

2018年度 適性検査

「理科の基礎問題(化学基礎・生物基礎)」

【1】 次の問い（問1～8）に答えなさい。

（配点 50 点）

必要があれば、原子量および定数は次の値を使いなさい。

H 1.0 C 12 O 16

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

また、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ （標準状態）における気体の
モル体積は 22.4 L/mol とする。

問1 イオン結晶であるものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) スクロース (イ) ダイヤモンド (ウ) 塩化カルシウム
(エ) 二酸化ケイ素 (オ) ヨウ素

問2 アルゴン原子 ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ のモル質量が 40 g/mol であるとき、中性子 1 個の質量はおよそ何 g と考えられるか。有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、中性子の質量と陽子の質量は等しいものとする。

問3 次の文章中の下線部(a)～(d)のうち、誤っているものをすべて選んだものを、下の(ア)～(カ)から一つ選び、記号で答えなさい。

高分子化合物は、一般に、分子量が^(a)数百以上の化合物であり、一種類または数種類の比較的小さな分子が^(b)共有結合で次々とつながった構造をしている。ペットボトルは、^(c)ポリエチレンテレフタレートとよばれる高分子化合物が主成分で、これを燃やすと^(d)二酸化炭素が発生する。

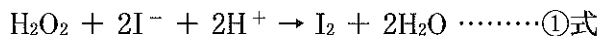
- (ア) (a) のみ (イ) (b) のみ (ウ) (a) と (b)
(エ) (a) と (c) (オ) (b) と (d) (カ) (c) と (d)

問4 炭素と水素のみからなる物質は、炭化水素とよばれる。ある炭化水素 A を完全燃焼させると、1.125 g の水と、標準状態における体積が 2.80 L の二酸化炭素が生じた。この炭化水素 A に含まれる炭素の物質質量と水素の物質質量の比を、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

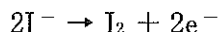
(ア) 1:1 (イ) 1:2 (ウ) 1:4 (エ) 3:8 (オ) 5:8

問5 0.100 mol/L の塩酸 HCl 25.0 mL をちょうど中和するのに、0.200 mol/L の水酸化バリウム Ba(OH)₂ 水溶液は何 mL 必要か。有効数字 3 桁で答えなさい。

問6 過酸化水素とヨウ化カリウムの酸化還元反応は、

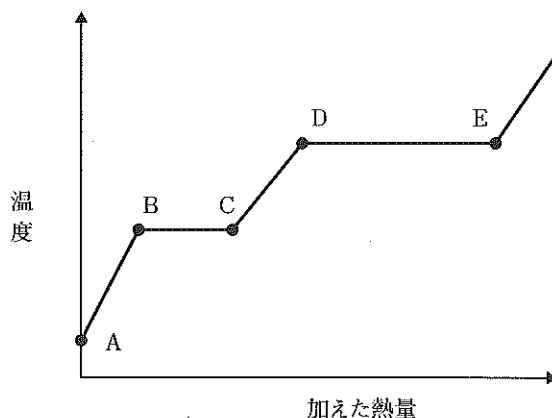


で表され、この反応におけるヨウ化物イオンのイオン反応式(電子を含む)は、次のとおりである。



①式の酸化還元反応での、過酸化水素のイオン反応式(電子を含む)を書きなさい。

問7 次の図は、ある固体を圧力一定のもとで加熱したときの、加えた熱量と温度の関係を表している。区間 AB と区間 DE では、それぞれどのような変化が起きているか、物質の状態とともに 20 字程度で説明しなさい。



問 8 0.10 mol/L の塩酸と 0.10 mol/L の酢酸水溶液の pH(水素イオン指数)を測定したところ、酢酸の pH のほうが塩酸の pH より大きかった。その理由を、水素イオン濃度の違いと関連させて 60 字程度で説明しなさい。

【2】 次の問い（問1～8）に答えなさい。

（配点 50 点）

問1 細胞や代謝について、正しい記述を、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

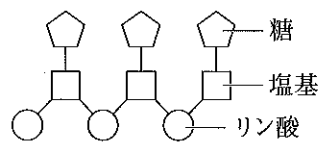
- (ア) 真核細胞の代謝には酵素が関係しているが、原核細胞の代謝には酵素が関係していない。
- (イ) 動物細胞と比較して、植物細胞では液胞が発達しており、その内部は細胞質基質で満たされている。
- (ウ) 真核細胞の場合、ATPの合成反応はミトコンドリア内で、ATPの分解反応は葉緑体内で、それぞれ特異的にみられる。
- (エ) 葉緑体内部のチラコイドには、光合成に関係するクロロフィルなどの色素が含まれる。
- (オ) 分子内の高エネルギーリン酸結合の数は、ATPは3か所、ADPは2か所である。

問2 細胞とその観察について、正しい記述を、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

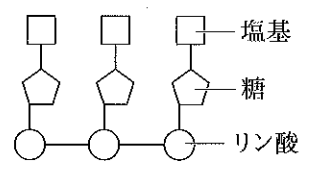
- (ア) 大きさ（直径や長径）の順に並べると、ゾウリムシ>大腸菌>ヒトの赤血球である。
- (イ) 光学顕微鏡で細胞などの大きさを測定する場合、接眼マイクロメーターは接眼レンズ内に、対物マイクロメーターはステージ上にセットする。
- (ウ) 光学顕微鏡の絞りを開放した場合や高倍率の対物レンズを用いた場合には、いずれも試料にピントが合う範囲が広がる。
- (エ) 光学顕微鏡でピントを合わせる際には、接眼レンズをのぞきながら、プレパラートと対物レンズを近づける方向に調節ねじを回す。
- (オ) オオカナダモの葉の細胞で原形質流動（細胞質流動）の様子を観察するには、酢酸カーミンや酢酸オルセインで染色するとよい。

問3 DNAやRNAを構成するヌクレオチドが3個連なったときの模式図として、正しいものを、次の(ア)~(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

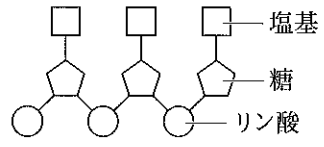
(ア)



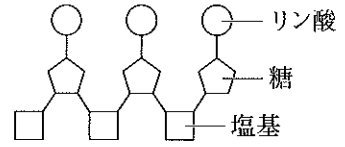
(イ)



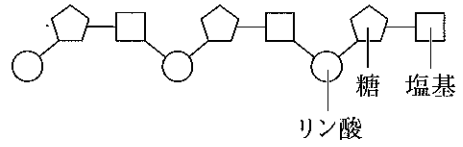
(ウ)



(エ)



(オ)



問4 以下のような特徴をもつ培養細胞について、誤っている記述を、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

(事実1) 十分多数の細胞が、細胞周期の各時期に散らばり、同じ細胞周期を回りながら、一定の速度で増殖している(図1)。

(事実2) 細胞数は72時間毎に、8倍になった。

(事実3) M期(分裂期)にある細胞の数は、常に全細胞の数の5%を占めていた。

(事実4) DNAの材料となる特殊な物質Xを培地に添加すると、DNA合成中の細胞だけがその物質を取り込む。ある時点で物質Xを添加すると50%の細胞が物質Xを取り込んだ。

(事実5) 物質Xの添加直後、物質Xを取り込んだ細胞には分裂期の細胞は観察されなかった。さらに培養を続けると、物質X添加の4時間後、物質Xを取り込んだ細胞が、分裂期の細胞の中にはじめて確認された。

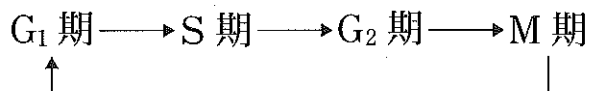


図 1

- (ア) 事実1、事実2より、この培養細胞の細胞周期は24時間と判断できる。
- (イ) 事実1～事実3より、M期には1時間以上かかると判断できる。
- (ウ) 事実4は、S期にかかる時間が10時間以上であることを示している。
- (エ) 事実3～事実5より、S期、G₂期、M期のうち、G₂期が最も長い時間を要することがわかる。
- (オ) 事実1～事実5を利用すると、G₁期にかかる時間を求めることができる。

問5 図2は肝臓とその近くにある臓器との関係を、図3は肝臓の機能における基本単位である肝小葉の一つを、それぞれ模式的に示したものである。図2と図3について、誤っている記述を、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

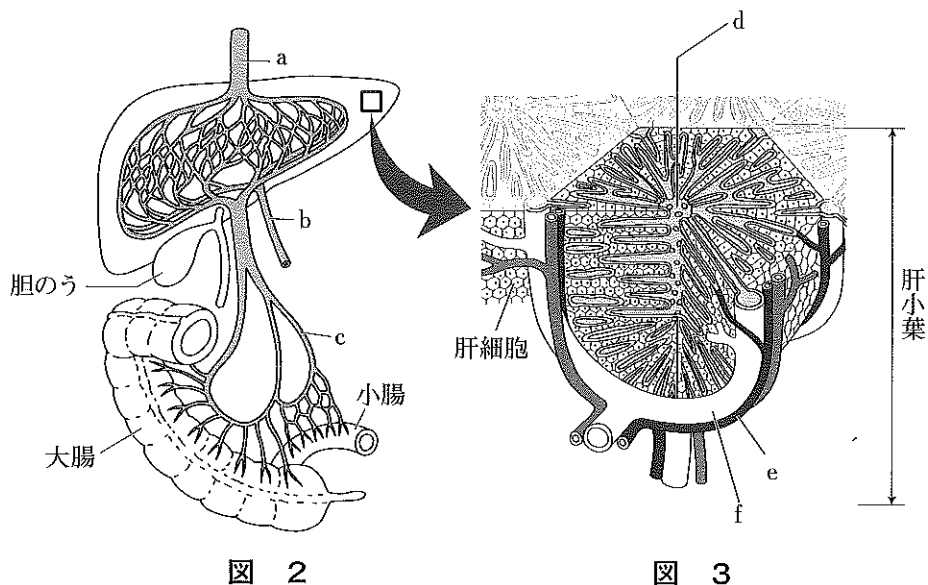


図 2

図 3

- (ア) aの血管は静脈血を、bの血管は動脈血を流している。
- (イ) 食後、cの血管内には、からだのなかで最も栄養分に富んだ血液が流れている。
- (ウ) dの管腔内には、肝細胞でつくられた胆汁が集まり、胆のうへと運ばれる。
- (エ) bの血管は、肝臓内部でeへとつながっている。
- (オ) cの血管は、肝臓内部でfへとつながっている。

問6 図4は、ヒトの視床下部と脳下垂体を模式的に示したものである。

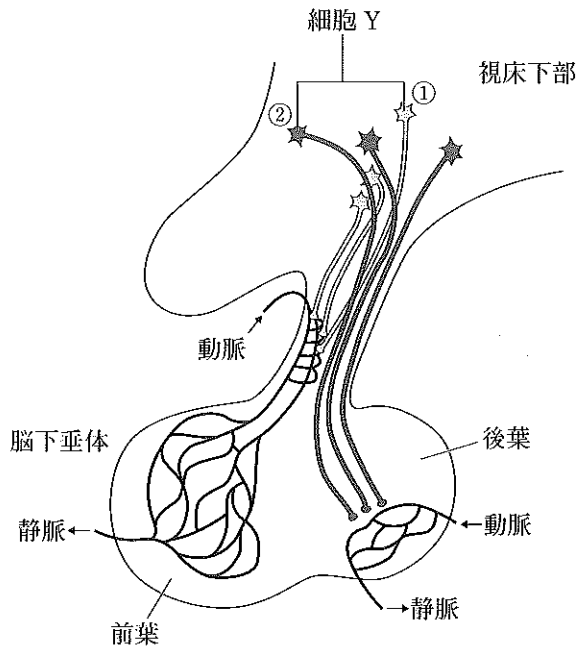


図 4

- (1) 図4中の細胞Yの名称を答えなさい。
- (2) 細胞Yに関して、①の細胞と②の細胞で発現している遺伝子について、正しい組合せを、次の(ア)～(ク)から一つ選び、記号で答えなさい。

	①の細胞で発現している遺伝子	②の細胞で発現している遺伝子
(ア)	甲状腺刺激ホルモンの遺伝子	副腎皮質刺激ホルモンの遺伝子
(イ)	副腎皮質刺激ホルモンの遺伝子	甲状腺刺激ホルモンの遺伝子
(ウ)	放出ホルモンの遺伝子	バソプレシンの遺伝子
(エ)	バソプレシンの遺伝子	放出ホルモンの遺伝子
(オ)	放出抑制ホルモンの遺伝子	鉍質コルチコイドの合成に関する遺伝子
(カ)	鉍質コルチコイドの合成に関する遺伝子	放出抑制ホルモンの遺伝子
(キ)	インスリンの遺伝子	グルカゴンの遺伝子
(ク)	グルカゴンの遺伝子	インスリンの遺伝子

問7 ある抗原Zを体内に受け入れたことのないマウスを用意し、下の図5中の0日の時点で抗原Zを注射したところ、抗原Zに対する血液中の抗体濃度は図5中のAに示すような変化を示した。次に、1回目の抗原Zの注射から40日経過した時点で、同じマウスに抗原Zを再度注射した。

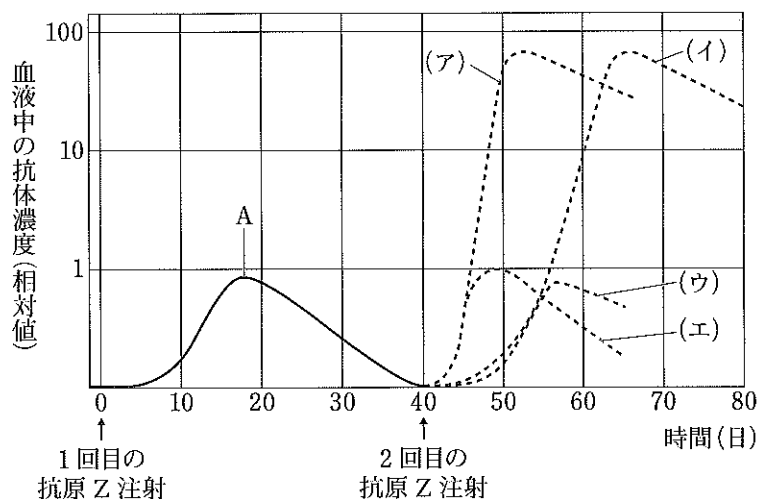


図 5

- (1) 2回目の抗原Z注射の後に、抗原Zに対する血液中の抗体濃度はどのような変化を示すと考えられるか。図5中の(ア)～(エ)から一つ選び、記号で答えなさい。
- (2) 2回目の抗原Z注射の後に(1)で選択した抗体濃度の変化を示したのはなぜか。関与する細胞の名称を挙げながら、次の短文に続くかたちで、50字以内で説明しなさい。

1回目の抗原Z注射によって_____

問8 ある地域に成立するバイオームは、その地域の気候と密接な関係にある。図6は、世界のバイオームと気候との関係を示したものである。

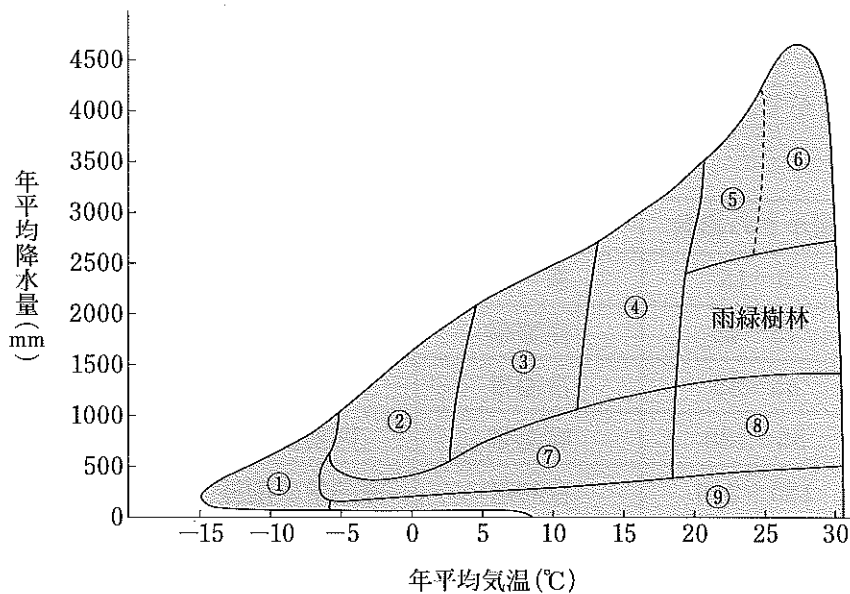


図 6

バイオームと気候因子の関係には、次のようなことが知られている。

- ・一般に、十分な降水量があれば森林のバイオームが成立する。
- ・森林が成立する地域と比較して、やや乾燥する地域では草原のバイオームが成立し、熱帯・亜熱帯地域ではサバンナ、温帯地域ではステップが発達する。
- ・極端に気温が低いとツンドラ、降水量が少ないと砂漠のような、荒原のバイオームとなる。

植物が正常に生育できる下限の温度を 5°C とみなし、月別の平均気温が 5°C 以上の月について、月の平均気温から 5°C を差し引いた値を 1 年間分累積したものを暖かさの指数とよぶ。日本のような相対的に湿潤な地域においては、表 1 のように、その地域に成立するバイオームを暖かさの指数をもとにある程度推定することができる。

表 1

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

また、表 2 は、緯度や標高が異なる 3 地点(地点 A ~ C)について、近年の月別の平均気温 ($^{\circ}\text{C}$) を示したものである。

表 2

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
地点A	3	3	6	13	18	21	25	27	22	16	11	6
地点B	-4	-4	0	6	12	15	19	20	16	9	4	-1
地点C	-15	-15	-11	-4	1	6	9	11	7	0	-6	-12

- (1) 図 6 中の②に相当するバイオームの名称を表 1 から選び、答えなさい。
- (2) 地点 B の暖かさの指数と、地点 B に出現が予想されるバイオームの名称を表 1 から選び、答えなさい。
- (3) 地点 A と地点 C に出現が予想されるバイオームは、図 6 中の①~⑨のどれに相当するか。それぞれ番号で答えなさい。なお、地点 A と地点 C は、暖かさの指数を用いて成立するバイオームが推定できるような気候であるものとする。

(以下余白)