

平成 25 年度 入学試験問題

理 科

	ページ
物 理	1～11
化 学	12～26
生 物	27～40
地 学	41～48

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。

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を開かないこと。
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4に答えよ。

1個の細胞が2個以上の細胞に分かれることを細胞分裂といい、細胞分裂を行う前の細胞を , 細胞分裂の結果生じる細胞を という。

細胞周期では、体細胞分裂のおこる時期を分裂期といい、体細胞分裂が終了して次の体細胞分裂がおこるまでの期間を間期という。間期はさらに 期、DNA合成期、 期に分けられる。

核分裂は、染色体の形や動きによって、4つの時期に分けられ、細胞質分裂は、核分裂の 期におこる細胞質の分裂である。

減数分裂では、第一分裂と第二分裂と呼ばれる2回の連続した細胞分裂からなり、1個の生殖 から4個の ができる。第一分裂前期には、核内に分散していた染色体がしだいに凝縮して太く短くなる。このとき一对の相同染色体は平行に並んで接着するが、これを という。また、この状態の染色体を 染色体と呼ぶ。第一分裂中期になると 染色体は、赤道面と呼ばれる中央の面に一列に並ぶ。動物細胞では、第一分裂後期に 染色体が分離して、紡錘糸にそって、両極の に向けて移動する。

問1 文章中の ～ にあてはまる語句を記せ。

問2 細胞質分裂における、動物細胞と植物細胞の違いについて、50字以内で述べよ。

問3 核分裂の紡錘糸形成における動物細胞と植物細胞の違いについて、50字以内で述べよ。

問4 減数分裂において、相同染色体の乗換えがおこるのは、第一分裂のどの時期か答えよ。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

被子植物の種子は子房の中で成熟し、発芽に適した環境になるまで休眠状態となるものが多い。この休眠を保つ植物ホルモンはアブシシン酸^①である。イネやムギの種子は、発芽に適した温度で吸水すると胚から [1] が分泌される。[1] は [2] の外側を包んでいる糊粉層に働きかけ、[2] の [3] を糖に分解するアミラーゼ^②を合成させる。糖は [4] に吸収され、[4] における細胞の浸透圧を高めて吸水を促進するとともに、呼吸基質^③となって呼吸を促進する。このように発芽が始まるが、レタスやシロイヌナズナの種子では、特定の波長の光の照射が発芽に影響を与える。これらの種子では光により^④ [5] と呼ばれるタンパク質が変化し、[1] 合成を活性化することで発芽すると考えられている。

問1 文章中の [1] ～ [5] にあてはまる語句を記せ。

問2 文章中の下線部①のアブシシン酸について、種子の休眠作用以外に植物ホルモンとしての働きを3つ答えよ。

問3 文章中の下線部②のアミラーゼは、ほ乳類における消化でも同じ働きをしている。ほ乳類においてアミラーゼが含まれる消化液を1つ答えよ。

問4 文章中の下線部③について、植物細胞の吸水力は浸透圧ともう1つの圧力により決まる。その圧力を何というか答えよ。

問 5 文章中の下線部④の特定の波長の光に関して以下の実験を行った。

図1の両矢印で示した波長AおよびBの光、および白色蛍光灯の光を、表1に示したようにレタスの種子に照射し、それぞれの種子の発芽の状態を調べた。その結果、波長Aの光が発芽に必要であること、波長Bの光は発芽を抑制すること、最後に当てた光が発芽に影響することが分かった。また、白色蛍光灯は、発芽を促す波長Aと抑制する波長Bの両方の光を含んでいるが発芽した。

図1に示した白色蛍光灯の波長分布図を参考にし、波長AとBの光の一般的な名称を用いて、上記下線部の理由を70字以内で述べよ。

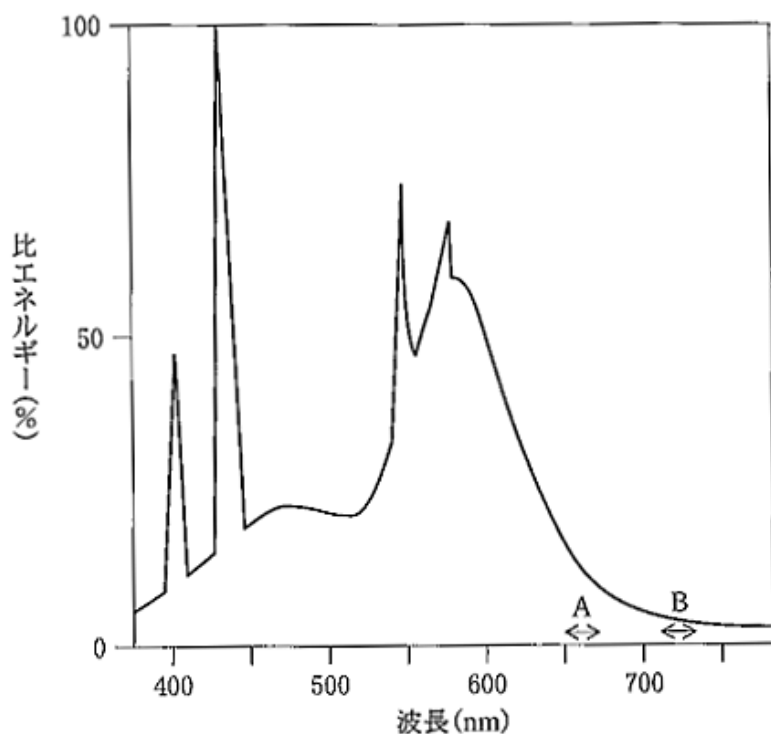


図1 白色蛍光灯の波長分布図。縦軸の比エネルギーは光の強さを、横軸の波長は光の色の成分を表している。

表 1 種子の発芽への光の影響

光 処 理	発 芽
暗 黒	しない
A	する
B	しない
A → B	しない
A → B → A	する
白色蛍光灯	する

A と B は、それぞれ図 1 に示した波長の光を 1 分間照射したこと、矢印は、その左の波長の光を照射したのち、その右の波長の光を照射したことを示す。

3 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

ある植物には花色を決定する2つの異なる遺伝子AとBがある。それぞれの対立遺伝子Aはaに対して優性、Bはbに対して優性である。これらの遺伝子は同じ染色体上にあることがわかっている。白花AAbbと白花aaBBを交配して生じたF₁はすべて紫花だった。

対立遺伝子Aは色素原Xを生成し、対立遺伝子Bは色素原Yを生成する。色素原XとYがともに生成されると紫色素が作られる。対立遺伝子a、bは色素原を生成できない。

問1 遺伝学の実験には、エンドウ、スイートピーやシロツメクサなどのマメ科植物がよく使用される。これらの植物が遺伝学の実験に適している理由として「自然に自家受精できる」ことが挙げられるが、自家受精が容易なことによりどのような利点があるのかを1つ述べよ。

問2 文章中の下線部のように、同一の染色体にある複数の遺伝子が独立に伝えられず、行動をともにする現象を何というか答えよ。

問3 F₁を自家受精する場合のF₂について次の問に答えよ。

- (1) F₁を自家受精するとF₂では紫花：白花はどのようになるか、簡単な比で記せ。ただし組換えは考えないものとする。
- (2) 遺伝子AとBが異なる染色体上にある場合、F₁を自家受精するとF₂では紫花：白花はどのようになるか、簡単な比で記せ。

問4 F₁に白花aabbを交配させた結果、次の世代では紫花150、白花1850となった。次の問に答えよ。

- (1) 遺伝子AとBの組換え価を求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入せよ。
- (2) 上に記した次の世代の白花からそれぞれの抽出液を得て、色素原Yを加えると紫色素が作られる白花があった。この白花の個体と、白花aaBBを交配すると、紫花と白花の両方が得られた。このときに交配させた白花の遺伝子型と得られた紫花：白花の簡単な比を記せ。

問 5 この植物における，遺伝子 A と B のような相互作用をもつ遺伝子を何と
いうか答えよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

正常マウス(Wマウス)および、Wマウスと系統は同じでT細胞機能が欠損しているマウス(Tマウス)のそれぞれの皮下に、ある病原細菌を接種した。その後、血清の抗体の量を測定したところ、Wマウスでは十分な抗体の量があった^①が、Tマウスは抗体を作っていないかった。

次に、Wマウスから抗体を取り出したのち、抗体の性質を調べるために以下の3種類の実験を行った。

実験1：取り出した抗体を病原細菌の毒素と混ぜたところ、毒素の毒性は消失した。

実験2：還元剤のメルカプトエタノールで処理したところ、抗体は分子量約50,000のポリペプチドと約25,000のポリペプチド^②に分離した。^③

実験3：取り出した抗体をタンパク質分解酵素で処理したのち、抗体と細菌溶液を混合したところ沈殿物が形成された。

問1 Tマウスでは、なぜ抗体を作れなかったのか。抗体産生の際にT細胞が関与する過程に着目し、50字以内で述べよ。

問2 抗原抗体反応はその現れ方によっていくつかの種類に分類できるが、実験1の反応を何というか、以下の(ア)～(エ)の4つの選択肢から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) 凝集反応 (イ) 中和反応 (ウ) 沈降反応 (エ) 拒絶反応

問3 実験2の結果から推測される2本のポリペプチドの結合様式を何というか答えよ。また、文章中の下線部②および③の名称を記せ。

問 4 抗体の構造を図 1 に示す。実験 3 の結果から、このタンパク質分解酵素は図の A～C のどの部分を切断すると考えられるか。またその理由を 30 字以内で述べよ。

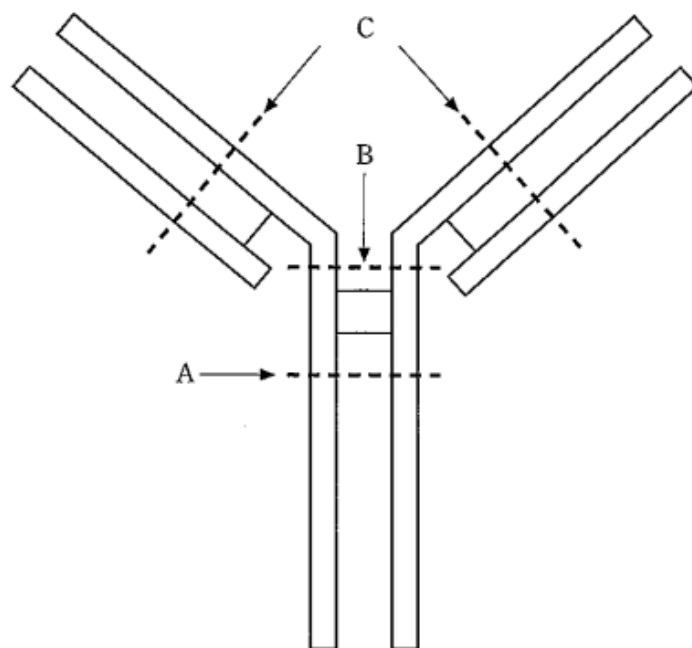


図 1

問 5 文章中の下線部①で、抗体の量をできるだけ増加させるためには、どのような免疫方法をとればよいか、理由とともに 80 字以内で述べよ。ただし、免疫には一定数の病原細菌のみを使用するものとする。

5 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

ある動物の肝臓を取り出し、等張のスクロース溶液にいれ、ホモジナイザーを用いて破碎した。この液を遠心分離機にかけて $1,000g$ (g は重力を基準とした遠心力の大きさを表す)で10分間遠心した。この試験管には上澄みAと沈殿Bができた。この上澄みAを取り、新しい試験管に入れた後、さらに $20,000g$ で20分間遠心した。この試験管には上澄みCと沈殿Dができた。この上澄みCを取り、新しい試験管に入れた後、さらに $150,000g$ で180分間遠心した。この試験管には上澄みEと沈殿Fができた(図1)。

X君、Y君、Z君がそれぞれ、上記の条件で実験を行い、沈殿B、沈殿D、沈殿F、上澄みEにおけるピルビン酸脱水素酵素の活性を測定した。結果は表1のようになった。ただし、 U は酵素活性の単位である。

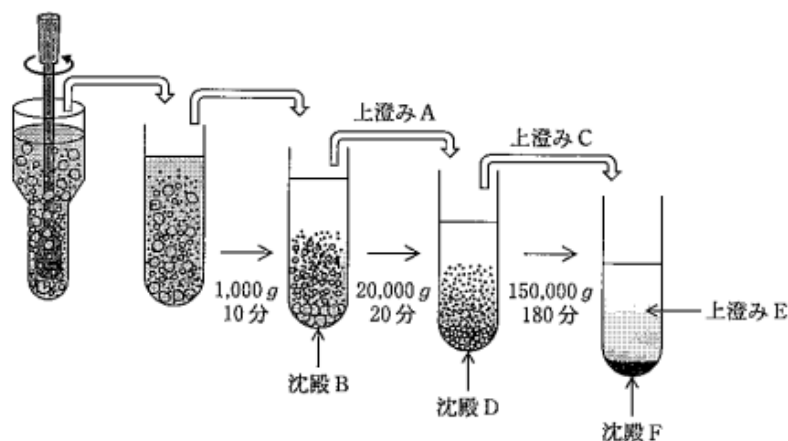


図1

表 1

	X 君の実験	Y 君の実験	Z 君の実験
沈殿 B	215 U	75 U	75 U
沈殿 D	891 U	910 U	188 U
沈殿 F	14 U	20 U	4 U
上澄み E	30 U	105 U	45 U
合 計	1,150 U	1,110 U	312 U

- 問 1 このような細胞小器官を分離する方法を何と呼ぶか。
- 問 2 ビルビン酸脱水素酵素が存在する細胞小器官は何か答えよ。また、その小器官のどの場所に存在するか答えよ。
- 問 3 X 君と Y 君の実験結果を比較すると、沈殿 B と上澄み E の数値が大きく異なっていた。この理由について考えられる可能性はどれか。次の(ア)~(カ)から選び、記号で答えよ(複数解答可)。
- (ア) X 君の沈殿 B の酵素活性が高いのは、未破碎の細胞が多く残っていたから。
- (イ) Y 君の沈殿 B の酵素活性が低いのは、未破碎の細胞が多く残っていたから。
- (ウ) X 君の上澄み E の酵素活性が低いのは、核が一部破碎したため。
- (エ) Y 君の上澄み E の酵素活性が高いのは、核が一部破碎したため。
- (オ) X 君の上澄み E の酵素活性が低いのは、X 君が肝臓を破碎した回数が Y 君よりも多かったから。
- (カ) Y 君の上澄み E の酵素活性が高いのは、Y 君が肝臓を破碎した回数が X 君よりも多かったから。

問 4 X 君と Y 君が低温で実験を行ったのに対し，Z 君は実験を室温で行い，表のような結果を得た。なぜ室温で行うと酵素活性が全体的に低くなるのか。考えられる理由を 30 字以内で述べよ。

問 5 細胞質基質に多く存在する乳酸脱水素酵素を測定すると，X 君，Y 君，Z 君共に最も多くの活性が検出できるのは，沈殿 B，沈殿 D，上澄み E，沈殿 F のどの分画か。B，D，E，F の記号で答えよ。

6 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

遺伝子組換え技術を利用し、プラスミドにヒトの遺伝子Xを挿入しようとして以下の実験を行った。

- ① まずヒトの遺伝子Xを含んだDNAを酵素Aで切断した。
- ② 次にプラスミドを同じ酵素Aで切断した。
- ③ 次に①と②を混合して、酵素Bを反応させた。
- ④ ③の反応液を大腸菌に取り込ませた後、その溶液を等量ずついろいろな種類の寒天培地(a, b, c)で培養したところ、表1のような結果になった。

使用したプラスミドは amp^R と $lacZ$ という遺伝子を持つ(図1)。 amp^R は抗生物質アンピシリン(amp)を分解する酵素の遺伝子で、常に転写されており、これが働くとアンピシリン耐性になる。 $lacZ$ はβガラクトシダーゼという酵素の遺伝子で、この酵素はX-Galという基質を分解し青色の色素を生成して大腸菌コロニーを青くする。またこのプラスミドの $lacZ$ の遺伝子発現はIPTG(イソプロピル-β-チオガラクトピラノシド)という物質により誘導される(表1)。酵素Aにより切断されるプラスミドの位置は図1に示すように $lacZ$ 内部にあるため、ここにDNA断片が挿入されると $lacZ$ が分断され、正常なβガラクトシダーゼを合成できなくなる。なお、今回使用した大腸菌は自身の $lacZ$ 遺伝子は持たないものとする。

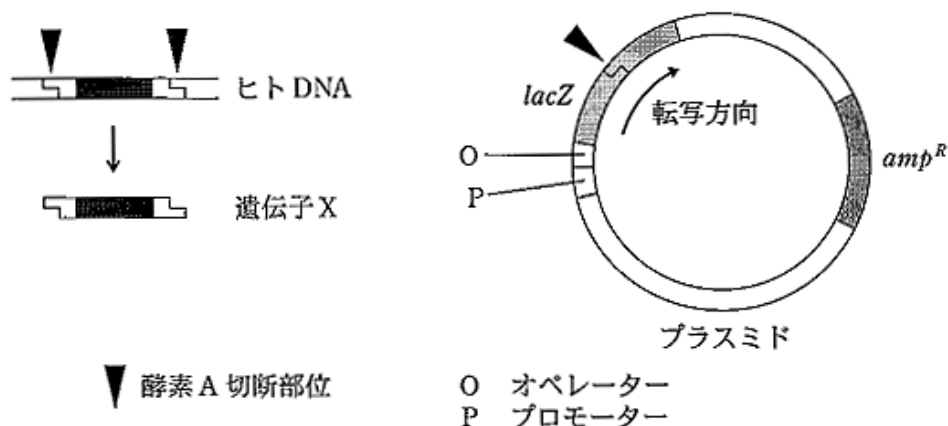
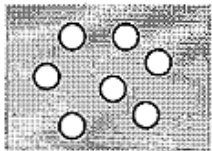
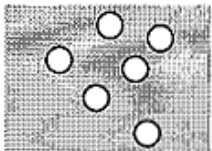
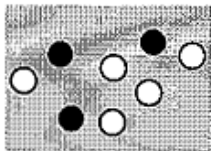


図1 ヒト遺伝子Xとプラスミド

表1 実験で用いた寒天培地と観察結果

寒天培地		a	b	c
添加物	amp	+	+	+
	IPTG	-	-	+
	X-Gal	-	+	+
観察されたコロニー				
		白色コロニーのみ	白色コロニーのみ	白色コロニーと青色コロニー

+ あり ○ 白色コロニー
 - なし ● 青色コロニー

問1 ①, ②で使用した酵素Aは、DNAの特定の塩基配列を認識してそこで切断する酵素である。このような酵素を一般に何というか、その名称を答えよ。

問2 ③で使用した酵素Bは、切断されたDNA断片同士を結合させる酵素である。このような酵素を一般に何というか、その名称を答えよ。

問3 プラスミドのように外来性の遺伝子を運搬する働きを持ち、導入された細胞の中で増殖することのできるDNAを一般に何というか、その名称を答えよ。

問 4 表 1 で示す，寒天培地 a で見られる白色コロニーと寒天培地 c で見られる白色と青色のコロニーは，それぞれどのような大腸菌由来のコロニーであると考えられるか。最も適切なものを(ア)~(オ)の中からそれぞれ 1 つ選び，記号で答えよ。

- (ア) プラスミドを受け取った大腸菌
- (イ) プラスミドを受け取っていない大腸菌
- (ウ) 遺伝子 X のみを受け取った大腸菌
- (エ) 遺伝子 X が挿入されたプラスミドを受け取った大腸菌
- (オ) 何も挿入されていないプラスミドを受け取った大腸菌

問 5 文章中の下線部で，このプラスミドにおける *lacZ* の遺伝子発現は，大腸菌がラクトース(乳糖)を分解して利用する際の遺伝子転写調節機構を応用している。次の 4 つの単語をすべて使い，*lacZ* 遺伝子転写に至るまでの調節機構を 90 字以内で述べよ。

リプレッサー， プロモーター， オペレーター， IPTG
