

令和 6 年度一般選抜試験(前期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 32 ページあり、問題数は、物理 4 問、化学 4 問、生物 4 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 解答用紙の所定欄に次のとおり受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。
 - ・一般選抜試験のみを志願する受験者は一般の欄に受験番号を記入する。
 - ・併用試験のみを志願する受験者は併用の欄に受験番号を記入する。
 - ・一般選抜試験と併用試験の両方を志願する受験者は一般と併用の両方の欄にそれぞれの受験番号を記入する。なお、記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は、当該科目の試験が無効となる。
また、※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりとわかるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子は持ち帰ること。
- 7) 解答用紙は持ち出してはならない。
- 8) 試験終了時には、解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙の回収後、監督者の指示に従い退出すること。

物 理 (前期)

I 図のように、ばね定数 k のばねが天井から吊り下げられている。ばねの下端に質量 m の板を取り付け、静かに手を放したところ、ばねは Δx だけ伸び静止した。この板の位置を原点 O として、鉛直上向きに x 軸を取る。板から距離 h 離れた床上にある質量 m の小球を、速さ v_0 で鉛直上向きに打ち上げたところ、小球は板と完全非弾性衝突し、その後板と一体となり x 軸上で単振動をした。小球と板の大きさ、ばねの質量および空気抵抗は無視でき、鉛直方向以外の運動は考えない。衝突は瞬間的に起こり、衝突の間、板と小球にはたらく重力の影響は無視することができる。 h は Δx に比べじゅうぶん大きい。重力加速度の大きさを g として以下の間に、 Δx を用いずに答えよ。

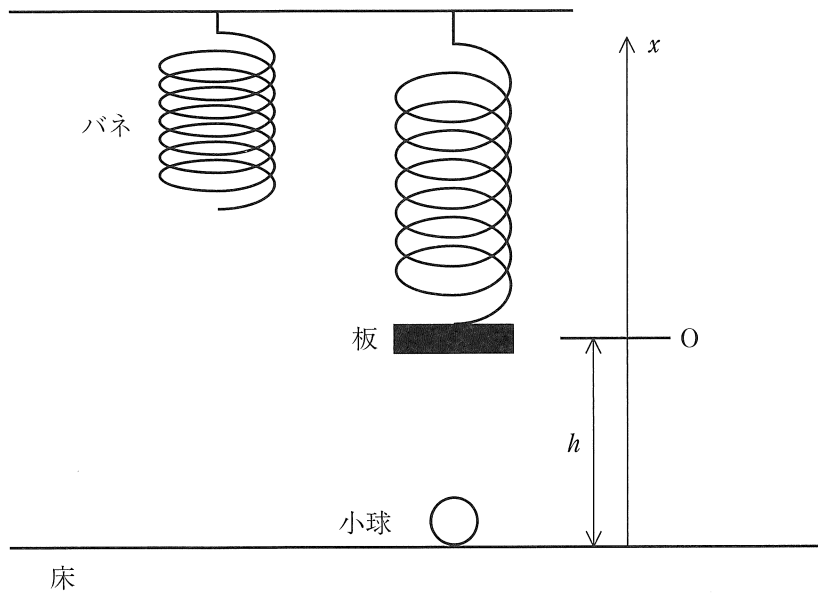
問 1 衝突直前の小球の速さと、衝突直後の小球と板の速さを、それぞれ求めよ。

問 2 単振動の振動中心の x 座標と周期を求めよ。

単振動の最高到達点が、 $x = \Delta x$ となった。

問 3 h を求めよ。途中の考え方も示せ。

問 4 衝突直前の小球と板の全運動エネルギー K_1 、衝突直後の小球と板の全運動エネルギー K_2 、および衝突後の小球と板の全運動エネルギーの最大値 K_{\max} を h を用いずにそれぞれ求めよ。また、小球が打ち出されてから初めて振動中心に到達するまでの、小球と板の全運動エネルギー K の変化の概形を x に対し図示せよ。



II 血管に流れる血液の量を測定できる血流計の中には、血液の主成分が電荷を持つ
血球や電解質であることを利用した電磁血流計(電磁流量計)がある。その原理につ
いて説明した次の文章を読み、アからコの空欄には適切な文字式を答え、①と②の
空欄には図1の座標を利用し解答欄の選択肢から適切なものを選び丸で囲め。

図1のような、長さ L_1 、断面積 S の鉄の棒をC字型に曲げた鉄芯にコイル(巻
数 N)が取り付けられた電磁石と、空気の隙間に置かれた薄い板で作られた直径 d
の細い管がある。鉛直上向きが z 軸の正となる xyz 座標において、鉄芯は、空気の
隙間が水平でC字型の断面が yz 平面に平行になるように、管は長さ方向が x 軸と
平行で断面が yz 平面に平行になるように置かれている。コイルに a から b の向き
に大きさ I の電流を流すと、鉄芯と空気の隙間に磁束が発生する。空気の隙間は鉄
芯の半径に比べじゅうぶん小さく、磁束は隙間の外に漏れることはないとする。こ
のとき、空気の隙間の磁束の向きは(①)となり、電磁石では磁束の閉回路(磁
気回路)が形成された考えることができる。

図1のように、空気の隙間にある管には、 y 軸に平行で d 離れた2か所に電極が
取り付けられており、電位差計を接続することでAB間の電位差が計測できる。

この管に、電気量 $+q$ を持った軽くて小さい荷電粒子を含む液体を、 x 軸の正の
向きに速さ v で流す。空気の隙間に磁束密度 B の一樣な磁界(磁場)があるとき、
この隙間を速さ v でなめらかに移動する荷電粒子が、大きさ ア , 向き
(②)の力を受けた結果、管には大きさ イ の起電力が生じる。単位時間
あたり体積 Q の液体が管を流れるとき、 v は Q を用いると ウ と表すこと
ができる。よって、AB間の電位差が V であるとき、 Q は V を用い エ と
求めることができる。

電磁石において、磁束を発生させるものは起磁力、磁束の流れを妨げるはたらき
をするものは磁気抵抗と呼ばれる。磁気回路における磁束、起磁力、磁気抵抗の大
きさは、それぞれ電気回路における電流、起電力、抵抗の大きさに対応し、磁束、
起磁力、磁気抵抗の大きさの間でもオームの法則が成立する。よって、起磁力を
 F_m 、磁気抵抗の大きさを R_m とすると、磁束は オ と表される。

図1の電磁石の空気の隙間の磁束密度 B を求めるため、磁気回路を、図2のよ
うな「鉄芯の抵抗」と「空気の隙間の抵抗」が直列に繋がった電気回路として考える。

電気回路における抵抗の大きさは、抵抗での電流の流れ難さを表す比例定数である抵抗率と、抵抗の断面積と長さで決まる。同様に、磁気回路における磁気抵抗の大きさは、磁気抵抗の透磁率と、抵抗の断面積と長さで決まる。真空の透磁率が μ_0 、鉄の比透磁率が μ_r 、空気の比透磁率が1であるとき、透磁率が磁束の通りやすさを表す比例定数であることに注意すると、長さ L_1 、断面積 S の鉄芯の抵抗の大きさは 、長さ L_2 、断面積 S の空気の隙間の抵抗の大きさは と表される。よって、これらの合成抵抗の大きさは となる。電磁石の起磁力はコイルの巻き数とコイルに流した電流の大きさの積として与えられるので、磁束は となり、 B は として求まる。

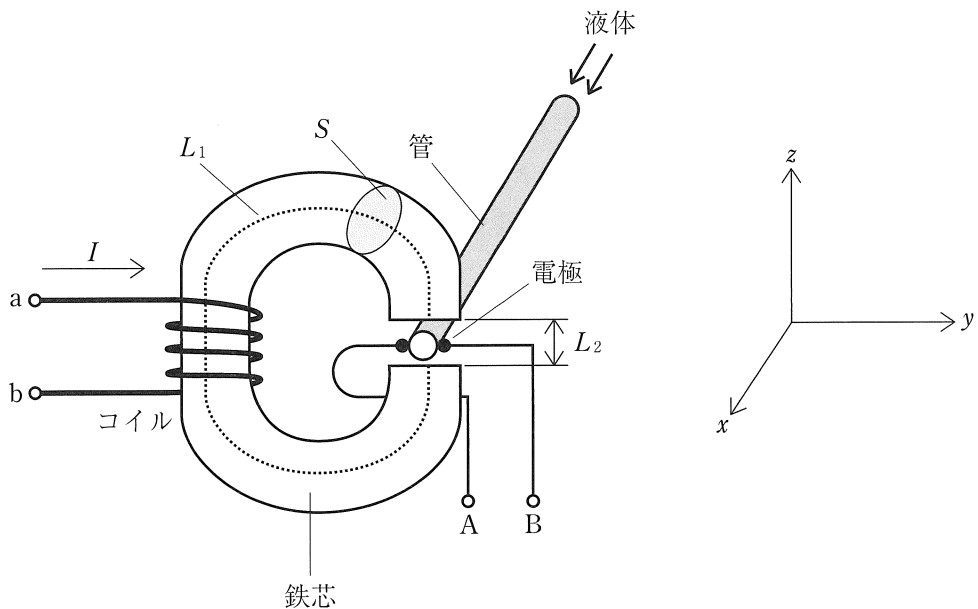


図 1

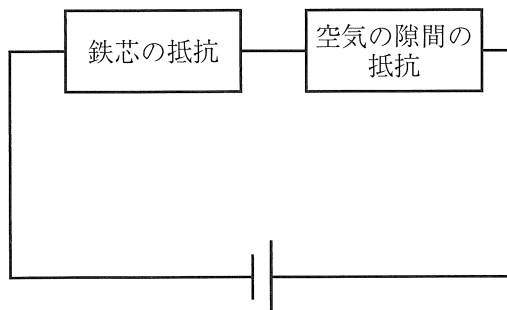


図 2

Ⅲ シャボン玉に太陽光があたると虹のように複数の色を同時に観察することができる。これは、膜厚が異なる薄膜での光の干渉による。空気の屈折率を1、シャボン玉薄膜の屈折率を $n(>1)$ として、以下の問に答えよ。問1と問4以外は、途中の考え方も示せ。シャボン玉薄膜による光の吸収はないとする。

図1のように、半径 r のシャボン玉の中心 O を通り、水平方向に x 軸、鉛直方向に y 軸をとる。光源を水平に置き、 xy 平面上を x 軸に平行に進む単色光(大気中での波長 λ 、速さ c)を、シャボン玉薄膜に入射した。

問1 シャボン玉薄膜中を進む単色光の速さと振動数を答えよ。

光の照射面積は小さく、図2のように、照射位置での入射角は θ_0 、シャボン玉薄膜は膜厚 d の平面薄膜であるとする。図1の観測者1は、図2においてABCDEと進む単色光とFDEと進む単色光の干渉光を観察し、観測者2は、図3においてABCDEFと進む単色光とHDEFと進む単色光の干渉光を観察する。

問2 観測者1と2が最も明るい光を観察することができる条件をそれぞれ答えよ。

波長が400 nmから800 nmの範囲の単色光を出せる光源を用い、400 nmから1 nmずつ波長を長くしながら単色光をシャボン玉に照射し、各単色光で観測者1と2が検出した光の強度をそれぞれ素早く記録した。

問3 観測者2が、照射光の波長が λ_1 で最も明るい光を観測した。次に最も明るい光を観察した波長が λ_2 であるとき、シャボン玉薄膜の膜厚はいくらか。

図4は、光源を x 軸上に設置したとき、観測者2が記録した結果である。

問4 観測者1が観察した最も明るい光のうち、最も振動数が小さい光を波長で答えよ。

問5 シャボン玉薄膜の屈折率が1.35であるとき $y=0$ の位置でのシャボン玉の膜厚はいくらか。

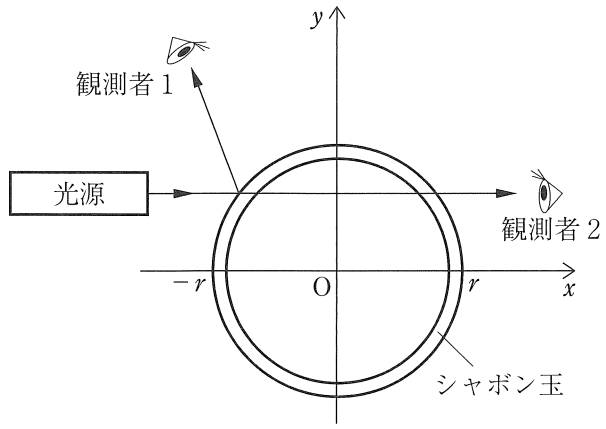


図 1

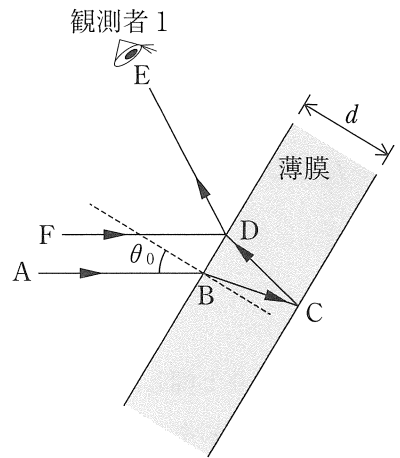


図 2

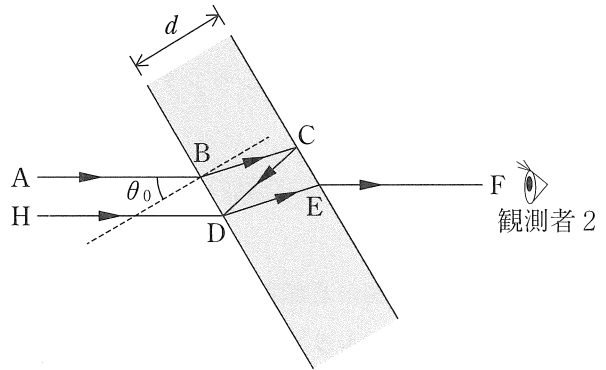


図 3

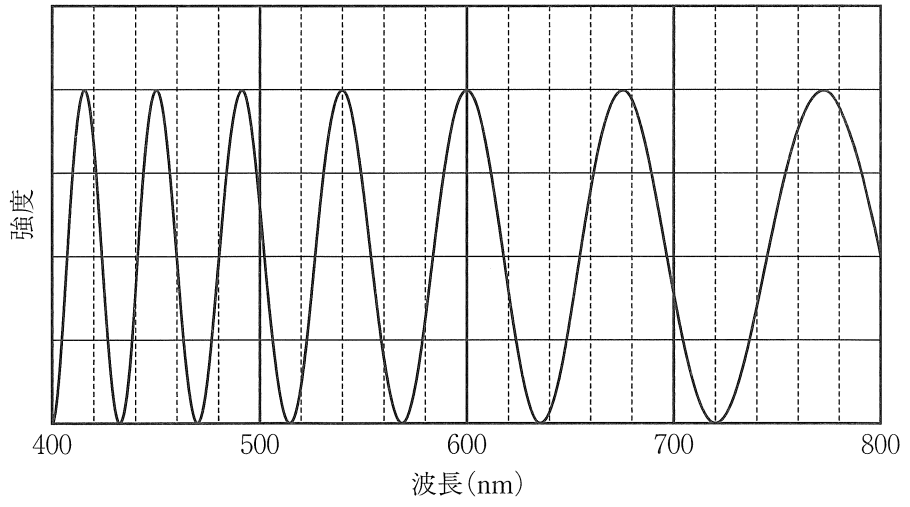


図 4

IV 大気でボイルの法則が成立するのかを調べるため、シリンダーとピストンを用いた実験を行った。ピストンはシリンダー内を滑らかに動く。シリンダーの側面には目盛りがあり、シリンダーの底からピストンまでの距離を計測することができる。以下の問に答えよ。実験室の気圧を p_0 、重力加速度の大きさを g とする。問 1 と問 2 以外は、途中の考え方も示せ。

問 1 ボイルの法則を35文字以内で答えよ。

図 1 のように、軽いシリンダーにピストン(断面積 S 、質量 m)を差し込んだ後、シリンダーの先端を小さくて軽い栓で封じた。

次に、このシリンダーを台はかりの上に、栓を下にして鉛直に立てたところ、ピストンは、図 2 のように、シリンダーの底からの距離が L_0 となる位置で静止した。

問 2 シリンダーの中の空気の圧力はいくから。

次に、シリンダーを鉛直に立てた状態で、ピストンをゆっくりと押し、シリンダーの底からピストンまでの距離 L と台はかりが計測する物理量 X をそれぞれ記録した。

問 3 ボイルの法則が成立する時、 X を L を用いて表せ。

L を変えながら、 X を記録する操作を行い、測定結果を表にまとめた。この数値を用い横軸 $1/L$ 、縦軸 X のグラフを作成したところ、図 3 のような直線関係が成り立つ結果となった。

問 4 p_0 は何 Pa か、有効数字 3 桁で答えよ。

問 5 初めに(図 1 の状態の)シリンダーに閉じ込められていた空気の体積は何 m^3 か、有効数字 3 桁で答えよ。

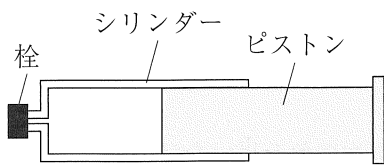


図 1

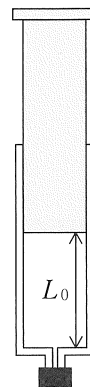


図 2

実験結果

シリンダー断面積：10.0 cm²

X (N)	2.31	10.20	19.18	26.93	35.36
L (cm)	6.00	5.68	5.30	5.00	4.60

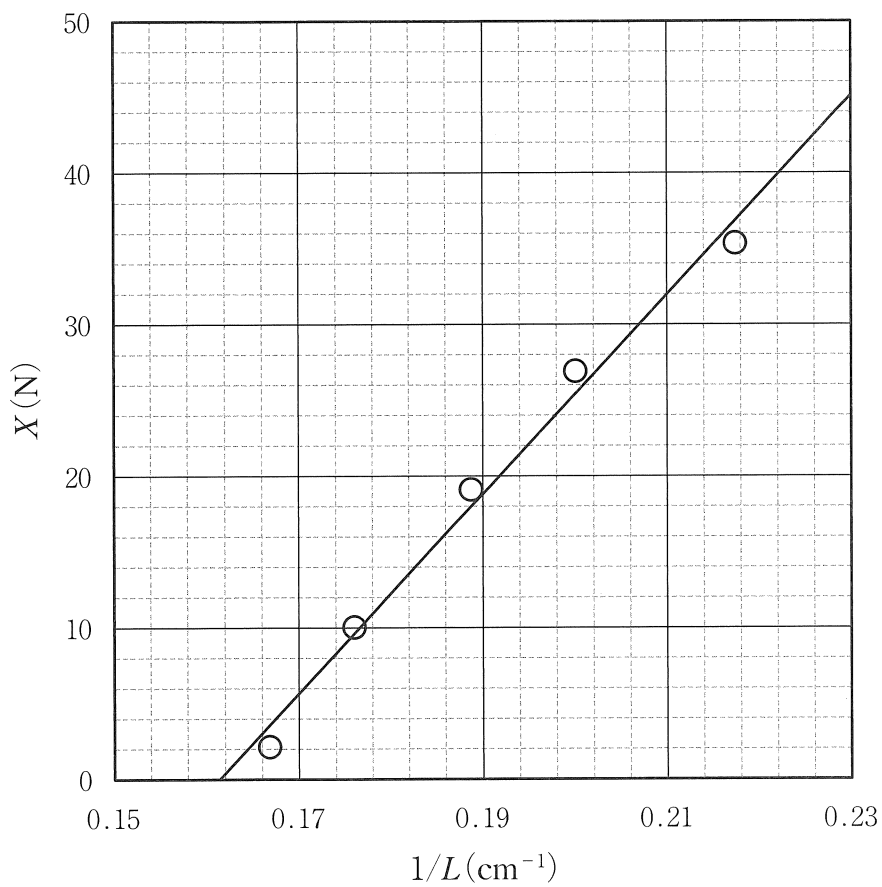


図 3

化 学 (前期)

[注意] 問題を解く際に、必要ならば次の値を用いなさい。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

I 以下の問いに答えなさい。

表 各元素における電子数および電気陰性度

元素	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス	セ
電子数	1	6	7	8	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20
電気陰性度	2.2	2.6	3.0	3.4	4.0	—	0.9	1.3	1.6	2.6	3.2	—	0.8	1.0

問 1 上の表にあげた各元素のうち、常温・常圧で単原子分子として存在する元素をすべて選び、解答欄にア～セの記号で答えなさい。

問 2 上の表にあげた各元素から生じる単原子イオンのうち、負に帯電したコロイド粒子を最も効率よく凝析させるイオンを解答欄にイオン式で答えなさい。

問 3 以下の分子のうち、四面体形(正四面体形、三角錐形を含む)のモデル構造を有する極性分子を選び、その分子式を解答欄に答えなさい。

メタン 二酸化炭素 アンモニア 四塩化炭素
水 硫化水素 塩化水素 フッ化水素

問 4 以下の(1)~(4)の語句について、その関係にある物質を【A群】・【B群】から1つずつ選び、ペアになるようにそれらの記号をそれぞれ解答欄(1)~(4)に答えなさい。なお、各語群の物質は一度のみ使用できるものとする。

(1) 同素体 (2) 同族体 (3) 同位体 (4) 同族元素

【A群】

ア. 水素(^1H) イ. 酸素 ウ. 窒素 エ. 臭素 オ. エタン
カ. エテン(エチレン) キ. プロペン(プロピレン)
ク. エチン(アセチレン) ケ. フタル酸 コ. マレイン酸

【B群】

サ. フマル酸 シ. ホウ素 ス. フッ素 セ. ブタジエン
ソ. 三重水素(トリチウム) タ. オゾン チ. サリチル酸
ツ. ケイ素 テ. テレフタル酸 ト. プロパン

問 5 次の1~6の文のうち、正しいものには○を、間違っているものには×を、それぞれ解答欄に書きなさい。

1. フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて熱し完全に反応させると、フッ化カルシウム 1.0 mol あたり 2.0 mol のフッ素が発生する。
2. 水酸化銅(II)の沈殿を含む水溶液に過剰のアンモニア水を加えると、アンモニア分子が Cu^{2+} に配位結合して、正四面体構造の錯イオンが生じる。
3. 水の電離は吸熱反応なので、水の中の水素イオン濃度は温度が高くなると増加する。
4. 1.0×10^{-4} mol/L の塩酸を水で 10^4 倍に希釈すると、その水溶液の 25°C における pH は 7 よりも大きくなる。
5. 塩素 1 mol を水に溶かすと、水溶液中には塩化水素と次亜塩素酸がそれぞれ 1 mol 生じる。
6. 不純物として金、銀、鉄、ニッケルを含む粗銅を電解精錬した際に、陽極泥に含まれないのは鉄とニッケルである。

II 以下の【A】、【B】について、問いに答えなさい。

【A】

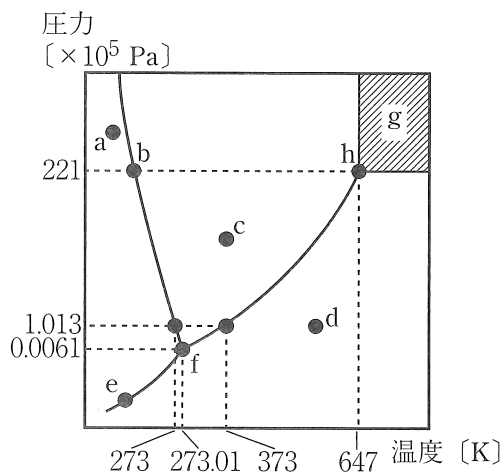


図1 水の状態図

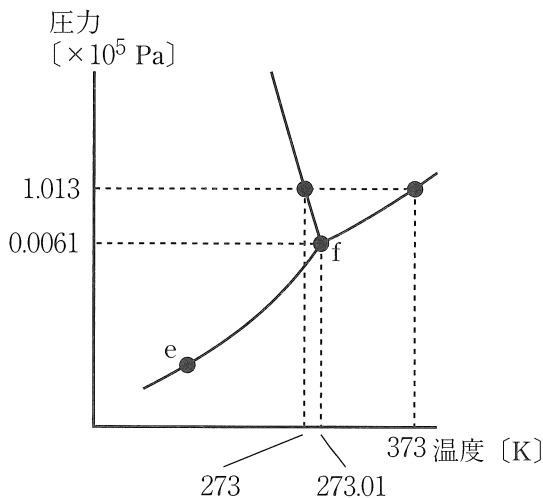


図2 図1を一部拡大したもの

問 1 図1のそれぞれa~eの点では水はどのような状態で存在しているか。以下のア~クから選び、解答欄に記号で答えなさい。

- ア. 固体 イ. 液体 ウ. 気体 エ. 固体と液体 オ. 液体と気体
カ. 固体と気体 キ. 固体と液体と気体 ク. いずれでもない

問 2 図1における点f, 斜線部gでの状態の物質, 点fと点hを結ぶ曲線をそれぞれ何というか。もっとも適切な語句を解答欄に答えなさい。

問 3 凍結乾燥という技術がある。これは凍結状態の試料から水を昇華させて除去する方法である。いま, 凍結状態の水(氷)を凍結乾燥により全て除去するには, 何 Pa 未満の圧力である必要があるか。図1を参考に適切な値を解答欄に答えなさい。

【B】

10.01 L の密閉容器に 1.00×10^{-2} mol/L の水酸化バリウム水溶液 1.70 L と酸素が入っている。この時の容器内の圧力は、 27°C で 9.90×10^4 Pa であった。ここに水素、一酸化炭素、メタンからなる 27°C ; 9.00×10^4 Pa で 2.77×10^{-1} L の体積を占める混合気体を全量注入した。

注入した混合気体を容器内で完全に燃焼させた後、この容器を十分に振り混ぜたところ溶液中に白色沈殿が生じた。

容器の温度を 27°C にした後、容器内の圧力を測定したところ 9.48×10^4 Pa で、容器内に存在する気体は酸素のみであった。

次に、容器内の水酸化バリウム水溶液を取り出し、ろ過により白色沈殿を除去した後、ろ液の水酸化バリウム濃度を測定すると 5.00×10^{-3} mol/L であった。

混合気体の各成分および酸素の水への溶解、水溶液の蒸気圧、生成した白色沈殿および燃焼で生じた水による水溶液の体積変化は無視できるものとする。また混合気体中の各気体について、燃焼反応以外の反応は起こらないものとする。

問 4 下線部③の白色沈殿が生じた反応を化学反応式で表し、解答欄に答えなさい。

問 5 下線部①の混合気体中における水素、一酸化炭素およびメタンの物質量をそれぞれ、 x mol, y mol, z mol とすると、下線部②の燃焼によって消費された酸素の物質量はいくらになるか。 x , y , z を用いた最も簡単な文字式で表し、解答欄に答えなさい。

問 6 下線部①の混合気体に含まれる一酸化炭素の物質量は何 mol か。有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

Ⅲ 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

硫黄は火山などで単体で産出されるほか、石油の精製時に副産物として多く生成する。硫黄は単体として利用される場合もあるが、多くは酸化や還元されて生じた化合物として生活に利用されている。

問 1 下線部①の硫黄の単体を空气中で燃焼させたときの化学反応を化学反応式で表し、解答欄に答えなさい。

問 2 下線部①の硫黄の単体で、常温・常圧下で最も安定な同素体を何というか。その名称と分子式を解答欄に答えなさい。

問 3 下線部②について、硫黄の原子は様々な化合物において異なる酸化状態で存在する。以下のア～オの各化合物における硫黄原子の酸化数をそれぞれ解答欄に答えなさい。

ア. 硫化水素 イ. 硫酸 ウ. 亜硫酸 エ. 二酸化硫黄
オ. 硫黄(単体)

問 4 硫化水素の気体を過酸化水素水に吹き込むと溶液が白く濁った。この反応を化学反応式で表し、解答欄に答えなさい。

問 5 6.82 kg の硫化水素を過酸化水素と過不足なく反応させるためには、質量パーセント濃度 30.0 % の過酸化水素水は何 kg 必要か。有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

IV 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

2023年2月に欧州連合(EU)は、二酸化炭素を排出するガソリン車^①の新車販売を2035年までに禁止する法案を採択した。この法案により、少なくともEU加盟国においては、水素をエンジン内で燃焼させる水素エンジン車^②、または水素などを燃料電池で電気エネルギーに変えて利用する燃料電池車^③のように、排気ガス中に二酸化炭素を含まない車しか新車販売ができないことになり、世界中で大きなニュースとなった。

しかし、一部の自動車メーカーからの反対意見などもあり、同年3月にEUは方針を変更し、^④合成燃料を使う前提で、ガソリン車の新車販売を認めると表明した。

表 各種物質の生成熱(27.0℃)

物質名(状態)	生成熱[kJ/mol]
水(気)	242
水(液)	286
二酸化炭素(気)	394
イソオクタン(気)	209

問 1 下線部^①について、一般的なガソリンは炭素数8のアルカンであるイソオクタン(2,2,4-トリメチルペンタン)を主成分としている。イソオクタンのような炭素数8のアルカンには何種類の構造異性体が存在するか。解答欄に答えなさい。ただし解答する数にはイソオクタンを含むものとする。

問 2 27.0℃において、全てイソオクタンからなるガソリン1.00 Lを完全に燃焼させると何kJのエネルギーが発生するか。有効数字3桁で解答欄に答えなさい。ただし、このガソリンの密度を0.684 g/cm³とし、必要ならば上の表の各値を使用しなさい。また、燃焼時に発生する水は液体とし、イソオクタンの燃焼には31.0 kJ/molの気化熱が必要であるとする。

問 3 下線部②について、ある水素エンジン車の容量 55.4 L の燃料タンクに、水素が 27.0 °C、 1.20×10^6 Pa で充填されている。この水素を完全に燃焼させると何 kJ のエネルギーが発生するか。有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。なお必要ならば、表の各値を使用しなさい。また、燃焼時に発生する水は液体とする。

問 4 下線部③について、図は水素を燃料とする燃料電池の模式図である。この電池の正極で進行する化学反応をイオン反応式で解答欄に答えなさい。なお、図中の矢印は物質の出入りを表している。

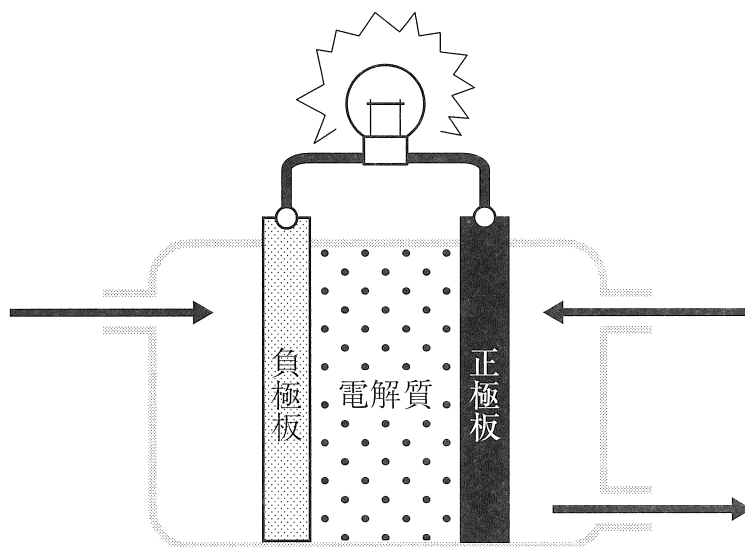


図 燃料電池の模式図

問 5 下線部④の合成燃料は、一酸化炭素や二酸化炭素に水素を反応させてできる炭化水素をもとに合成される。その一連の合成過程における初期の反応のひとつである“二酸化炭素に水素を反応させてメタンと水蒸気にする反応”を化学反応式で表し、解答欄に答えなさい。

生 物 (前期)

解答上の注意：記号等の選択において複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順，五十音順，番号順に並べなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

I 次の(1)～(8)の問に答えなさい。

(1) 抗体を産生する細胞をすべて選びなさい。

- | | | |
|-------------|--------|-----------|
| A 好中球 | B T細胞 | C マクロファージ |
| D B細胞(形質細胞) | E 樹状細胞 | F 該当なし |

(2) 細胞内で消化を担う細胞小器官を1つ選びなさい。

- | | | |
|-----------|---------|---------|
| A ミトコンドリア | B 小胞体 | C リソソーム |
| D ゴルジ体 | E リボソーム | F 中心体 |

(3) ヒトでは精子を150個産生するために必要な一次精母細胞の数は最低何個か答えなさい。

(4) 独立栄養生物をすべて選びなさい。

- | | | |
|------------|--------|-------|
| A 硫黄細菌 | B ミジンコ | C 根粒菌 |
| D シアノバクテリア | E スギゴケ | F メダカ |
| G マツタケ | H 該当なし | |

- (5) マウスの細胞において正しい記述をすべて選びなさい。
- A 接着結合の細胞接着分子はカドヘリンである。
 - B デスモソームのカドヘリンには主にアクチンフィラメントが結合している。
 - C 小腸の上皮組織では、密着結合が存在するため体外からのタンパク質は体内へ入らない。
 - D ヘミデスモソームでは、インテグリンは細胞外基質のタンパク質に結合する。
 - E 隣接する細胞間ではギャップ結合を介してイオンなど小さな分子の移動が可能になっている。
 - F 同種の細胞が集まるといふ細胞選別現象には主にインテグリンが関わっている。
 - G 該当なし。
- (6) 生物の発酵によってつくられる食品・飲料をすべて選びなさい。
- A しょう油 B 豆腐 C 日本酒 D 納豆
 - E もち F 寒天 G 該当なし
- (7) ある池のフナの生息数を標識再捕法で調査した。この池で 150 匹のフナを採集し、すべてに印をつけて池に戻した。数日後同じ条件で 72 匹を採取したところ、そのうちの 9 匹に印がついていた。この池のフナの推定生息数を求めなさい。
- (8) 以下の人類において、進化上出現した年代の古い順に並べた時の 1, 3, 5 番目の記号を順に書きなさい。解答例：A, C, E
- A ホモ・エレクトス B ホモ・ハビリス
 - C サヘラントロプス・チャデンシス D ホモ・サピエンス
 - E アウストラロピテクス・アファレンシス
 - F ホモ・ネアンデルターレンシス

II

以下の文章を読み、問に答えなさい。

オオマツヨイグサは南アメリカ大陸原産の 1 帰化植物(外来生物) で、日本全土に生息している。5万本以上のオオマツヨイグサの観察から、ド・フリースが 2 突然変異説 を唱えたことでも知られている。オオマツヨイグサは夕方に黄色い花を咲かせる長日植物で、あくる朝には花はしぼんでしまう一日花である。また、3 先駆植物 であり、休耕田のような場所に生え、他の植物が生い茂ってくると姿を消す。同じ属のコマツヨイグサは、鳥取砂丘を緑化してしまう雑草として駆除の対象とされている。

問 1 オオマツヨイグサのように、気温や湿度に関わらず開花時間が決まっている植物は多く観察される。このような生物に生得的にそなわった計時機構を何と
いうか答えなさい。

問 2 下線部 1 の外来生物について 誤っている ものを 1 つ選んで答えなさい。

- A 外来生物は移入先の在来生物と交配することはない。
- B 在来生物の生存に特に大きな影響を与えている外来生物は「特定外来生物」に指定され、輸入や運搬などが原則として禁止されている。
- C オオクチバスやアメリカザリガニは外来生物である。
- D セイタカアワダチソウは他の植物の成長を阻害する化学物質を放出し、在来植物を排除している。
- E 外来生物の侵入は、生物多様性が損なわれる原因の一つとなっている。

問 3 下線部 2 について、ド・フリースが観察した突然変異体の多くは細胞分裂異常によって起こる染色体の突然変異であるため、急激な形質変化をもたらしたものであった。このような変異のうち、染色体が娘細胞に不均等に分配され、染色体数が増減する変異をもった個体を何と
いうか答えなさい。

問 4 日長と植物の開花について実験を行った。長日植物である植物アと短日植物である植物イの限界暗期はそれぞれ 10 時間と 8 時間である。これらの植物を用いて行った実験 1～5 について、(1)と(2)の間に答えなさい。

実験 1 植物アと植物イの両方を 17 時間明期/7 時間暗期の明暗周期で育てた。

実験 2 植物アと植物イの両方を 13 時間明期/11 時間暗期の明暗周期で育てた。各暗期では開始 1.5 時間後に赤色光を短時間照射した。

実験 3 植物アと植物イの両方を 13 時間明期/11 時間暗期の明暗周期で育てた。各暗期では開始 1.5 時間後に赤色光を短時間照射し、さらにその直後に遠赤色光を短時間照射した。

実験 4 植物アの葉を植物イに接木し、12 時間明期/12 時間暗期の明暗周期で育てたところ、植物イの部分は開花した。植物イの部分から得られた種を発芽させ(植物イ'とする)、12 時間明期/12 時間暗期の明暗周期で育てると開花した。

実験 5 植物アの葉を植物イに接木し、18 時間明期/6 時間暗期の明暗周期で育てたところ、植物イの部分は開花した。植物イの部分から得られた種を発芽させ(植物イ')、18 時間明期/6 時間暗期の明暗周期で育てたが開花しなかった。

(1) 実験 1～3 における植物アと植物イの開花結果の組み合わせについて、次の表の選択肢 A～D から選んでそれぞれ記号で答えなさい。

	A	B	C	D
植物アの開花	○	○	×	×
植物イの開花	○	×	○	×

(2) 実験4, 実験5の結果から正しいと考えられるものをそれぞれ3つ選んで記号で答えなさい。

- A 植物アで作られたフロリゲンは植物イで働くことができる。
- B 植物アで作られたフロリゲンは植物イで働くことができない。
- C 植物アで作られたフロリゲンが植物イで働くことができるか判断ができない。
- D 植物イで作られたフロリゲンは植物アで働くことができる。
- E 植物イで作られたフロリゲンは植物アで働くことができない。
- F 植物イで作られたフロリゲンが植物アで働くことができるか判断ができない。
- G 植物アで作られたフロリゲンが働き植物イ'が開花した。
- H 植物イ'で作られたフロリゲンが働き植物イ'が開花した。
- I 植物アで作られたフロリゲンが働かず植物イ'が開花しなかった。
- J 植物イで作られたフロリゲンが働かず植物イ'が開花しなかった。

問5 オオマツヨイグサは光発芽種子であり, ロゼット葉(葉が平面的に放射状・円盤状に広がった状態)で十分な大きさまで成長をした後, 長日刺激を受け花芽形成する。花芽形成には日長による制御と春化处理の両方が必要であり, 花芽形成から開花までには約一ヶ月かかる。2024年1月に大阪で種子をまいたオオマツヨイグサはいつごろに花が咲くか, もっとも適した時期を下の選択肢から選びなさい。なお, ここではオオマツヨイグサの発芽温度は15℃以上, 十分な栄養成長には, 平均25℃以上の気温で3ヶ月以上の生育が必要とする。

大阪の平均気温(℃)

1月	2月	3月	4月	5月	6月
6.2	6.6	9.9	15.2	20.1	23.6

7月	8月	9月	10月	11月	12月
27.7	29.0	25.2	19.5	13.8	8.7

(選択肢)

- A 2024年7月 B 2024年10月 C 2025年1月
D 2025年7月 E 2025年10月 F 2026年1月

問 6 下線部3について、先駆植物の特徴としてもっとも適しているものを2つ選んで番号で答えなさい。また、そのような特徴を持つものを選択肢からすべて選んで記号で書きなさい。(解答例：1, 2 A, B, C)

[特徴]

- 1 種子が大型で近くに落ちる。
- 2 種子がネズミなどの小動物に運ばれやすい。
- 3 種子が風に飛ばされて遠くに運ばれやすい。
- 4 種子は光が少ない場所でも発芽して生育できる。
- 5 乾燥に強い。
- 6 強い光の下で早く成長し高木となる。

[選択肢]

- A アカマツ B アラカシ C コナラ D スダジイ
E ススキ F 地衣類 G タブノキ

III

以下の文章を読み、問に答えなさい。

図1の写真はある昆虫の幼虫、さなぎ(蛹)、成虫を示している。この昆虫は弥生時代に中国から日本に伝わり、人々は幼虫に桑の葉を与えて育て、まゆ(繭)からある種の糸を生産した。この昆虫は卵からふ化した1齢幼虫が成長・脱皮して2齢幼虫になり、脱皮が繰り返されて5齢幼虫となる。5齢幼虫はまゆをつくり、幼虫はその中でさなぎになる(蛹化：ようか)。この昆虫の成長過程においては、頭部にあるアラタ体から幼若ホルモン、胸部にある前胸腺からエクジソンの2つのホルモンが分泌されている(図2)。この昆虫の脱皮とさなぎへの変化は、幼若ホルモンとエクジソンの2つのホルモンによって調節されていることが明らかになっている。それぞれのホルモンの役割を調べるために各種実験を行った(図3)。幼虫をひもでしばると神経は正常につながっているが体液の移動は遮断される。しばられた幼虫は生きつづけ、それぞれの部位はホルモンに応じて正常な幼虫と同様の発達をする。また、幼虫は切断しても傷口をふさげば成長がすすみ、ガラス管で連結すれば体液の循環が起こることが知られている。

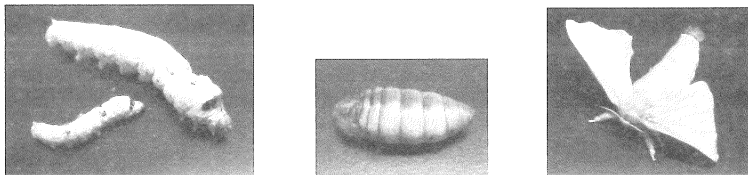


図1 4齢・5齢幼虫，さなぎ，成虫

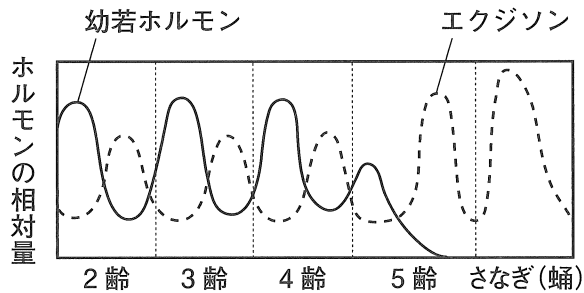
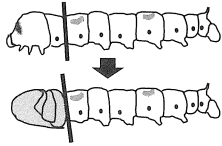


図2 この昆虫の成長とホルモンの相対量

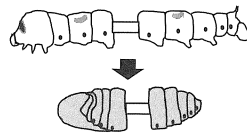
実験 1

5 齢幼虫の腹部をしばると、前部はさなぎになり、後部は 5 齢幼虫のままであった。



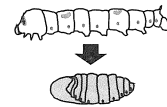
実験 2

5 齢幼虫の腹部を切断し、ガラス管で連結したのち傷口をふさぐと、それぞれの部分はさなぎになった。



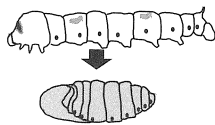
実験 3

4 齢幼虫のアラタ体を除去すると小さなさなぎになった。



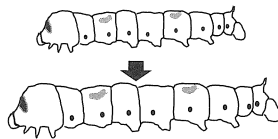
実験 4

5 齢幼虫のアラタ体を除去すると普通の大きさのさなぎになった。



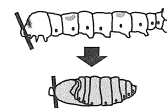
実験 5

5 齢幼虫に 4 齢幼虫のアラタ体を移植すると脱皮し 6 齢幼虫になった。



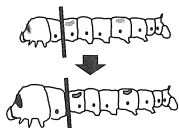
実験 6

4 齢幼虫の頭部と胸部の間をしばると、頭部は幼虫のまま、胸部以降は小さなさなぎになった。



実験 7

4 齢幼虫の腹部の途中をしばると、前部は脱皮し 5 齢幼虫になり、後部は 4 齢幼虫のままであった。



実験 8

5 齢幼虫の頭部と胸部の間をしばると、頭部は幼虫のまま、胸部以降はさなぎになった。

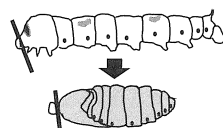


図 3 この昆虫を用いた各種実験と結果(直線はしばった位置を示し、しばりや切断などの処置はその齢の初期に行った)

問 1

- (1) この昆虫の名称は何か答えなさい。また、この昆虫のまゆからとれる糸の種類を続けて書きなさい。

(2) この昆虫の属性としてあてはまるものを下記の中からすべて選び記号で答えなさい。

- | | | |
|--------|----------|--------|
| A 原核生物 | B 真核生物 | C 新口動物 |
| D 旧口動物 | E へん形動物 | F 刺胞動物 |
| G 節足動物 | H キョクヒ動物 | I 脊索動物 |

問 2 実験をする前の段階で、ホルモンの相対量から発達過程におけるホルモンの必要性を推測することにした。図 2 のグラフから推測される仮説として可能性の高いものを 3 つ答えなさい。

- A 脱皮には幼若ホルモンの一過的な上昇と下降が必要である。
- B 脱皮には幼若ホルモンの上昇は不要である。
- C 脱皮にはエクジソンは不要である。
- D 蛹化には幼若ホルモンの低下が必要である。
- E エクジソンは幼虫の時期にのみ必要である。
- F 蛹化にはエクジソンが必要である。
- G 蛹化には幼若ホルモンとエクジソンの複合体形成が必要である。

問 3 図 3 の実験 1 と 2 から推測されるものとして適切なものを 2 つ選びなさい。

- A 蛹化にはホルモンが関与している。
- B 蛹化には頭部からの神経伝達が必要である。
- C 蛹化には免疫細胞が関与している。
- D 蛹化に必要なホルモンは尾部から分泌されている。
- E 蛹化に必要なホルモンは腹部の第一番目の体節より前の部分から分泌されている。

問 4 脱皮と蛹化がホルモンのみによって調節されているとした場合、図 2 のグラフと図 3 の実験 1, 3, 4, 5 から考えられる結論として適切なものをすべて選びなさい。

- A 蛹化には幼若ホルモンのみが必要である。
- B 蛹化にはエクジソンのみが必要である。
- C 蛹化には幼若ホルモンとエクジソンの両方が必要である。
- D 蛹化にはエクジソンの後に幼若ホルモンが作用する必要がある。
- E 幼若ホルモンは蛹化を抑制する。
- F エクジソンは蛹化を抑制する。
- G 蛹化には幼若ホルモンとエクジソン以外の第 3 のホルモンが必要である。
- H 幼若ホルモンのあとにエクジソンが作用すると蛹化が抑制される。
- I 該当なし。

問 5

- (1) 5 齢幼虫から前胸腺を除去するとその幼虫はどうか、すべての実験結果から考察して 15 字以内で答えなさい。

- (2) 5 齢幼虫の腹部をしばり、後半部分に別の 5 齢幼虫から摘出したホルモンを分泌する前胸腺を移植すると前半部と後半部はそれぞれどうなるか、すべての実験結果から考察して 18 字以内で答えなさい。

問 6 この昆虫のまゆの色を決める対立遺伝子(顕性[優性]の黄色遺伝子 Y, 潜性[劣性]の白色遺伝子 y)と黄色遺伝子 Y のはたらきを抑制する対立遺伝子(顕性の抑制遺伝子 I, 潜性の抑制遺伝子 i)が異なる染色体上にある。通常 Y が存在するとまゆは黄色になるが, Y が存在しても同時に I が存在する場合には色素が産生されずまゆは白色になる。i がホモの場合は, Y または y の遺伝子型のみによって色が決定する。これら 2 組の対立遺伝子はメンデルの法則にしたがって遺伝する。黄色のまゆをつくる iiYY と白色のまゆを作る Iiyy を交配して生まれた雑種第一代(F₁)同士を交配したとき, 黄色のまゆと白色のまゆの比率を答えなさい。解答は, 黄色 : 白色の比率を答えること。(例 : 1 : 1)

問 7 この昆虫の斑紋と体色は同じ染色体上にある 2 組の対立遺伝子によって支配されている。斑紋については正常と虎斑があり, 虎斑が顕性である。体色については白色と薄黄色があり, 白色が顕性である。正常斑紋・薄黄色の純系(ホモ)と虎斑と白色の純系(ホモ)を交配して F₁ を得た。この F₁ のオスと正常斑紋・薄黄色の純系のメスを掛け合わせたところ, 虎斑・白色が 46 匹, 虎斑・薄黄色が 8 匹, 正常斑紋・薄黄色が 47 匹, 正常斑紋・白色が 7 匹得られた。この場合の組換え価(%)を答えなさい。ただし, 小数点第 2 位を四捨五入するものとする。

IV

以下の文章を読み、問に答えなさい。

脊椎動物の胚では、原腸形成によって3つの胚葉が区分される。中胚葉からは最初に がつくられ、その両側の中胚葉は、 に近い方から 、腎節、側板へと分かれる。発生の過程で は、その背側にある神経管や、腹側にある腸管にさまざまな影響を及ぼし、器官形成に重要な役割を果たしている。例えば、すい臓は①将来十二指腸になる部域の腸管の一部が膨らんでつくられるが、②この膨らみ(すい芽という)の形成には、 と、腸管近くに形成される大動脈が必要であることが報告されている。すい芽はやがてすい臓へと分化し、消化を助けるすい液や種々のホルモンを分泌するようになる。成体では、ベイリスとスターリングにより発見されたセクレチンとよばれるホルモンが、すい液の分泌を促進することが知られている。

問 1 文中の と にあてはまる語句を答えなさい。

問 2 から分化するものを、以下の(あ)～(け)より2つ選び記号で答えなさい。

- (あ) 心臓 (い) 脊髄 (う) 脊椎骨 (え) 骨格筋
(お) 大動脈 (か) 輸尿管 (き) 眼の網膜 (く) 気管の上皮
(け) 皮膚の表皮

問 3 セクレチンを分泌する器官をI群より、セクレチンの分泌を促進するものをII群より1つずつ選び、順に記号で答えなさい。(解答例：あ、a)

- I群：(あ) 胃 (い) 十二指腸 (う) すい臓
(え) 肝臓 (お) 脳下垂体
II群：(a) 胃酸 (b) 胆汁
(c) すい液 (d) 視床下部の放出ホルモン

問 4 下線部②の ア と大動脈の働きを調べるため、マウスの胚を使って以下の各実験を行った。ただし、タンパク質 Q とタンパク質 R は ア からのみ分泌されるタンパク質であり、腸管がすい芽を形成するためには、腸管での遺伝子 S の発現の開始と遺伝子 T の発現の低下が不可欠であるものとする。実験の結果をもとに(1)~(3)の問に答えなさい。

[実験 1] 大動脈が形成される前のマウス 8 日胚において、下線部①の腸管では遺伝子 T が発現し、遺伝子 S は発現していなかった。この腸管を摘出し、タンパク質 Q を培養液に加えて培養したところ、遺伝子 S も遺伝子 T も発現に変化はなかった。これに対し、タンパク質 R を加えて培養した場合には、遺伝子 S は発現しなかったが、遺伝子 T の発現は急激に低下した。さらに培養を続けたが、タンパク質 Q を加えて培養した場合も、③タンパク質 R を加えて培養した場合も、すい芽は形成されず、腸管はすべて十二指腸に分化した。

[実験 2] 実験 1 と同様、マウス 8 日胚から下線部①の腸管を摘出し、タンパク質 Q、タンパク質 R のいずれかを培養液に加えて培養した。その後、別のマウス 10 日胚より形成されたばかりの大動脈の一部を摘出し、腸管の近くに置いてさらに培養を続けた。タンパク質 R を加えて培養した場合には、大動脈近くの部位の腸管では遺伝子 S が発現し、その部位の腸管が大動脈に向かって膨らみ、すい芽が形成された(下図)。これに対し、④タンパク質 Q を加えて培養した場合には、腸管で遺伝子 S は発現せず、培養を続けてもすい芽は形成されなかった。

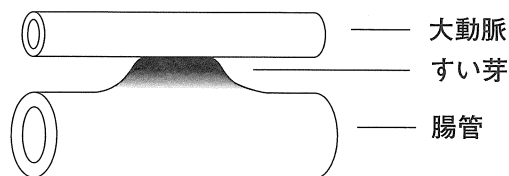


図 腸管と大動脈の培養

[実験3] マウス8日胚の生体内において、タンパク質Qのみを阻害する物質を腸管近くに投与した。その後、発生が進み大動脈が形成されると、大動脈近くの腸管が膨らんですい芽が形成された。これに対し、タンパク質Rのみを阻害する物質を生体内投与した場合には、大動脈が形成されても、すい芽は形成されなかった。

(1) 下線部③および下線部④では、すい芽の形成はなぜ起こらなかったのか。この原因として最も適切な推察を以下の(あ)～(く)より1つずつ選び、それぞれ記号で答えなさい。

- (あ) 大動脈が近くなかったため、その作用を受けられなかった。
- (い) が近くなかったため、その作用を受けられなかった。
- (う) 遺伝子Sが発現しなかったため、大動脈の作用を受けられなかった。
- (え) 遺伝子Sが発現しなかったため、 の作用を受けられなかった。
- (お) 遺伝子Tが発現が低下したため、大動脈の作用を受けられなかった。
- (か) 遺伝子Tが発現が低下したため、 の作用を受けられなかった。
- (き) 遺伝子Tが発現が低下しなかったため、大動脈の作用を受けられなかった。
- (く) 遺伝子Tが発現が低下しなかったため、 の作用を受けられなかった。

(2) [実験3]において、(i)タンパク質Qのみを阻害する物質、または(ii)タンパク質Rのみを阻害する物質を生体内投与した場合、腸管での遺伝子Sおよび遺伝子Tの発現はどのようなようであったか。以下の(あ)～(え)よりあてはまるものを1つずつ選び、それぞれ記号で答えなさい。同じ記号を何度用いてもよい。

- (あ) 上昇した。
- (い) 低下した。
- (う) 高いまま維持された。
- (え) 発現しないままであった。

(3) [実験1]～[実験3]の結果から、すい芽の形成に必要な現象を以下の(あ)～(き)より4つ選び、正常な発生過程で早く起こる順に記号を並べなさい。(解答例：あ、い、う、え)

- (あ) 腸管で遺伝子Sの発現が上昇する。
- (い) 腸管で遺伝子Tの発現が低下する。
- (う) 腸管で遺伝子Tの発現が維持される。
- (え) 大動脈が形成され、腸管に作用する。
- (お) 大動脈が形成され、に作用する。
- (か) からタンパク質Qが分泌される。
- (き) からタンパク質Rが分泌される。

問5 成体のすい臓において、ランゲルハンス島のB細胞から分泌されるホルモンを選びなさい。また、そのホルモンの作用を12字以内で書きなさい。

- A アドレナリン
- B インスリン
- C グルカゴン
- D 糖質コルチコイド

問6 すい臓から分泌されるホルモンは、どのようにして標的細胞の核に情報を伝えるか。この過程で起こる現象を、以下の(あ)～(か)より3つ選び、早く起こる順に記号を並べなさい。(解答例：あ、い、う)

- (あ) ホルモンが細胞膜を通過する。
- (い) ホルモンが、細胞膜にある受容体と結合する。
- (う) 受容体の構造が変化し、別の分子を活性化する。
- (え) ホルモンと受容体の複合体が、核内でDNAに結合する。
- (お) ホルモンが、細胞質基質や核内にある受容体と結合する。
- (か) 細胞内の情報伝達物質を介して、核へ情報が伝わる。

訂正 令和6年度一般選抜試験（前期）理科

下記の通り訂正してください。

物理

<訂正1> II 4ページ, 4行目

誤：「透磁率が磁束の」

↓

正：「透磁率が磁束線の」

<訂正2> IV 7ページ

誤： 問2 圧力はいくから。

↓

正： 問2 圧力はいくらか。

<訂正3> IV 7ページ

誤： 問4 有効数字 3桁で答えよ。

↓

正： 問4 有効数字 2桁で答えよ。

<訂正4> IV 7ページ

誤： 問5 有効数字 3桁で答えよ。

↓

正： 問5 有効数字 2桁で答えよ。

生物

<訂正1> p18、上から4～5行目 I (5) 選択肢 C

誤： タンパク質は体内へ

↓

正： タンパク質は細胞と細胞の間を通って体内へ

<訂正2> p22、下から1行目 II 問6

選択肢 F を削除。

訂正 令和6年度一般選抜試験（前期）理科

下記の通り訂正してください。

物理

<訂正5> II 3ページ 13行目

誤： 気回路)が形成された__考えることができる。

↓

正： 気回路)が形成されたと考えることができる。

「と」を加えてください。

出典 前期 生物 IV

日本医科大学 2018年度 生物 [I] より改変