール　　e．2-ブタノール

問 9　シクロヘキサンについて正しい記述を全て選んだ組合せを選べ。

1．シクロヘキサンの最も安定な構造は，舟形である。
2．シクロヘキサンの最も安定な構造は，いす形である。
3．環状構造と鎖状構造が速く変換する。
4．シクロヘキサンは2-ヘキセンの立体異性体である。
5．シクロヘキサンの最も安定な構造は，シクロヘキサンを構成する全ての炭素原子が同一平面上にある。

a．1　　b．2　　c．1，3　　d．1，4
e．1，5　　f．2，3　　g．2，4　　h．2，5

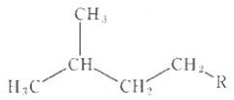
問10　以下に示す分子の矢印で示した結合について正しい記述を全て選んだ組合せを選べ。



1．Bの結合はAの二重結合に比べて結合距離が短い。
2．Aの二重結合はBの結合に比べて結合エネルギーが小さい。
3．Aで結合された炭素原子はAの結合軸で自由に回転できない。

a．1　　b．2　　c．3　　d．1，2
e．1，3　　f．2，3　　g．1，2，3

問11　以下に示した有機化合物がオクタンの構造異性体になるように炭化水素基Rを選べ。



a．エチル基　　b．ビニル基　　c．ブチル基
d．メチル基　　e．フェニル基　　f．プロピル基

問12　ギ酸は還元性を示す。この要因となっている官能基の名称として最も適切なものを選べ。

a．ニトロ基　　b．アセチル基　　c．ホルミル基
d．カルボキシ基　　e．ヒドロキシ基

問13　キサントプロテイン反応を示すアミノ酸を選べ。

a．セリン　　b．リシン　　c．グリシン
d．チロシン　　e．システイン　　f．グルタミン酸

問14　アラニンについて正しい記述を全て選んだ組合せを選べ。ただし，アラニンの側鎖はメチル基である。

1．アラニンは不斉炭素原子が2つある。
2．等電点で最も多い状態のアラニンは双性イオンとなっている。
3．電気泳動で，等電点よりpHが低いアラニン水溶液に電圧をかけると，アラニンは陽極へ移動する。

a．1　　b．2　　c．3　　d．1，2
e．1，3　　f．2，3　　g．1，2，3

問15　水溶液が還元性を示さない糖を選べ。

a．グルコース　　b．スクロース　　c．マルトース
d．ラクトース　　e．ガラクトース　　f．セロビオース

2 各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

有機化合物など天然水に含まれる成分を酸化するとき，酸化された量を酸化剤の量で表す方法がある。ここで，酸化剤の量は実験で用いた酸化剤の他に，酸化剤を O_2 として換算した値を用いることがある。硫酸酸性の条件下で，天然水に含まれる成分を酸化剤の $KMnO_4$ で酸化し，天然水1L当たりの成分を酸化させるのに用いた $KMnO_4$ の質量を実験で求める。

実験1では，$KMnO_4$ 水溶液の濃度を求めるために，濃度が分かっているシュウ酸($(COOH)_2$)水溶液で滴定する。実験2では，硫酸酸性の条件で，天然水に含まれる成分を $KMnO_4$ で酸化させた後，これに $(COOH)_2$ を一度に加えて未反応の $KMnO_4$ を全て反応させる。ここで残った $(COOH)_2$ を $KMnO_4$ 水溶液で滴定する。これらの実験により，天然水に含まれる成分を酸化するのに用いた $KMnO_4$ の量を求める。

実験1と実験2では，硫酸酸性の条件下で，$(COOH)_2$ と $KMnO_4$ の酸化還元反応が起こる。$(COOH)_2$ の還元剤の働きをする電子を含むイオン反応式を(1)式に示す。

$$(COOH)_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + \boxed{ア}\,e^- \qquad (1)$$

硫酸酸性の条件下で，MnO_4^- は還元されるとマンガンを含むイオンとして Mn^{2+} になる。Mnの酸化数の変化から，MnO_4^- が還元されるのに必要な電子の数がわかる。$\underline{Mn}O_4^-$ の下線に示したMn原子の酸化数は $\boxed{イ}$ で，$\underline{Mn}^{2+}$ の下線に示したMn原子の酸化数は $\boxed{ウ}$ である。従って，硫酸酸性で1molの MnO_4^- を還元させるのに必要な $(COOH)_2$ の物質量は $\boxed{エ}$ molである。

酸性条件で，O_2 の酸化剤の働きをする電子を含むイオン反応式を(2)式に示す。

$$O_2 + 4H^+ + \boxed{オ}\,e^- \rightarrow 2H_2O \qquad (2)$$

<u>実験1</u>　5.00×10^{-3} mol/L $(COOH)_2$ 水溶液を10.00 mLとり，コニカルビーカーに入れた。このコニカルビーカーに蒸留水を50.00 mL，3.00 mol/L H_2SO_4 水溶液を10.00 mL加えた。このコニカルビーカーを65℃に加熱して $KMnO_4$ 水溶液Aで滴定すると，12.50 mLで過不足なく $(COOH)_2$ が MnO_4^- と反応した。

<u>実験2</u>　無色透明な天然水Bを50.00 mLとり，コニカルビーカーに入れた。このコニカルビーカーに3.00 mol/L H_2SO_4 水溶液を10.00 mL，次に $KMnO_4$ 水溶液Aを10.00 mL加えて75℃を10分間維持した。

a) <u>この溶液の色</u>は $KMnO_4$ 水溶液と同じ色をしていた。このコニカルビーカーに 5.00×10^{-3} mol/L $(COOH)_2$ 水溶液を10.00 mL加えると，溶液の色は無色透明になった。この溶液に $KMnO_4$ 水溶液Aを1滴ずつ加えて滴定すると，2.80 mL加えたときに溶液の色がわずかに変化した。

問1　アに適する数字を選べ。

a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
f．6　g．7　h．8　i．9　j．10

問2　イ，ウに適する数字をそれぞれ選べ。

イ　a．−1　b．0　c．+1　d．+2　e．+3
f．+4　g．+5　h．+6　i．+7　j．+8

ウ　a．−1　b．0　c．+1　d．+2　e．+3
f．+4　g．+5　h．+6　i．+7　j．+8

問3　エに適する数字を選べ。

a．0.2　b．0.4　c．0.5　d．1　e．1.5
f．2　g．2.5　h．3　i．3.5　j．4

問4　オに適する数字を選べ。

a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
f．6　g．7　h．8　i．9　j．10

問5　実験1から，$KMnO_4$ 水溶液Aのモル濃度は有効数字3桁で $\boxed{カ}.\boxed{キ}\boxed{ク} \times 10^{\boxed{ケ}}$ mol/Lである。カ，キ，ク，ケに適する数字をそれぞれ選べ。

カ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
f．6　g．7　h．8　i．9

キ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

ク　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

ケ　a．−10　b．−9　c．−8　d．−7　e．−6
f．−5　g．−4　h．−3　i．−2　j．−1

問6　実験2下線a)の「この溶液の色」を選べ。

a．青色　b．褐色　c．黄色
d．橙色　e．緑色　f．赤紫色

問 7　実験2で，天然水 B 50.00 mL に含まれる成分を酸化させた $KMnO_4$ の物質量は有効数字2桁で $\boxed{コ}$. $\boxed{サ}$ $\times 10^{\boxed{シ}}$ mol である。コ，サ，シに適する数字をそれぞれ選べ。

コ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
サ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
シ	a．−10	b．−9	c．−8	d．−7	e．−6
	f．−5	g．−4	h．−3	i．−2	j．−1

問 8　1.000 L の天然水 B に含まれる成分を硫酸酸性の条件下で酸化するのに必要な $KMnO_4$ の質量は有効数字2桁で $\boxed{ス}$. $\boxed{セ}$ $\times 10^{\boxed{ソ}}$ mg である。ス，セ，ソに適する数字をそれぞれ選べ。

ス	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
セ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
ソ	a．−6	b．−5	c．−4	d．−3	e．−2
	f．−1	g．0	h．1	i．2	j．3

問 9　1.000 L の天然水 B に含まれる成分を，硫酸酸性の条件下で酸化するのに必要な O_2 の質量を求めたい。$KMnO_4$ で酸化するのと同じ量を O_2 で酸化させた場合，1.000 L の天然水 B を硫酸酸性の条件下で酸化するのに必要な O_2 の質量は有効数字2桁で $\boxed{タ}$. $\boxed{チ}$ $\times 10^{\boxed{ツ}}$ mg である。タ，チ，ツに適する数字をそれぞれ選べ。

タ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
チ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
ツ	a．−6	b．−5	c．−4	d．−3	e．−2
	f．−1	g．0	h．1	i．2	j．3

3　各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

フェノールを Ph-OH とし，フェノキシドイオンを $Ph\text{-}O^-$ とする。フェノールは弱酸性を示す。a) フェノールが電離すると，水素イオンとフェノキシドイオンになる。b) フェノキシドイオンは塩基として作用することができる。また，c) フェノールは水溶液の pH によって電離していない状態と電離した状態の割合が異なる。

ある塩基に対するフェノールの酸としての強さは反応の平衡定数で判定することができる。フェノールとアンモニアの反応を(1)式で示す。

$$Ph\text{-}OH + NH_3 \rightleftarrows Ph\text{-}O^- + NH_4^+ \qquad (1)$$

上記の式で正反応が進みやすい場合は，フェノールは反応物のアンモニアに H^+ を渡しやすいことがわかる。逆反応が進みやすい場合，反応物のアンモニアに対して，フェノールは酸としての働きが弱いことがわかる。

化学平衡の法則が成り立つとして以下の各問に答えよ。また，空気中の気体の溶解は無視するものとする。必要であれば以下の値を用いて計算せよ。

酸の電離定数：$K_a(Ph\text{-}OH) = 1.0 \times 10^{-10}$ mol/L(25 ℃)

塩基の電離定数：$K_b(NH_3) = 2.3 \times 10^{-5}$ mol/L(25 ℃)

水のイオン積：$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)^2(25 ℃)

$0.11^{\frac{1}{2}} = 0.332$: $0.23^{\frac{1}{2}} = 0.480$: $0.37^{\frac{1}{2}} = 0.608$: $0.43^{\frac{1}{2}} = 0.656$: $0.51^{\frac{1}{2}} = 0.714$: $0.65^{\frac{1}{2}} = 0.806$

$0.73^{\frac{1}{2}} = 0.854$: $0.89^{\frac{1}{2}} = 0.943$: $0.91^{\frac{1}{2}} = 0.954$: $2^{\frac{1}{2}} = 1.41$: $3^{\frac{1}{2}} = 1.73$: $5^{\frac{1}{2}} = 2.24$: $7^{\frac{1}{2}} = 2.65$

$10^{\frac{1}{2}} = 3.16$

$10^{0.1} = 1.26$: $10^{0.2} = 1.58$: $10^{0.3} = 2.00$: $10^{0.4} = 2.51$: $10^{0.6} = 3.98$: $10^{0.7} = 5.01$: $10^{0.8} = 6.31$

$10^{0.9} = 7.94$

$\log_{10} 1.41 = 0.149$: $\log_{10} 1.73 = 0.238$: $\log_{10} 2 = 0.301$: $\log_{10} 2.24 = 0.350$: $\log_{10} 2.65 = 0.423$

$\log_{10} 3 = 0.477$: $\log_{10} 5 = 0.699$: $\log_{10} 7 = 0.845$

問 1　下線 a) に関して，25 ℃で 0.100 mol/L フェノール水溶液の pH は小数点以下1桁で表すと $\boxed{ア}$ $\boxed{イ}$. $\boxed{ウ}$ である。ア，イ，ウに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，pH が小数点の前で1桁の場合は，アに a を選べ。

ア	a．0	b．1			
イ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
ウ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0

問 2　下線 b)に関して，25 ℃でフェノキシドイオンの塩基の電離定数 K_b は有効数字 2 桁で $\boxed{エ}.\boxed{オ} \times 10^{\boxed{カ}}$ mol/L である。エ，オ，カに適する数字をそれぞれ選べ。

エ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
オ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
カ	a．−10	b．−9	c．−8	d．−7	e．−6
	f．−5	g．−4	h．−3	i．−2	j．−1

問 3　下線 b)に関して，0.0100 mol のフェノールに 0.500 mol/L NaOH 水溶液を 20.0 mL 加えてかき混ぜて蒸留水を加えて全量を 100.0 mL とした。この水溶液の 25 ℃での pH は小数点以下 1 桁で表すと $\boxed{キ}\ \boxed{ク}.\boxed{ケ}$ である。キ，ク，ケに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，pH が小数点の前で 1 桁の場合は，キに a を選べ。

キ	a．0	b．1			
ク	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
ケ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0

問 4　25 ℃で(1)式の平衡定数 K は有効数字 2 桁で $\boxed{コ}.\boxed{サ} \times 10^{\triangle\boxed{ス}}$ である。コ，サ，スに適する数字を，シに適する符号などをそれぞれ選べ。ただし，スが 0 の場合はシに c を選べ。

コ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
サ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
シ	a．＋	b．−	c．0		
ス	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0

問 5　0.100 mol のフェノールと 0.100 mol のアンモニアを蒸留水に溶かして 25 ℃で全量 1.000 L の水溶液とした。25 ℃で，この水溶液が平衡状態に達したとき，電離した Ph-O$^-$ のモル濃度は有効数字 2 桁で $\boxed{セ}.\boxed{ソ} \times 10^{\boxed{タ}}$ mol/L である。セ，ソ，タに適する数字をそれぞれ選べ。

セ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
ソ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
タ	a．−10	b．−9	c．−8	d．−7	e．−6
	f．−5	g．−4	h．−3	i．−2	j．−1

問 6　下線 c)に関して，25 ℃で pH 9.4 のとき，フェノールの電離していない Ph-OH と電離した Ph-O$^-$ の合計に対する Ph-OH の割合は整数で表すと $\boxed{チ}\ \boxed{ツ}$ %である。チ，ツに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，Ph-OH の割合が 1 桁の場合は，チに j を選べ。

チ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
ツ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0

問 7　下線 c)に関して，25 ℃でフェノールの電離した Ph-O$^-$ の割合が 75 %になる pH は小数点以下 1 桁で表すと $\boxed{テ}\ \boxed{ト}.\boxed{ナ}$ である。テ，ト，ナに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，pH が小数点の前で 1 桁の場合は，テに a を選べ。

テ	a．0	b．1			
ト	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
ナ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0

問 8　フェノールと無水酢酸が反応すると，分子Ａと分子Ｂが生成する。分子Ａは分子Ｂに比べて分子量が大きい。分子Ａの分子量は整数で表すと［ニ］［ヌ］［ネ］である。ニ，ヌ，ネに適する数字を選べ。ただし，整数で表した分子量が２桁の場合はニにｊを選べ。

ニ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

ヌ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

ネ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

2026－2　医学部医学科数学入試問題

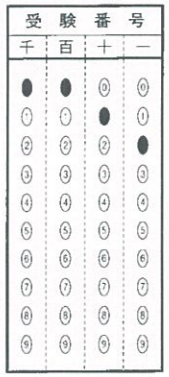
下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 配付された問題冊子，解答用マークシートに，それぞれ受験番号（4桁）ならびに氏名を記入してください。また，解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. 解答用マークシートの記入方法については，以下の「**解答に関する注意**」をよく読んでください。
3. マークには必ずHBの鉛筆を使用し，濃く正しくマークしてください。
   記入マーク例：良い例 ●
   悪い例 ⊘ ⦶ ⊘ ⊙
4. マークを訂正する場合は，消しゴムで完全に消してください。
5. 解答用マークシートの所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
6. 解答用マークシートを折り曲げたり，汚したりしないでください。
7. 「止め」の合図があったら，問題冊子の上に解答用マークシートを重ねて置いてください。

（受験番号のマークの仕方）

受験番号			
千	百	十	一
0	0	1	2



◎解答に関する注意

問題は $\boxed{1}$ から $\boxed{10}$ までの10問です。解答は**解答用マークシート**に記入してください。記入方法については次の(1)，(2)，(3)をよく読んでください。

(1) 問題の文中の $\boxed{アイ}$，$\boxed{ウエオ}$ などには，符号(－)，または数字(0～9)が入ります。ア，イ，ウ，… の一つひとつは，これらのいずれか一つに対応します。それらを解答用マークシートのア，イ，ウ，… で示された解答欄にマークして答えなさい。

(例) $\boxed{カキク}$ に－57と答えたいとき：

カ	●	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
キ	⊖	⓪	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨
ク	⊖	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	●	⑧	⑨

(2) 分数形で解答する場合は，**それ以上約分できない形**で答えなさい。

(例) $\dfrac{\boxed{ア}}{\boxed{イ}}$ に $\dfrac{1}{2}$ と答えるところを，$\dfrac{2}{4}$ や $\dfrac{3}{6}$，$\dfrac{4}{8}$ のように答えてはいけません。

また，符号は分子につけ，分母につけてはいけません。

(例) $\dfrac{\boxed{ウエ}}{\boxed{オ}}$ に $-\dfrac{7}{9}$ と答えたいときは，$\dfrac{\boxed{-7}}{\boxed{9}}$ として答えなさい。

(3) 根号を含む形で解答する場合は，**根号の中に現れる自然数が最小となる形**で答えなさい。

(例) $\boxed{ア}\sqrt{\boxed{イウ}}$，$\dfrac{\boxed{エ}+\sqrt{\boxed{オ}}}{\boxed{カ}}$ にそれぞれ $8\sqrt{15}$，$\dfrac{1+\sqrt{2}}{3}$ と答えるところを，$4\sqrt{60}$，$\dfrac{2+\sqrt{8}}{6}$ のように答えてはいけません。

受験番号 ＿＿＿＿　氏　名 ＿＿＿＿

$\boxed{1}$ 変量 x は0から100までの整数を値としてとり，x に関する5つのデータ

85，63，75，92，a

がある。データの平均値が80以上になるための a のとり得る値は $\boxed{アイ}$ 通りあり，データの中央値が80以上になるための a のとり得る値は $\boxed{ウエ}$ 通りある。

数学

2 O を原点とする xyz 空間において，x 軸，y 軸，z 軸の正の部分にそれぞれ点 A，B，C があり，O から線分 AB に垂線 OD を下ろす。$OC = 5$，$\tan\angle OAC = \frac{1}{2}$，$\tan\angle ODC = 1$ のとき，

$AD =$ [オ]$\sqrt{}$[カ]，$\tan\angle OBC = \frac{\sqrt{\text{キ}}}{\text{ク}}$ である。

3 循環小数 $0.ababab\cdots\cdots$ を，$0.\dot{a}\dot{b}$ と表す。ただし，a，b は 0 以上 9 以下の整数である。$0.\dot{2}\dot{2}$ を既約分数で表すと $0.\dot{2}\dot{2} = \frac{\text{ケ}}{\text{コ}}$ である。また，

$$S = -(0.\dot{0}\dot{1})^2 - (0.\dot{0}\dot{2})^2 - (0.\dot{0}\dot{3})^2 + \cdots\cdots - (0.\dot{9}\dot{7})^2 + (0.\dot{9}\dot{8})^2$$

を既約分数で表すと $S = \frac{\text{サシ}}{\text{スセ}}$ である。

4 五角形ABCDEの頂点上を動く点Pがある。点Pは，ある頂点にいるとき，1分後に隣接する2つの頂点のどちらかにそれぞれ確率 $\frac{1}{2}$ で移動する。点Pが頂点Aにいるとき，3分後に頂点Bにいる確率は $\frac{\boxed{ア}}{\boxed{イ}}$ である。また，点Pが頂点Aにいるとき，6分後に頂点Bにいる確率は $\frac{\boxed{ウ}}{\boxed{エオ}}$ である。

5 a を実数の定数とし，

$$A=\{x \mid 3\log_{\sqrt{x+1}}+\log_{\frac{1}{2}}(9-x)>\log_{2}(x-3)\}$$

$$B=\{x \mid 8\cdot 4^{x}-6\cdot 2^{x+a}+4^{a}<0\}$$

とする。A は $\boxed{カ}<x<\boxed{キ}$ を満たす実数 x 全体の集合である。$A \supset B$ となるような a の値の範囲は $\boxed{ク} \leqq a \leqq \boxed{ケ}$ である。

6 a, b, c, d を実数の定数とする。関数 $f(x)=x^4+ax^3+bx^2+cx+d$ について，$y=f(x)$ のグラフは2点 $(0,\ 1)$，$(1,\ 2)$ を変曲点とする。このとき，$a=$ [コサ] である。また，方程式 $f(x)=k$ がただ1つの実数解をもつとき，定数 k の値は $k=\dfrac{\boxed{シ}}{\boxed{スセ}}$ である。

7 xy 座標平面上の曲線 $x^2-xy+y^2=6$ について，曲線上の点 $(x,\ y)$ の x 座標がとる値の範囲は $-\boxed{ア}\sqrt{\boxed{イ}}\leqq x\leqq \boxed{ア}\sqrt{\boxed{イ}}$ であり，曲線で囲まれた部分の面積は $\boxed{ウ}\sqrt{\boxed{エ}}\,\pi$ である。

8 $x^{104}-2x^{13}-4$ を x^2-1 で割ったときの商を $Q(x)$，余りを $R(x)$ とする。$R(x)$ を $x-1$ で割ったときの余りは［オカ］であり，$Q(x)$ を $x-1$ で割ったときの余りは［キク］である。

9 xy 座標平面上に，下に凸の放物線 $P: y=ax^2$ と，P の焦点 F を通り傾きが正の直線 ℓ がある。ℓ が P と交わる 2 点を A，B とし，線分 AB の長さを L とする。AF : BF = 1 : 2 のとき，

$aL=\dfrac{［ケ］}{［コ］}$ であり，ℓ の傾きは $\dfrac{\sqrt{［サ］}}{［シ］}$ である。

10 平面上の2点A($\vec{a}$)，B($\vec{b}$)に対して，線分ABを1：3に内分する点をC($\vec{c}$)とする。また，$\vec{a}$と$\vec{c}$のなす角をα，$\vec{b}$と$\vec{c}$のなす角をβとする。$|\vec{a}|=2$，$|\vec{b}-\vec{c}|=3$，$\cos\beta=-\frac{1}{4}$のとき，

$\tan\alpha=\frac{\sqrt{\boxed{スセ}}}{\boxed{ソ}}$であり，$\vec{a}\cdot\vec{c}=\frac{\boxed{タ}}{\boxed{チ}}$である。

解答例

〈理科　生物〉

1

問1　c　　問2　g　　問3　c
問4　e　　問5　i　　問6　h
問7　b　　問8　d　　問9　h
問10　c　　問11　d　　問12　d

2

問1　g　　問2　c　　問3　h
問4　b

3

問1　b　　問2　c
問3-ア　h　　イ　g　　ウ　e　　エ　d
　　オ　f　　カ　a　　キ　b
問4　d　　問5　c　　問6　e
問7　j　　問8　b
問9-ア　j　　イ　i　　ウ　e　　エ　j

4

問1　e, g　　問2　c　　問3　e
問4　e　　問5　c　　問6　b
問7　a

5

問1　e　　問2　d　　問3　b
問4　a, g　　問5　a　　問6　d

〈理科　物理〉

1

問1　a　　問2　c　　問3　e
問4　a　　問5　a　　問6　b
問7　h　　問8　b

2

問1　e　　問2　b　　問3　d
問4　e　　問5　d　　問6　b
問7　e

3

問1 e　問2 a　問3 e
問4 a　問5 h　問6 b
問7 e　問8 d　問9 h
問10 g

4

問1 g　問2 f　問3 e
問4 a　問5 f

5

問1 a　問2 d　問3 e
問4 d　問5 f

〈理科　化学〉

1

問1 e　問2 h　問3 b
問4 b　問5 d　問6 i
問7 e　問8 a　問9 b
問10 c　問11 f　問12 c
問13 d　問14 b　問15 b

2

問1 b　問2-イ i　ウ d
問3 g　問4 d
問5-カ a　キ f　ク j　ケ h
問6 f
問7-コ d　サ h　シ d
問8-ス a　セ e　ソ g
問9-タ c　チ h　ツ f

3

問1-ア a　イ e　ウ e
問2-エ a　オ j　カ g
問3-キ b　ク a　ケ e
問4-コ b　サ c　シ b　ス a
問5-セ c　ソ b　タ i
問6-チ h　ツ j
問7-テ b　ト j　ナ e

問8-ニ a　ヌ c　ネ f

〈数　学〉

1

ア 1　　イ 6　　ウ 2　　エ 1

2

オ 5　　カ 3　　キ 3　　ク 2

3

ケ 2　　コ 9　　サ 4　　シ 9
ス 9　　セ 9

4

ア 3　　イ 8　　ウ 7　　エ 6
オ 4

5

カ 3　　キ 7　　ク 5　　ケ 8

6

コ －　　サ 2　　シ 5　　ス 1
セ 6

7

ア 2　　イ 2　　ウ 4　　エ 3

8

オ －　　カ 5　　キ 4　　ク 0

9

ケ 9　　コ 8　　サ 2　　シ 4

10

ス 1　　セ 5　　ソ 9　　タ 9
チ 4