理　　科

物　理：1～ 9ページ
化　学：10～23ページ
生　物：24～36ページ

1．試験開始の合図があるまで，この問題冊子を開いてはいけません。
2．解答時間は**2科目で120分間**です。
3．解答は，物理，化学，生物のうちから**2科目を選び，選択した科目**の解答用紙を使用して解答しなさい。解答用紙は**物理（緑色），化学（茶色），生物（青色）**です。
4．解答用紙の記入にあたっては，**解答用紙の注意事項**を参照し，HBの鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
5．受験番号，氏名，フリガナを**物理，化学，生物すべての解答用紙**に記入しなさい。受験番号は記入例を参照して，正しくマークしなさい。
6．**選択しない科目の解答用紙**には，記入例を参照して，**非選択科目マーク欄**にマークしなさい。
7．マークの訂正には，消しゴムを用い，消しくずは丁寧に取り除きなさい。
8．試験開始後，ただちにページ数を確認し，落丁や印刷の不鮮明なものがあれば申し出なさい。
9．試験終了後，**物理，化学，生物すべての解答用紙を提出しなさい。**問題冊子は**持ち帰りなさい。**
10．解答用紙は折り曲げないようにしなさい。

解答用紙の受験番号記入例と非選択科目記入例

数字の位置	受験番号				
	万	千	百	十	一
	1	*2*	*3*	*4*	*5*
0	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
1	●	①	①	①	①
2	②	●	②	②	②
3	③	③	●	③	③
4	④	④	④	●	④
5	⑤	⑤	⑤	⑤	●
6	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
7	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
8	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
9	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

物理を選択しないで，解答する場合

非選択科目マーク欄
物理を選択しない場合のみマークしてください。 ➡ ●

生　　物

次の [1] ～ [45] に解答として最も適切なものをそれぞれの**解答群**の中から1つ選び，解答欄にマークしなさい。その他の場合は，設問の指示に従ってマークしなさい。

1　バイオテクノロジーについて問い（**問1**～**問5**）に答えなさい。

問1　DNA断片（2本鎖）を人工的に短時間で多量に増やす方法，ポリメラーゼ連鎖反応法（PCR法）についての文章を読み，【1】～【4】に答えなさい。

[1] がDNAのヌクレオチド鎖を伸長させる際には，起点となる [2] が必要である。PCR法では，目的とする2本鎖DNAのそれぞれを鋳型にして [3] 的に結合するように人工的に合成した [2] を用いる。PCR法は，通常，次のように行われる。

（一）　元となるDNA，[1]，[2]，4種類の [4] などを加えた混合液をつくる。

（二）　DNAの2本鎖間の水素結合を切断し，1本鎖DNAに解離する。

（三）　[2] をDNA鎖に結合させる。

（四）　[1] のはたらきによって [2] に続くヌクレオチド鎖が合成される。

（五）　（二）～（四）のサイクルを繰り返すことにより，目的のDNA断片が多量に増幅される。

【1】　[1] ～ [4] に適する語はどれか。[1]，[2]，[3]，[4]

① DNAポリメラーゼ　② DNAリガーゼ　③ RNAポリメラーゼ
④ 岡崎フラグメント　⑤ 競争　⑥ 相対
⑦ 相補　⑧ ヌクレオチド　⑨ 半保存
⓪ プライマー

【2】　目的とするDNA断片（2本鎖）が最初に得られるのは第何回目のサイクルからか。[5]

① 第1回目　② 第2回目　③ 第3回目　④ 第4回目
⑤ 第5回目　⑥ 第6回目　⑦ 第7回目　⑧ 第8回目

【3】 文中の下線部，人工的に合成した $\boxed{2}$ は，鋳型となるDNA鎖の配列のどこに結合するように合成されたものか。 $\boxed{6}$

① 3′末端　　② 5′末端　　③ 3′末端と5′末端
④ オペレーター　　⑤ プロモーター
⑥ 複製起点（レプリケーター）

【4】 この実験では，60℃，72℃，95℃という温度条件を用いる。（二），（三），（四）の手順ではそれぞれどの温度条件が最適と考えられるか。 $\boxed{7}$

	（二）		（三）		（四）
①	60℃	→	72℃	→	95℃
②	60℃	→	95℃	→	72℃
③	72℃	→	60℃	→	95℃
④	72℃	→	95℃	→	60℃
⑤	95℃	→	60℃	→	72℃
⑥	95℃	→	72℃	→	60℃

問 2　真核生物のある特定の生理活性をもつタンパク質を大腸菌に合成させるために，そのタンパク質の核内遺伝子を切り出して，プラスミドに組み込み，大腸菌に導入した。大腸菌を培養したが，合成されたタンパク質には目的の生理活性を示すものがなかった。このようになった理由として最も適切な説明はどれか。 $\boxed{8}$

① 組み込んだ配列にエキソンが含まれていた。
② 組み込んだ配列にイントロンが含まれていた。
③ 大腸菌のコドンと真核生物のコドンとが異なった。
④ 基本転写因子がプロモーターに結合できなかった。
⑤ リボソームがmRNAと結合するコドンが異なった。
⑥ RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できなかった。
⑦ 組み込んだ配列に大腸菌のプロモーターが含まれていなかった。
⑧ 組み込んだ配列に真核生物のプロモーターが含まれていなかった。

問 3　タンパク質をコードする領域の塩基配列に以下のような変異が生じた場合，できあがったタンパク質の構造に最も大きな影響をもたらすと考えられるのはどれか。[9]

① コード領域の開始コドンの次にコドンが 1 つ挿入された場合
② コード領域の中央にあるコドンの次にコドンが 1 つ挿入された場合
③ コード領域の開始部分のヌクレオチドが 1 つ挿入された場合
④ コード領域の開始部分のヌクレオチドが 1 つ置換された場合
⑤ コード領域の末端付近でヌクレオチドが 1 つ挿入された場合
⑥ コード領域の末端付近でヌクレオチドが 1 つ置換された場合
⑦ コード領域の中央付近でヌクレオチドが 1 つ挿入された場合
⑧ コード領域の中央付近でヌクレオチドが 1 つ置換された場合
⑨ コード領域の中央付近で連続した 4 つのヌクレオチドが挿入された場合

問 4　細胞質のポリリボソーム（細胞質基質でmRNAに多数のリボソームが結合した状態のもの）で合成された後，核内に移動して機能するタンパク質を下の解答群から 2 つ選びなさい。ただし，解答の順序は問わない。

[10]，[11]

問 5　小胞体に付着したリボソームで合成されたタンパク質は，細胞外へ分泌されるか，細胞膜などの生体膜に挿入されるか，または，リソソーム内に蓄えられる。【1】と【2】に答えなさい。

【1】 細胞外へ分泌されるタンパク質を下の解答群から 2 つ選びなさい。ただし，解答の順序は問わない。[12]，[13]

【2】 生体膜に挿入されるタンパク質を下の解答群から 2 つ選びなさい。ただし，解答の順序は問わない。[14]，[15]

＜[10]～[15]の解答群＞

① アクチン　　② 成長ホルモン
③ ダイニン　　④ DNAポリメラーゼ
⑤ ナトリウムチャネル　　⑥ ヒストン
⑦ ペプシン　　⑧ ペプチドホルモン受容体
⑨ ヘモグロビン

2　ヒトの体内環境を調節するしくみに関する問い（**問1**～**問7**）に答えなさい。

問1～**問4**については解答を下の解答群から1つずつ選びなさい。ただし，解答には同じ選択肢を何回選んでもよい。

問1　生体防御に関する正しい記述はどれか。 16

a　B細胞はヘルパーT細胞に抗原を提示する。

b　マクロファージの細胞質には多数のリソソームが認められる。

c　HIVウイルスはヘルパーT細胞に感染するので，細胞性免疫応答は低下する。

問2　血糖値の調節に関する正しい記述はどれか。 17

a　血糖値が上昇すると，すい臓のランゲルハンス島のB細胞が刺激を直接受けてインスリンが分泌される。

b　血糖値が上昇すると，視床下部が刺激され，副交感神経の作用によりすい臓のランゲルハンス島のB細胞からインスリンが分泌される。

c　血糖値が上昇すると，副腎髄質から分泌されるアドレナリンが肝細胞の細胞内受容体に結合し，酵素が活性化され，ATPからcAMPが合成され，cAMP濃度が上昇する。

問3　体温調節に関する正しい記述はどれか。 18

a　体温が上昇すると，交感神経の作用で汗腺からの発汗が促進される。

b　体温が上昇すると，副交感神経の作用で毛細血管の拡張，立毛筋の弛緩により熱放散が起こる。

c　体温が低下すると，アドレナリンやグルカゴンの作用で肝臓や筋肉での化学反応が活発になり熱が発生する。

問4　腎臓で行われる体液成分の濃度や量の調節に関する正しい記述はどれか。 19

a　タンパク質とグルコースは濃縮されない。

b　脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンによって体液量が増加し，血圧が上昇する。

c　集合管でのナトリウムイオンの再吸収は，副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドによって抑制される。

＜ 16 ～ 19 の解答群＞

① a　② b　③ c　④ aとb　⑤ aとc

⑥ bとc　⑦ aとbとc　⑧ すべて誤り

問 5　自律神経系の作用について正しい記述はどれか。 20

① 心臓に自動性があるのは自律神経の作用である。
② 自律神経系は介在ニューロンからの情報を効果器に伝える。
③ 自律神経はすべて脊髄から出て内臓や分泌腺に分布している。
④ 副腎に分布する交感神経と副交感神経は互いに反対の作用（拮抗作用）を示す。
⑤ 副交感神経の神経末端から伝達物質としてノルアドレナリンが分泌され，興奮が伝達される。

問 6　脳下垂体について誤っている記述はどれか。 21

① 脳下垂体後葉に軸索を伸ばす神経分泌細胞は血管にホルモンを分泌する。
② 脳下垂体後葉に軸索を伸ばす神経分泌細胞の細胞体は視床下部に存在する。
③ 神経分泌細胞の軸索の末端は特定の内分泌腺の細胞とシナプスを形成する。
④ 視床下部から分泌されるホルモンは脳下垂体前葉に血液を介して作用する。
⑤ 脳下垂体後葉から分泌されるホルモンは神経分泌細胞の細胞体で合成される。

問 7　次のホルモンの中で，間脳と脳下垂体に分布する神経分泌細胞から分泌されるのはどれか。 22

① 甲状腺刺激ホルモン
② 成長ホルモン
③ チロキシン
④ バソプレシン
⑤ 副腎皮質刺激ホルモン

3　呼吸商とは，排出された二酸化炭素と吸収された酸素の体積比である。呼吸商に関する問い（**問 1** ～ **問 4**）に答えなさい。

問 1　下の反応式から求めた炭水化物と脂肪（トリステアリン）の呼吸商はどれか。

呼吸商

炭水化物　$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O$　[23]

脂肪（トリステアリン）$2C_{57}H_{110}O_6 + 163O_2 \rightarrow 114CO_2 + 110H_2O$　[24]

① 0.50　② 0.60　③ 0.70　④ 0.80　⑤ 0.90

⑥ 1.00　⑦ 1.10　⑧ 1.20　⑨ 1.30　⓪ 1.40

問 2　ウシ，ヒト，ネコの呼吸商の正しい組み合わせはどれか。[25]

	ウシ	ヒト	ネコ
①	0.96	0.89	0.74
②	0.89	0.96	0.74
③	0.96	0.74	0.89
④	0.96	0.96	0.89
⑤	0.89	0.89	0.96
⑥	0.74	0.74	0.96
⑦	0.74	0.89	0.96
⑧	0.89	0.96	0.89
⑨	0.96	0.89	0.89

問 3　ウシ，ヒト，ネコが 問 2 のような呼吸商をとるとき，コムギとトウゴマが発芽するときの呼吸商の正しい組み合わせはどれか。 26

	コムギ	トウゴマ
①	0.98	0.71
②	0.98	0.89
③	0.98	0.98
④	0.89	0.71
⑤	0.89	0.89
⑥	0.89	0.98
⑦	0.71	0.71
⑧	0.71	0.89
⑨	0.71	0.98

問 4　酵母菌の呼吸商に関する正しい説明はどれか。 27

① 二酸化炭素の有無に影響を受けるが，常に 1 よりも大きい。
② 二酸化炭素の有無に影響を受けるが，常に 1 よりも小さい。
③ 二酸化炭素の有無や酸素濃度には影響を受けず，常に 1 よりも大きい。
④ 二酸化炭素の有無や酸素濃度には影響を受けず，常に 1 よりも小さい。
⑤ 二酸化炭素の有無に影響を受け，二酸化炭素がない状態では 1 より大きい。
⑥ 二酸化炭素の有無に影響を受け，二酸化炭素がない状態では 1 より小さい。
⑦ 酸素濃度に影響を受けるが，常に 1 よりも大きい。
⑧ 酸素濃度に影響を受けるが，常に 1 よりも小さい。
⑨ 酸素濃度に影響を受け，無酸素状態に近くなると，1 より大きくなる。
⓪ 酸素濃度に影響を受け，無酸素状態に近くなると，1 より小さくなる。

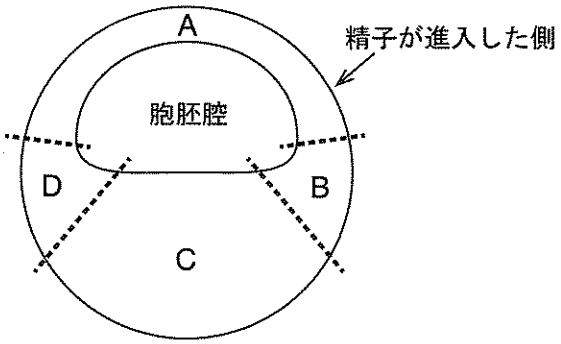
4　アフリカツメガエルの発生に関する問い（**問1**と**問2**）に答えなさい。

問1　受精後，第一卵割までの間に灰色三日月環が形成される。灰色三日月環の形成に関する最も正しい説明はどれか。 28

① 卵の細胞膜が精子の進入点の側から植物極側に向かって約30°回転することによって形成される。
② 卵全体の表層が精子の進入点の側から植物極側に向かって約30°回転することによって形成される。
③ 卵の細胞膜が精子の進入点の反対側から植物極側に向かって約30°回転することによって形成される。
④ 精子の進入点の反対側の卵黄を多く含んだ細胞質が動物極側に約30°回転することによって形成される。
⑤ 卵全体の表層が精子の進入点の反対側から植物極側に向かって約30°回転することによって形成される。
⑥ 精子の進入点の反対側の植物半球の一部の細胞質だけが動物極側に約30°回転することによって形成される。

問2　胞胚を図のようにA～Dの4つの領域に分けた。【1】～【4】に該当する領域はどれか。下の解答群から1つずつ選びなさい。ただし，解答には同じ選択肢を何回選んでもよい。

【1】 正常発生において原腸胚初期で形成体になる領域 29
【2】 単独で培養したとき表皮に分化しない領域 30
【3】 単独で培養したとき中胚葉に分化する領域 31
【4】 単独で培養したときには中胚葉に分化しないが，中胚葉を誘導する領域と接着して培養すると中胚葉が分化してくる領域 32



胞胚の横断面

＜ 29 ～ 32 の解答群＞

① A　② B　③ C　④ D
⑤ AとB　⑥ AとD　⑦ BとD
⑧ AとBとC　⑨ AとCとD　⓪ BとCとD

5　バイオームに関する問い（**問 1** ～ **問 5**）に答えなさい。

問 1　日本の温帯では森林のバイオームが発達するのは，年降水量が1,000 mm以上の地域である。熱帯や亜熱帯の気候帯において，森林のバイオームが発達する最小の年降水量はおよそ何mmか。 33

① 600　② 1,200　③ 1,800　④ 2,400　⑤ 3,000

問 2　日本の九州・中国・四国地方の低地の森林（代表的樹種をXとする）と東北地方北部の低地の森林（代表的樹種をYとする）について，それぞれの代表的な樹種の組合せ（X・Y）はどれか。 34

	X	Y
①	ガジュマル	タブノキ
②	ガジュマル	トドマツ
③	タブノキ	ガジュマル
④	タブノキ	トドマツ
⑤	タブノキ	ブナ
⑥	トドマツ	ガジュマル
⑦	トドマツ	タブノキ
⑧	トドマツ	ブナ
⑨	ブナ	タブノキ
⓪	ブナ	トドマツ

問 3　暖かさの指数とバイオームに関する【文章】中のZに相当するのはどれか。

35

① −10　② −5　③ 0　④ 5　⑤ 10
⑥ 15　⑦ 20　⑧ 25　⑨ 30

【文章】

森林を形成する植物にとって成長や繁殖活動が保障される最低温度（Z℃）が考えられている。ある地点での月平均気温がZ℃以上の月について，月平均気温から5℃を引いた数値を求め，合計した値はその地点での暖かさの指数とよばれる。十分な降水量があって，ある範囲の暖かさの指数で示される地点には，一般的に表 1 のようなバイオームが成立することが知られている。

表 1　暖かさの指数とバイオームの関係

暖かさの指数	バイオーム
240以上	熱帯多雨林
180 ～ 240	亜熱帯多雨林
85 ～ 180	照葉樹林
45 ～ 85	夏緑樹林
15 ～ 45	針葉樹林
0 ～ 15	ツンドラ

問 4　表 2 は秋田県秋田市の月平均気温（℃）の月別変化を示す。問 3 の【文章】をふまえると，秋田市における暖かさの指数は

36 37 38 . 39

と計算される。

表 2　秋田県秋田市の月平均気温（℃）（1961～1990年の平均値）

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
−0.4	−0.3	2.8	9.1	14.2	18.6	22.6	24.4	19.6	13.1	7.4	2.5

解答は小数点第一位を含む 4 桁の数として答えなさい。ただし，その桁が 0 の場合，または，存在しない場合は⓪をマークしなさい。

例：　100.1の場合は ① ⓪ ⓪ . ①

例：　10.1の場合は ⓪ ① ⓪ . ①

問 5　秋田市での暖かさの指数と，秋田市を含む東北地方のバイオームの関係は必ずしも**表 1** のとおりでない。東北地方における実際のバイオームの成立を理解するために，**表 1** で挙げられた観点以外に最も必要な要因はどれか。

40

① 土の種類

② 樹種の構成

③ 冬季の気温

④ 夏季の気温

⑤ 冬季の降水量

⑥ 夏季の降水量

⑦ 年平均の日照時間

6　集団がもつ遺伝子プールに関する問い（**問1**～**問4**）に答えなさい。

問1　生物の階層段階で，同じ遺伝子プールを共有する最大のものはどれか。

41

① 細胞　② 組織　③ 器官　④ 個体
⑤ 種　⑥ 属　⑦ 科　⑧ 門

問2　ある集団がもつ遺伝子プールについて，遺伝子平衡（ハーディ・ワインベルグ平衡）が乱れることがある。a～fの中から遺伝子平衡に乱れをもたらす要因をすべて選びなさい。 42

a　有性生殖が行われる。　b　集団内で任意の交配が行われる。
c　遺伝的浮動が起こる。　d　突然変異が起こる。
e　自然選択がはたらく。　f　調節遺伝子がはたらく。

① a, b, c　② a, d, f　③ b, c, e
④ b, e, f　⑤ c, d, e　⑥ d, e, f
⑦ a, b, c, e　⑧ c, d, e, f　⑨ a, b, c, d, f
⓪ a, b, c, d, e, f

問3　ある同種の2つの自然集団（X集団とY集団）の間で，X集団からY集団への個体の移入が代々起こっている。これらの集団に優性遺伝子Aと劣性遺伝子aの1対の対立遺伝子があり，それぞれの遺伝子頻度をp，q（ただし，$p+q=1$）とする。すなわち，X集団にp_x，q_x（$p_x+q_x=1$），Y集団にp_y，q_y（$p_y+q_y=1$）の頻度がある。ある代において，移入を受けたY集団中で移入個体が占める割合をm（$0 \leqq m < 1$）とすると，Y集団がもつ遺伝子プールでのそれぞれの値を示す式はどれか。下の解答群から1つ選びなさい。ただし，解答には同じ選択肢を何回選んでもよい。

Y集団での移入を受ける前の劣性遺伝子aの頻度：　q_y
Y集団での移入を受けた後の劣性遺伝子aの頻度：　43
Y集団での移入を受けた代での劣性遺伝子a頻度の変化量：　44

＜ 43 と 44 の解答群＞

① $(q_y)^2$　② $2q_xq_y$　③ q_xq_y
④ $m(q_x-q_y)$　⑤ $2mq_xq_y$　⑥ mq_xq_y
⑦ $mq_x+(1-m)q_y$　⑧ $(1-m)q_x+mq_y$　⑨ $(1-m)q_xq_y$

問 4　自然集団間における個体の移出入が集団の遺伝的性質に与える影響や重要性について，誤りを含む説明はどれか。 45

① 個体の移出入は，代々繰り返されると遺伝子プールの遺伝子頻度が変化するので，生物の進化を引き起こす。

② 浮遊性の幼生の放散は，海底に定着する動物の各集団の遺伝的性質を変化させる手段とみなすことができる。

③ 地中に根をはる多くの植物においては，種子の分散は遺伝子プールの遺伝的多様性を促す方策として意味がある。

④ 個体の移出入が集団の遺伝的性質に与える影響は，あつかう2つの集団が同種であるか別種であるかによって異なる。

⑤ 交配可能な集団間での個体の移入は，移入を受けた集団がもつ遺伝子プールへの遺伝子の流入であるとみなすことができる。

⑥ たとえ遺伝子頻度の差が小さい同種集団間の移出入であっても，その移出入数が大きいと集団の遺伝子プールに与える影響は大きい。