

平成 22 年 度 入 学 試 験 問 題

理 科

	ページ
物 理	1～10
化 学	11～24
生 物	25～38
地 学	39～51

化学については、問題 **1** から問題 **5** までは必ず解答し、問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

地学については、問題 **1** と **2** を必ず解答し、問題 **3** ～ **5** の 3 題のうちから 2 題を選択して解答すること。

注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

生 物

1 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

コップの中に入れたスクロース水溶液の上に水を静かに注ぐと、最初は比重の小さい水が上澄みになっているが、スクロース分子は次第に上の層に広がり、やがて濃度が均一の溶液となる。このような現象を [1] という。溶媒、溶質とも自由に通過させる膜を [2] ，溶媒と一部の溶質だけを通過させる膜を [3] という。溶液中のある物質が膜を通過する現象を [4] といひ、 [3] を通して物質が [4] するときの圧力を [5] という。

細胞は、細胞膜を通して、細胞外から酸素、水、栄養素などを取り入れ、二酸化炭素や老廃物などを細胞外に出している。細胞膜は [3] であり、特定の物質を選んで輸送する性質がある。この性質を [6] という。輸送には受動輸送^(a)と能動輸送がある。植物細胞は、細胞膜の外側に細胞壁とよばれるかたい構造をもち、主にセルロースからできている。細胞壁は [2] で、栄養素や老廃物を自由に通過させる。

細胞を異なった濃度の溶液に浸すと、 [5] の差に応じた水の移動が起こる。このとき水が細胞外に出る溶液を [7] ，水が細胞内に入る溶液を [8] ，細胞内液と外液との間に見かけ上、水の出入りがおこらない溶液を等張液という。ヒトの赤血球を [7] に浸すと水が細胞外に出て赤血球は収縮し、 [8] に浸すと赤血球は水を吸い込んで膨らみ、ついには膜が破れてしまう。植物細胞を [7] に浸すと、水が細胞外に出て細胞質は収縮するが、細胞壁はかたくて収縮しにくいため、細胞膜と細胞壁が離れてしまう。この現象を [9] という。植物細胞を [8] に浸すと細胞質は水を吸い込んで膨らみ、細胞壁を押し圧力が生じる。この圧力を [10] という。

問 1 文章中の ~ に適切な語句を入れよ。

問 2 植物細胞の吸水力と , の関係を式で示せ。

問 3 下線部 (a) に示した 受動輸送と能動輸送 の特徴を 120 字以内で説明せよ。

2

次の文章を読み，問1～問5に答えよ。

カエルの卵では，精子は動物極より入る。精子が入ると，黒く色素沈着した動物極の外側の細胞質が，精子が入った点に向かって，内側の細胞質に対して30度移動する。その結果，精子が入った点の反対側の赤道付近の部分は，黒の色素沈着が希釈されて灰色となる(図1)。この灰色模様は， とよばれる。この細胞質の移動により，植物極の外側細胞質に発現していたDshという分子が赤道付近に移動する。その後の発生で， の近くに が生じ， が形態形成を導く能力をもつ となる。Dshの移動は，これらの過程を導くために重要であると考えられている。原腸の陥入に際して， の内側にある細胞の一部が，細長いびん型のびん細胞に変形し，胚の内部へともぐり込んでいく。原腸陥入は， から始まり，外胚葉が外側をおおうにつれて，側方と腹側の細胞も陥入していく(図2)。

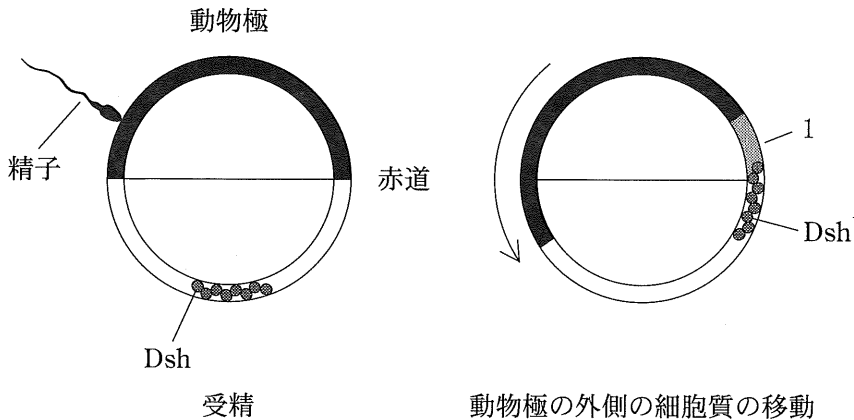


図1

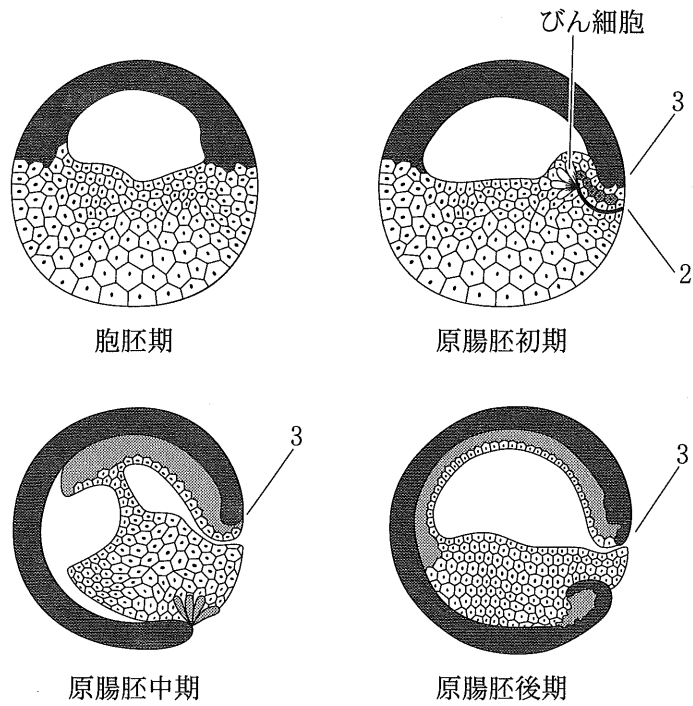


図 2

問 1 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 すでに受精卵の段階で、体軸の確立が始まる。Dsh の移動は、その後の発生における体軸の確立に重要と考えられている。Dsh が移動した部位は、下記の体軸のうちのどれになるか 1 つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| (a) 頭側 | (b) 尾側 | (c) 背側 |
| (d) 腹側 | (e) 左側 | (f) 右側 |

問 3 シュペーマンは、イモリの 2 細胞期の胚を髪の毛で強くしばって 2 つに分けた。 を 2 等分した場合、どのような発生が起きたか下記から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (a) 背側の構造をもつ胚が 2 つ形成された。
- (b) 腹側の構造をもつ胚が 2 つ形成された。
- (c) 正常な胚が 2 つ形成された。
- (d) 一方から頭側の構造をもつ胚が、他方から尾側の構造をもつ胚が形成された。
- (e) 一方から左側の構造をもつ胚が、他方から右側の構造をもつ胚が形成された。

問 4 から最初に陥入していく細胞は、頭部の中胚葉の形成に関わる。

- (1) その次に陥入していく細胞は何を形成するか記せ。
- (2) 形成された上記 (1) は、外胚葉から何の形成を誘導するか記せ。

問 5 シュペーマンらは、どのような実験を行い、どういう結果を得て の存在を明らかにしたか、130 字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

核酸はDNAとRNAの2種類に分けられる。どちらも糖・リン酸・塩基(a)からなり、構成元素はC・H・O・N・Pであるが、DNAとRNAでは糖と塩基(b)の種類が異なる。

DNAの構造は、2本の主鎖から内側に突き出た塩基(c)どうしが弱い結合をつくり、1本の軸をとりまく構造になっている。DNAの塩基配列には、遺伝形質に関する情報を含めて、遺伝的な情報すべてが保持されており、遺伝情報とよばれる。遺伝子は、DNA分子中の特定の領域にある塩基配列のことで、遺伝情報の単位となっている。DNAの働きは、遺伝情報を保持・発現し、子孫に伝えることで、すべての生物で共通している。母細胞から娘細胞へと遺伝情報が伝えられるためには、DNAが正確に複製されたのち娘細胞に分配される必要がある。一方、RNAは1本鎖からなっており、折りたたまれ、分子内で部分的に相補的に結合することにより、特定の立体構造をとることが多い。RNAには、働きの異なるいくつかの種類があり、伝令RNA(mRNA)、運搬RNA(tRNA)、リボソームRNA(rRNA)が含まれる。DNAの遺伝情報(塩基配列)はいったんmRNA(e)の塩基配列として写しとられる。そして、mRNAの塩基配列をもとにタンパク質(f)が合成される。

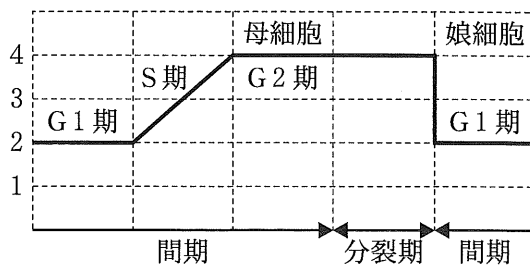
酵素は、DNAの遺伝情報をもとに生成され、酵素反応によって生物の形質が現れる。遺伝子が変わると形質が変わることがあり、ヒトでも、代謝が異常になる例がいくつか知られている。食物中に含まれるアミノ酸の一種のフェニルアラニンは、酵素の働きでチロシンに変化するが、この酵素の遺伝子(g)に変化がおけると酵素が働かなくなることがある。そのため、フェニルアラニンはチロシンに変化せずに体内に蓄積し、これがフェニルピルビン酸に変化して尿中に排泄される。このような代謝の異常をとまなうと、脳の発育に障害が出る。(h)

問1 下線部(a)の糖・リン酸・塩基が結合した化合物を何というか記せ。

問2 下線部(b)のDNAとRNAの糖の種類を記せ。

問 3 下線部(c)のような DNA の構造を何というか記せ。

問 4 下線部(d)に関して、細胞分裂の際には DNA の複製が行われる。右図はウニの体細胞分裂における細胞 1 個あたりの相対的な DNA 量の変化を示している。これを参考にして、ウニ卵母細胞の減数分裂における細胞 1 個あたりの相対的な DNA 量の変化を図に記せ。



(縦軸は細胞 1 個あたりの相対的な DNA 量、横軸は時間を示している)

問 5 下線部(e), (f)の過程をそれぞれ何というか記せ。

問 6 下線部(g), (h)に関して、mRNA の遺伝暗号表(次ページ)を参考に、次の問に答えよ。

(1) 下の塩基配列は、フェニルアラニンをチロシンに変える水酸化酵素遺伝子の塩基配列の一部を示している(5'-, -3'は配列の方向性を示している)。



下線部の CGG が TGG あるいは CAG に変化した場合、アミノ酸はそれぞれ何から何に変化するか記せ。

(2) DNA の塩基配列の変化が、タンパク質を構成するアミノ酸の配列に影響を及ぼさない場合がある。どのような場合か、60 字以内で説明せよ。

(3) 下線部(h)の代謝異常疾患は何か記せ。

mRNA の遺伝暗号表

1 番目の塩基	2 番目の塩基				3 番目の塩基
	U	C	A	G	
U	UUU } フェニルアラニン UUC } UUA } ロイシン UUG }	UCU } セリン UCC } UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA (終止) UAG (終止)	UGU } システイン UGC } UGA (終止) UGG } トリプトファン	U C A G
C	CUU } ロイシン CUC } CUA } CUG }	CCU } プロリン CCC } CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGU } アルギニン CGC } CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } イソロイシン AUC } AUA } AUG } メチオニン (開始)	ACU } ACC } ACA } ACG } トレオニン	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }	U C A G
G	GUU } バリン GUC } GUA } GUG }	GCU } アラニン GCC } GCA } GCG }	GAU } アスパラギン酸 GAC } GAA } グルタミン酸 GAG }	GGU } グリシン GGC } GGA } GGG }	U C A G

4 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

多細胞の動物では、受容器によって受容された外界や体内の情報は、神経系の働きによって処理される。神経系の構成に関して、1906年にノーベル賞を受賞した二人の神経学者が相反する説を主張した。イタリアの神経学者ゴルジは、「神経細胞どうしが合体して、一つの網のようになっている」という説を唱えた。一方、スペインの神経学者カハールは、「神経細胞と神経細胞は非連続的である」^(a)という説を提唱し、これは現在でも通用する理論である。

神経繊維の細胞膜は、静止時には外側が に帯電している。神経細胞が興奮すると細胞膜内外の電位が逆転し、 が発生する。 は に沿って伝わり、神経末端までくると、 とよばれる化学物^(b)質が放出される。 は次の神経細胞の樹状突起や細胞体上にある に結合し、興奮が伝達される。

これまで中枢神経系は、一度損傷されると再生しないと考えられていた。しかし、高い 能と分化の 性を有する胚性幹細胞(ES細胞)が発見され、神経再生医療への応用が期待されている。

問1 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

問2 カハールが提唱した説は、ある研究装置を利用した解析によって証明された。この研究装置は何か記せ。

問3 下線部(a)の「神経細胞と神経細胞は非連続的である」部分の名称を記せ。
またその細胞体上の構造の模式図を、神経興奮の方向(→)と、主要な細胞小器官名もいれて図示せよ。

問4 下線部(b)について、代表的な化学物質を2つ記せ。

5 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

植物は光エネルギーを利用して光合成を行っている。光合成反応は、植物葉の細胞中に存在する [1] で行われる。 [1] の内部には、 [2] とよばれるへん平な袋状の膜構造と、 [2] が層状に積み重なった [3] が観察される。 [2] には光エネルギーを吸収する光合成色素が含まれている。また、 [2] 以外の基質部分^(a)は [4] とよばれ、光合成に関する種々の酵素が含まれている。これらの酵素が、光合成色素に吸収された光エネルギーによって作られた [5] などを使って二酸化炭素を有機物に変換する。

図1は、2種類の植物AおよびBの葉における光合成を、光の強さと二酸化炭素の吸収速度で表した光合成速度との関係として示している(二酸化炭素濃度や温度などの環境条件は一定)。また、図2は里山の雑木林の模式図である。高木層にはクヌギ、低木層にはアラカシの幼木が生育している。

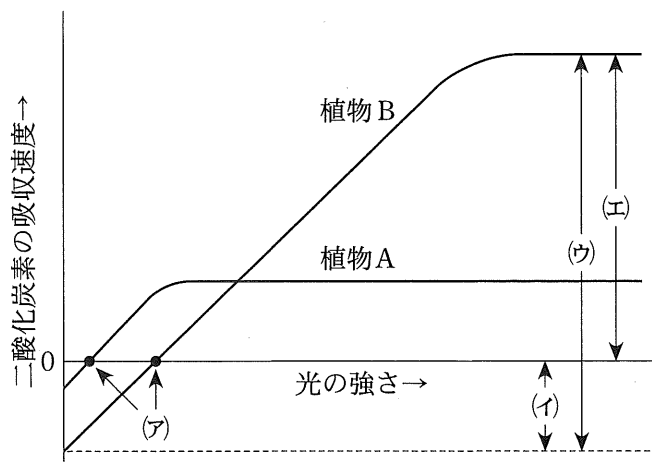


図1 2種類の植物の光合成曲線

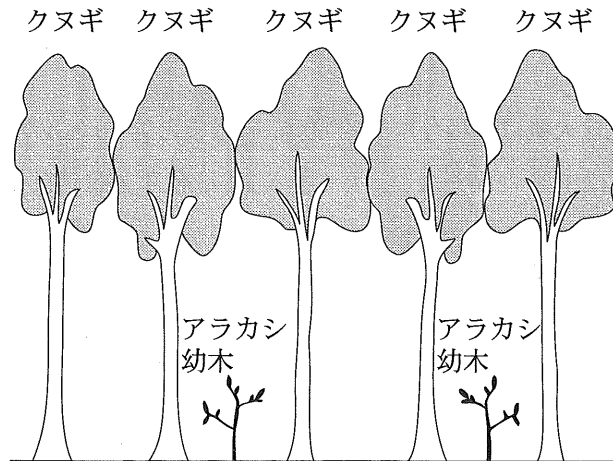


図2 雑木林の模式図

問 1 文章中の ~ に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部 (a) の色素名を 3 つ記せ。

問 3 光合成速度は光の波長によって異なる。光合成に適している光の色を 2 つ記せ。また、その理由を 40 字以内で説明せよ。

問 4 図 1 中の (ア)~(エ) に適切な語句を入れよ。

問 5 図 1 の植物 A および B のような光合成の特徴をもつ植物は、それぞれ何とよばれているか記せ。また、図 2 のクヌギとアラカシは、このどちらに属するか記せ。

問 6 図 2 の低木層にクヌギの幼木が生育していない理由を 60 字以内で説明せよ。

6 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

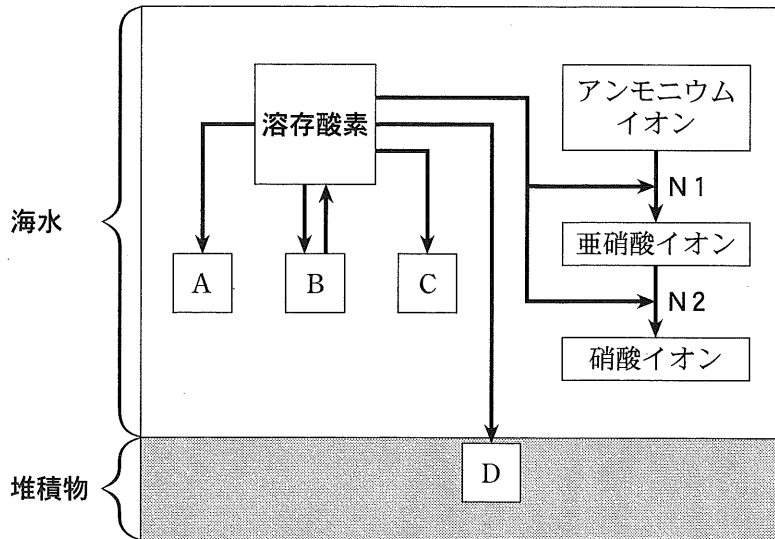
現在の地球大気は体積分率で約80%の窒素と約20%の酸素を含み、二酸化炭素の割合は1%に満たない。しかし、約46億年前に地球が誕生した頃の原始大気は、ほとんど酸素を含まず、二酸化炭素が大量に含まれていたと考えられている。では、地球上の酸素濃度はいつ頃、どのように増加したのだろうか？現在の学説では、約20億年前までに海洋において とよばれる原核生物の活動が活発化した結果、海水中の溶存酸素濃度が高まり、大気中の酸素分圧も上昇し始め、約5億年前のカンブリア期までには大気上層の成層圏においてオゾン層が形成されたと推察されている。一方、大気中の二酸化炭素は、生物・非生物的作用によって として堆積したり、 や他の光合成生物の繁栄によって、有機物に固定されたために減少したと考えられている。

問1 文章中の および に適切な語句を入れよ。

問2 地球上の酸素濃度の上昇は、生物の進化や適応に対して様々な影響を及ぼした。その内容に関して適切でないものを1つ選び、その記号を記せ。

- (a) 好気呼吸を行う従属栄養生物のうち、大型動物の誕生を促す一因となった。
- (b) 活性酸素によって細胞が傷害を受ける恐れが高まったので、その防護のための酵素や遺伝子修復機構が進化した。
- (c) 嫌気的な呼吸を行う従属栄養生物は、陸上ではほぼ絶滅した。
- (d) オゾン層の形成が紫外線の地表への到達を防ぎ、陸上への生物の進出を可能にした。

問 3 下の図は、現在のある海域における溶存酸素の生産と消費の経路を、無機態窒素化合物の変換過程とともに図示したものである。



図の中で、溶存酸素から出て行く矢印は、酸素が消費される経路を表し、逆に溶存酸素に戻る矢印は、酸素が生産される過程を表している。記号 A, B, C は、水中の植物プランクトン、あるいはその捕食者である動物プランクトン群集を、記号 D は堆積物中に住む従属栄養生物群集を表している。

- (1) A, B, C のうち、植物プランクトンを表すものを 1 つ選び、その記号を記せ。
- (2) A, B, C の生産量(単位時間に取り込まれるエネルギー量)を、それぞれ P_a , P_b , P_c とするとき、その大小関係を表す式として適切なものを、以下の ①～⑫ のうちから 1 つ選び、その番号を記せ。

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $P_a < P_b < P_c$ | ② $P_a < P_c < P_b$ | ③ $P_b < P_a < P_c$ |
| ④ $P_b < P_c < P_a$ | ⑤ $P_c < P_a < P_b$ | ⑥ $P_c < P_b < P_a$ |
| ⑦ $P_a, P_b < P_c$ | ⑧ $P_c < P_a, P_b$ | ⑨ $P_a, P_c < P_b$ |
| ⑩ $P_b < P_a, P_c$ | ⑪ $P_b, P_c < P_a$ | ⑫ $P_a < P_b, P_c$ |

(3) 無機態窒素化合物の変換に関わる矢印 N1 と N2 の過程をあわせて何とよぶか、次の語句から1つ選び、その記号を記せ。

- (a) アミノ基転移 (b) 窒素同化 (c) 脱 窒
(d) 硝 化 (e) 脱アミノ反応 (f) 窒素固定
(g) ジアゾ化 (h) 硝酸同化

(4) 一般に、健全な生態系では有機物の生産と分解の平衡が保たれている。しかし、海洋生態系において、一部の植物プランクトンが異常発生すると、その影響で魚介類が大量死することがある。このとき、魚介類が大量死する原因を、水中の酸素濃度の変化に着目して、80字以内で説明せよ。