

問題訂正

科目名 (理科 (生物基礎・生物))

【問題冊子】

1 17 ページ

問 6 上から 5 行目

(誤) 用語 : MHC 抗原, TCR, 赤血球表面, T 細胞

(正) 用語 : MHC 抗原, T 細胞受容体, 赤血球表面, T 細胞

令和 6 年度入学者選抜学力検査問題
〈前期日程〉

理 科

(医学部 医学科)

科 目	頁 数
物 理 基 礎 ・ 物 理	2 頁 ～ 7 頁
化 学 基 礎 ・ 化 学	8 頁 ～ 15 頁
生 物 基 礎 ・ 生 物	16 頁 ～ 23 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理, 化学, 生物の問題がのっている。そこから 2 科目を選択し, 解答すること。

注 意 事 項 II

- 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ない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を解答用紙に記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

(このページは空白)

物理基礎・物理

1 酒造りなどで、液体の比重を調べるために「浮標式比重計」が使われる。液体の比重は「対象となる液体の密度」と「基準となる液体の密度」の比である。図1は「浮標式比重計」を簡略化した物体を表している。断面積 S [m²] の円柱形の物体（固体）は、ふたつの部分からできており、

- ・上の部分は長さ L [m] で密度が ρ_L [kg/m³] で、
- ・下の部分は長さ l [m] で密度が ρ_l [kg/m³]

である。物体のふたつの部分は、同じ質量で

$$\rho_L L S = \rho_l l S$$

の条件が成立しているものとする。この物体が鉛直方向に向けて、密度 ρ [kg/m³] の液体に浮いている。物体が静止している場合、液体の外にある物体の長さを d [m] とする。

液体中の物体には浮力が働き、浮力の作用点は「物体が排除している液体の重心」と同じ位置である。また、液体による抵抗力や空気の浮力による影響は考えないものとし、液体や物体の各部分の密度は一様であるとする。なお、重力加速度を g [m/s²] とする。

問1 物体の下端から物体の重心までの距離が $\frac{3l+L}{4}$ であることを、重心の求め方を明確にして導出過程を示せ。

問2 物体が液体に浮いて静止している場合について、物体の下端から浮力の作用点までの距離が $\frac{\rho_L}{\rho} L$ であることを、重力と浮力のつり合いの関係を明確にして導出過程を示せ。

問3 物体に働く「浮力の最大値」は、物体のすべてが液体中にある場合の浮力の大きさである。物体が液体に浮くためには、「浮力の最大値」が「物体に働く重力の大きさ」より大きければよい。物体が液体に浮くために $\frac{\rho_L}{\rho}$ が満たす条件を L と l を用いて表せ。

図1のように鉛直方向を向いて物体が浮いていて、図2のように物体が傾いたとき、鉛直方向の状態(図1)に戻るよう動くならば「安定」であるという。なお、物体の断面積 S は十分に小さく、物体が傾いても浮力の作用点は変わらないものとする。

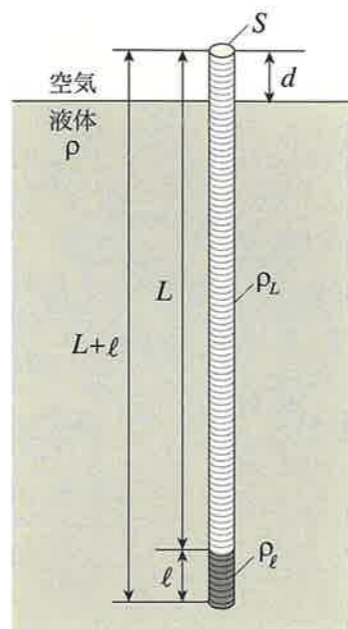


図1

問4 図2のように、空気中にある物体の長さが d のままで、角度 θ [rad] 傾いた状態を考える。物体の中心線と液面の交点を通り、紙面に垂直な直線を回転軸として、力のモーメントを考え、「安定」であるために $\frac{\rho_L}{\rho}$ が満たす条件を、問1と問2の結果を用いて L と l で表せ。

問5 物体が浮いていて、かつ、安定であるためには、 L と l の間および ρ_L と ρ_l の間にはどのような関係が必要か。下の選択肢(a)~(d)から適切なものを選び記号で答え、理由を説明せよ。

- (a) $L < l$ および $\rho_L < \rho_l$ (b) $L < l$ および $\rho_L > \rho_l$
- (c) $L > l$ および $\rho_L < \rho_l$ (d) $L > l$ および $\rho_L > \rho_l$

問6 物体が浮いていて、かつ、安定であるために $\frac{\rho_L}{\rho}$ および $\frac{\rho_l}{\rho}$ それぞれが満たすべき条件は、どのようなグラフで表されるか。それぞれの条件として適切なグラフを、図3の(a)~(f)から選び記号で答え、理由を説明せよ。なお、境界が条件に含まれるかどうかについては議論しなくてよい。

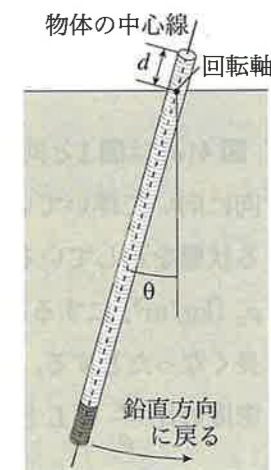


図2 「安定」である条件

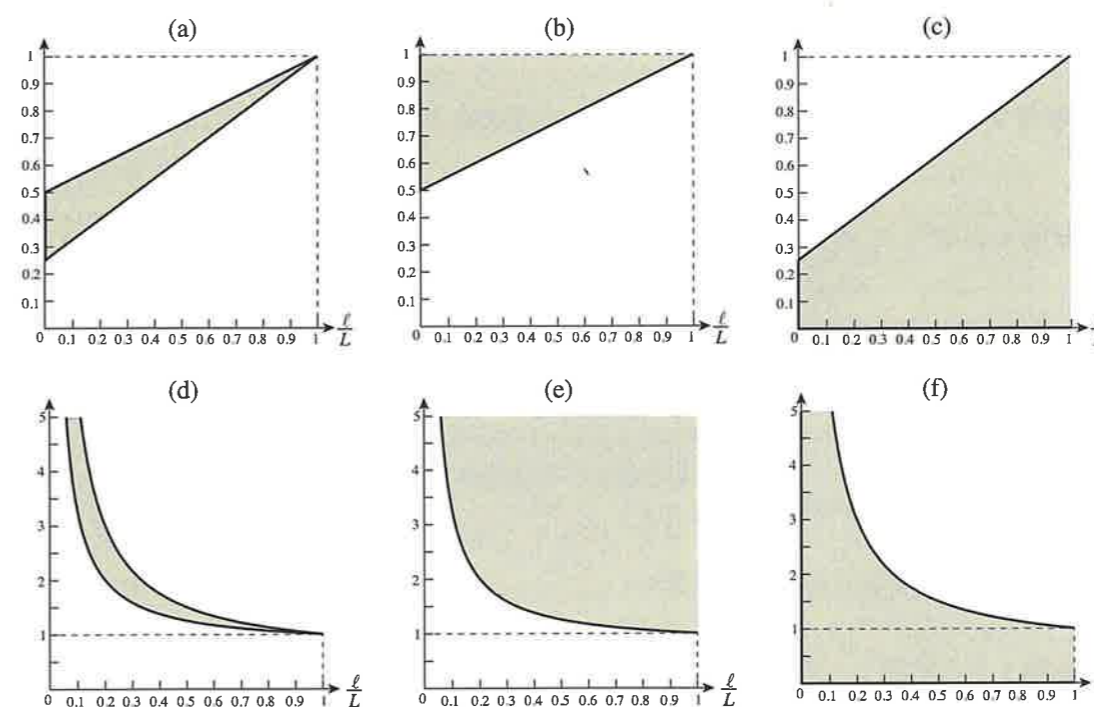


図3 $\frac{\rho_L}{\rho}$ あるいは $\frac{\rho_l}{\rho}$ が満たす条件を灰色の領域で示したグラフ。縦軸は密度の比 $\frac{\rho_L}{\rho}$ あるいは $\frac{\rho_l}{\rho}$ である。図中の太い実線は領域の境界を表しており、灰色の領域で太い実線がないところはその先に続くことを意味する。

次に、「浮標式比重計」によって液体の比重が測定できる理由を考える。

問7 図4(a)は図1と同じで、密度 ρ の液体に物体が鉛直方向に向いて浮いていて、液体の外にある長さが d である状態を示している。図4(b)のように、液体の密度を ρ_x [kg/m³]にすると、空気中にある長さが x [m]だけ長くなったとする。簡単のために $d = l$ として、液体の密度の比 $\frac{\rho_x}{\rho}$ を L と x で表せ。

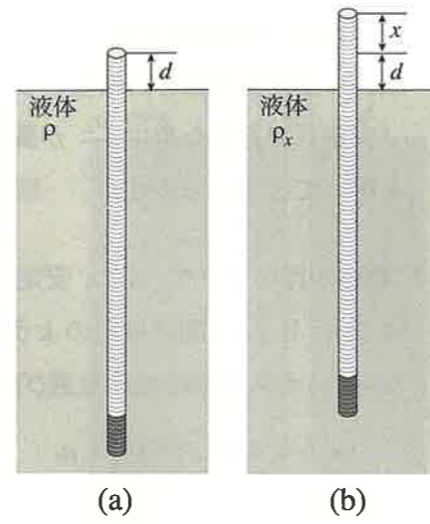


図4

(このページは空白)

2 図5のように、同一の断面積 S [m²] のピストンを有するふたつの容器 (A と B) が水平に固定されている。ピストンと容器の外部は、大気圧 P_0 [Pa] の空気である。ピストンおよび容器は、いずれも断熱材でつくられていて、それらの質量は無視できる。ふたつのピストンは、十分に細くて質量が無視できる変形しない水平方向を向いた連結棒に垂直に接続されており、滑らかに左右に動く。いずれの容器にも、比熱比 γ の単原子分子理想気体が物質質量 n [mol] 封入されており、それぞれを気体 A、気体 B とする。なお、気体定数を R [J/(mol·K)] とする。

容器 A とピストンの間には、図5のように、ばね定数 k [N/m] で自然長 L [m] の質量や体積が無視できるばねが取り付けられている。このばねが自然長のとき、容器 B とピストン間の距離も L であるとする。容器 B には、体積が無視できるヒーターが設置されている。このような装置を用いて、以下の状態 1 と状態 2 を考える。表 1 は、それぞれの状態での気体 A と気体 B の圧力および温度を表している。なお、ばね、ピストンおよび容器の熱容量は考えないものとする。

状態 1 (図5) : ばねは自然長 L である。このとき、気体 A の圧力、温度は、それぞれ P_1 [Pa]、 T_1 [K] であった。

ヒーターで気体 B のみを加熱したところ、ピストンと連結棒は左へ $\frac{L}{2}$ だけ、ゆっくり移動した。なお、気体 A は断熱変化し、移動の間ピストンと連結棒に働く力は常につり合っていたものとする。また、理想気体では、断熱変化するときの圧力 p [Pa] と体積 V [m³] には、 $pV^\gamma = \text{一定}$ の関係がある。

状態 2 (図6) : 気体 B の圧力は、気体 A の圧力より P_1 大きくなった。

問 1 状態 1 の圧力 P_1 を、 n 、 R 、 L 、 S 、 T_1 を用いて表せ。

問 2 状態 2 について考えると、ばね定数 k は $\frac{2P_1S}{L}$ となる。大気圧 P_0 が関与しない理由を明確にして、ばね定数 k が $\frac{2P_1S}{L}$ になることを示せ。

問 3 表 1 の (a) ~ (e) に入る式を、その導出過程とともに答えよ。なお、(a) および (c) は、 γ と P_1 から必要なものを用いて表し、(b)、(d) および (e) は、 γ と T_1 から必要なものを用いて表せ。

問 4 状態 1 から状態 2 への変化について、気体 A の内部エネルギーの変化量 ΔU_A [J]、および気体 B の内部エネルギーの変化量 ΔU_B [J] を、それぞれ、 T_1 、 γ 、 n 、 R を用いて表せ。

問 5 状態 1 から状態 2 への変化について、ヒーターが気体 B に加えた熱量 Q [J] を T_1 、 γ 、 n 、 R を用いて表せ。

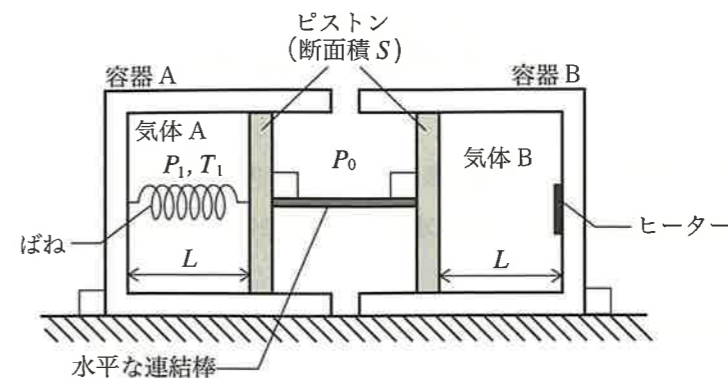


図 5 状態 1 (「と」は垂直を表す)

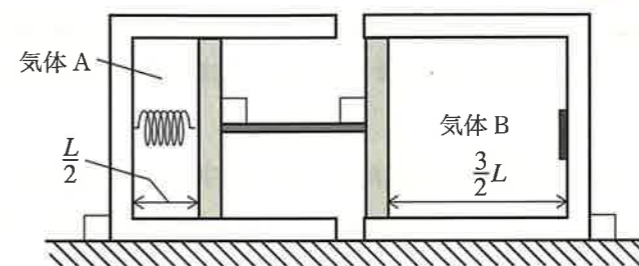


図 6 状態 2 (「と」は垂直を表す)

表 1

状態	気体 A		気体 B	
	圧力 [Pa]	温度 [K]	圧力 [Pa]	温度 [K]
1	P_1	T_1	(a)	(b)
2	(c)	(d)	(c) + P_1	(e)

化学基礎・化学

I 持続可能な社会の実現のため、植物由来のエタノールの有効な利用方法が研究されている。エタノールに関する次の文章を読み、以下の問1～問4に答えなさい。

エタノールと酢酸に触媒として濃硫酸を加えると、酢酸エチルと水が生じる。この化学反応は可逆的である。エタノール 3.00 mol と酢酸 3.00 mol と少量の濃硫酸を混合し、ある一定の温度の条件で反応させると、しばらくして平衡状態に達した。このとき、生成した酢酸エチルは 2.00 mol であった。^(A) さらに、この反応溶液に水 1.00 mol を加えて、同じ一定の温度に保ち、新たな平衡状態に達したときのエタノールの物質量は x mol であった。^(B)

ある触媒を用いて、エタノールと水を原料とし酢酸と水素を合成する化学反応が検討されている。^(C) 水素は、重要なエネルギー源として期待されるため、触媒の研究が精力的に進められている。

問1 下線部(A)で、この化学反応の平衡定数 K を、有効数字2けたで求めなさい。また、答えを導く過程も記しなさい。ただし、平衡状態における反応溶液の体積を $V(L)$ とし、用いた濃硫酸に含まれる水の物質量は無視する。また、反応中の反応物および生成物の分離や蒸発等による損失はないものとする。

問2 下線部(B)で、この新たな平衡状態での平衡定数を K' とし、 x を用いて表しなさい。また、その式を導く過程も記しなさい。ただし、反応中の反応物および生成物の分離や蒸発等による損失はないものとする。

問3 エタノール(液)、酢酸(液)および水素(気)の 25℃、1気圧での燃焼熱はそれぞれ下記の通りである。これら物質の燃焼反応の 25℃、1気圧での熱化学方程式を、それぞれ記しなさい。

① エタノール(液)	1368 kJ/mol
② 酢酸(液)	872 kJ/mol
③ 水素(気)	286 kJ/mol

問4 下線部(C)で、この反応の 25℃、1気圧での熱化学方程式を、問3で得られた熱化学方程式を活用して、求めなさい。

II 次の芳香族化合物に関する文章を読み、以下の問1～問6に答えなさい。

4種類の芳香族化合物、ニトロベンゼン、アニリン、フェノールおよび安息香酸をジエチルエーテルに溶かした混合溶液(混合エーテル溶液)がある。この混合エーテル溶液から分液ろうと(図II-1)を用いて、以下の操作①～操作⑦(図II-2)に従い各芳香族化合物を分離した。

操作① 混合エーテル溶液を分液ろうとにとり、塩酸を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層①とエーテル層①に分離した。

操作② (ア) は塩となって水層①にすべて移動したので、水層①を分液ろうとから取り出して水酸化ナトリウム水溶液(NaOH aq)を加えると、(ア) が遊離してきた。

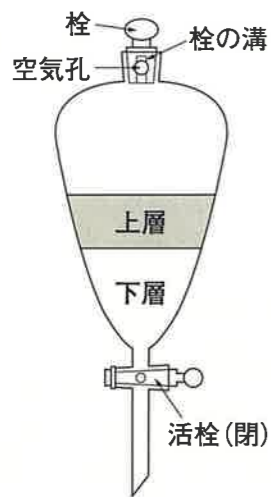
操作③ エーテル層①を新しい分液ろうとにとり、炭酸水素ナトリウム水溶液(NaHCO₃ aq)を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層②とエーテル層②に分離した。

操作④ (イ) は塩となって水層②にすべて移動したので、水層②を分液ろうとから取り出して塩酸を加えると、(イ) が析出してきた。

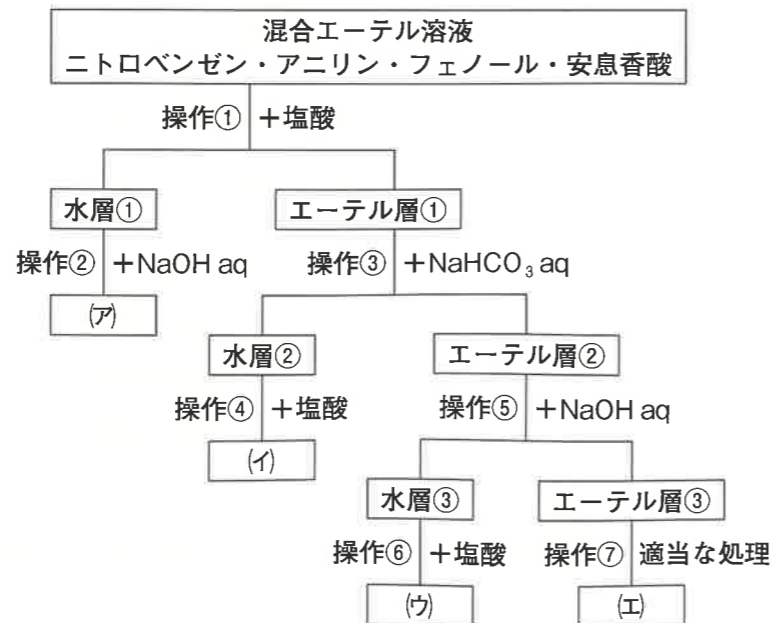
操作⑤ エーテル層②を新しい分液ろうとにとり、水酸化ナトリウム水溶液(NaOH aq)を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層③とエーテル層③に分離した。

操作⑥ (ウ) は塩となって水層③にすべて移動したので、水層③を分液ろうとから取り出して塩酸を加えると、(ウ) が遊離してきた。

操作⑦ (エ) はエーテル層③にすべて残っているので、エーテル層③を分液ろうとから取り出して適当な処理を施すと、(エ) が分離できた。



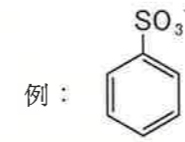
図II-1 静置後の分液ろうと



図II-2 4種類の芳香族化合物の分離操作

問1 文章中の空欄 (ア) ～ (エ) にあてはまる芳香族化合物の名称を、それぞれ答えなさい。

問2 下線部(A), (C)および(D)で、各水層①～水層③に存在する芳香族化合物のイオンの構造を下の例にならい、それぞれ記しなさい。



問3 静置後の分液ろうと内で下層となるのは、水層とエーテル層のどちらかを答えなさい。また、静置後の分液ろうとから上層を取り出す操作手順を説明しなさい。

問4 下線部(B)で、分液ろうとの操作を行う上で、特に注意することは何か、その理由と対処方法を記して説明しなさい。

問5 下線部(E)で、「適当な処理を施す」には、どのような方法があるか答えなさい。

問6 アニリン、フェノールおよび安息香酸に関する次の文章を読み、以下の問a～問fに答えなさい。

アニリンの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウムを加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する。この反応をジアゾ化とよび、0～5℃の低温で行う必要がある。温度が高いと塩化ベンゼンジアゾニウムは、気体の(オ)を発生してフェノールに分解する。5℃以下に冷却した塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液に、フェノールの水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、橙赤色の色素である(カ)が生成する。この反応を(キ)という。また、(キ)と同様の反応で合成される色素のメチルオレンジは、中性～塩基性では黄色を呈するが、酸性では赤色に変色する。そのため、中和滴定における指示薬として使われる。

フェノールは、常温では無色の結晶で潮解性があり、石炭酸とも呼ばれ、有毒で皮膚を侵す性質があるが、医薬品や染料、熱硬化樹脂などの合成原料として広く用いられている。サリチル酸は、フェノールおよび安息香酸の誘導体で、医薬品として用いられる。サリチル酸は、安息香酸よりもかなり強い酸であり、胃の粘膜を刺激して食欲不振や腹痛などの副作用が見られる。そこで、副作用の少ない誘導体の開発が行われた。サリチル酸を無水酢酸と反応させると、(ク)基が(ケ)化されて、解熱鎮痛作用を有する(コ)を生じる。また、サリチル酸にメタノールと濃硫酸を加えて加熱すると、(サ)基がメタノールと反応して(シ)化して、消炎鎮痛作用を有する(ス)を生じる。(ス)は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えて反応させると(セ)色の呈色反応を示す。また、フェノールとホルムアルデヒドを、酸触媒を用いて加熱すると、(ソ)と呼ばれる重合反応を起こして(タ)を生成する。さらに、硬化剤を加えて加熱すると三次元網目構造を持った熱硬化樹脂となる。

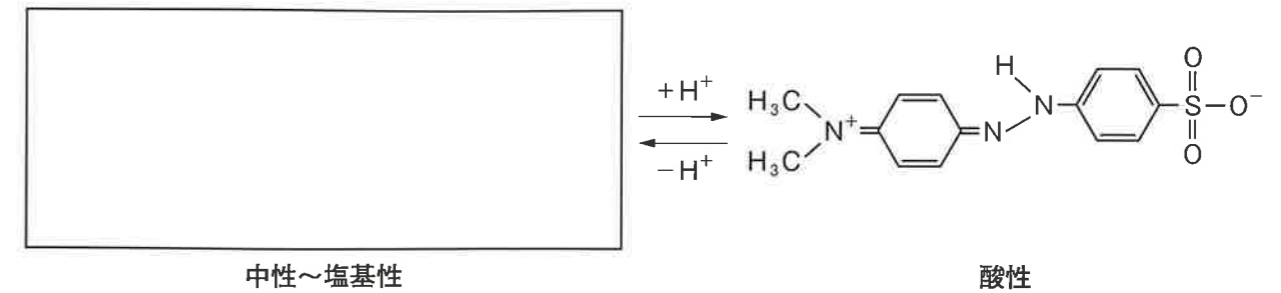
問a 文章中の空欄(オ)～(タ)にあてはまる語を記しなさい。

問b 下線部(F)で、このジアゾ化の反応式を記しなさい。

問c 下線部(G)で、この(キ)の反応式を記しなさい。

問d 下線部(H)で、水素イオン(H⁺)を受け取ったメチルオレンジの構造を図Ⅱ-3に示した。

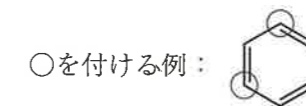
図中の空欄にあてはまる中性～塩基性でのメチルオレンジの構造を記しなさい。



図Ⅱ-3 メチルオレンジの液性による構造の変化

問e 下線部(I)で、水中におけるサリチル酸の電離した構造を、図Ⅱ-3を参照して記しなさい。また、なぜサリチル酸が安息香酸よりも強い酸なのか、電離したサリチル酸のイオンの構造の特徴から説明しなさい。

問f 下線部(J)で、フェノール3分子とホルムアルデヒド2分子からできる(タ)の構造を記しなさい。また、下線部(K)の三次元網目構造へと発達する過程で、重合反応が起きる部位に、下記の例にならって○を付けなさい。



(この頁は計算用)

(この頁は計算用)

生物基礎・生物

1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

ヒトの ABO 式血液型は赤血球の細胞膜上にある糖鎖の違いにより、A 型、B 型、AB 型、O 型の 4 つの表現型に大別され、それらは常染色体上の単一の遺伝子座に存在する 3 種類の対立遺伝子に支配されている。A 型の対立遺伝子(A 遺伝子)と B 型の対立遺伝子(B 遺伝子)には顕性(優性)や潜性(劣性)の関係がなく、O 型の対立遺伝子(O 遺伝子)は A 遺伝子と B 遺伝子のどちらに対しても潜性となる。

A 遺伝子からつくられる酵素 A は、赤血球の細胞膜上につくられた H 型糖鎖の末端に N-アセチルガラクトサミンを 1 つ付加する。一方、B 遺伝子からつくられる酵素 B は、H 型糖鎖の末端にガラクトースを 1 つ付加する。O 遺伝子からつくられる酵素 O は、H 型糖鎖の末端に**いずれの糖も付加できない(図 1)**。O 遺伝子の配列は A 遺伝子と相同だが、1 塩基の欠失が認められる。

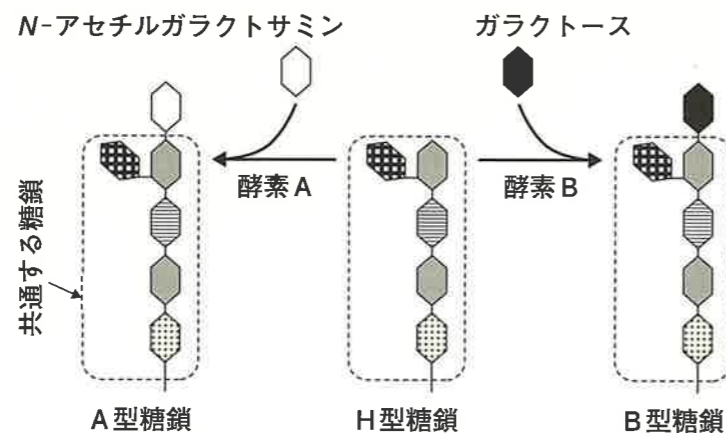


図 1 ABO 式血液型を決める糖鎖

酵素 A あるいは酵素 B によって H 型糖鎖の末端に糖が付加された A 型糖鎖あるいは B 型糖鎖は、それぞれ A 抗原および B 抗原としてはたらく。A 型のヒトの血しょう中には抗 B 抗体があり、B 型のヒトの血しょう中には抗 A 抗体がある。一方、AB 型のヒトの血しょう中には抗 A 抗体も抗 B 抗体もないが、O 型のヒトの血しょう中には抗 A 抗体と抗 B 抗体がどちらもある。**共通する糖鎖である H 型糖鎖に反応する抗 H 抗体は、通常ヒトの血しょう中にはない。**赤血球の細胞膜上にある抗原と反応する抗体は、抗原抗体反応によって赤血球を凝集させる作用を持つ。

問 1 下線部(a)について、あるヒトの集団では、A 型の割合が 28%、O 型の割合が 36%であった。この集団においてハーディ・ワインベルグの法則が成立する場合、この集団における B 型と AB 型の人の割合および A 遺伝子、B 遺伝子、O 遺伝子の遺伝子頻度を、計算過程を示した上でそれぞれ有効数字 2 桁で答えなさい。

問 2 下線部(b)について、O 遺伝子からつくられる酵素 O に糖を付加する活性が認められない理由を推察し、簡潔に説明しなさい。

問 3 下線部(c)に関連して、体内に侵入した異物を取り込んで分解し、その一部を抗原として提示する細胞の名前を 3 つ答えなさい。

問 4 下線部(d)について、通常ヒトの体内では抗 H 抗体がつかれない理由を推察し、簡潔に説明しなさい。

問 5 下線部(e)について、次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

ボンベイ型と呼ばれる極めてまれな血液型のヒトの赤血球では、H 遺伝子の変異により H 型糖鎖がつかれない。一方、ボンベイ型のヒトの血しょう中には、H 型糖鎖に反応する抗 H 抗体がある。

(i) ボンベイ型のヒトの赤血球を凝集させるのはどの血液型の血しょうか。

(ii) ボンベイ型のヒトの血しょうを加えると凝集するのはどの血液型の赤血球か。

解答用紙欄の選択肢から当てはまるものをすべて選び、○で囲みなさい。

問 6 ヒトの免疫では、他人の臓器を移植すると拒絶反応が起こり、移植片は排除される。しかし、他人の赤血球を同じ血液型のヒトに輸血する場合、拒絶反応は起こりにくい。この現象は、赤血球が持つある特性が原因と考えられる。その特性を推察し、以下の用語をすべて使って簡潔に説明しなさい。

用語：MHC 抗原、TCR、赤血球表面、T 細胞

2 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

呼吸は外呼吸と内呼吸の2つに分けられる。外呼吸は肺における酸素と二酸化炭素のガス交換であり、内呼吸は細胞内において外呼吸で取り入れた酸素と食べ物として取り入れた有機物から生命活動に必要なエネルギーであるATPを産生することである。

(a) 内呼吸は通常酸素を必要とする反応系で、好気呼吸とよばれ、の中で進行する解糖系、の中で進行するクエン酸回路と電子伝達系の3段階からなる。

解糖系では炭水化物などの呼吸基質がに存在する酵素群によって酸にまで分解され、少量のATPも産生される。

この酸は細胞小器官であるミトコンドリアのに運ばれ、酵素によりアセチル CoA となってクエン酸回路に入っていく。クエン酸回路ではアセチル CoA は酵素によりオキサロ酢酸と反応してクエン酸を生じる。クエン酸は何段階かの酵素反応を経てオキサロ酢酸へと変化し、オキサロ酢酸は再びアセチル CoA と反応して再びクエン酸に戻ることにより反応回路を形成している。この反応回路においても少量のATPが産生される。

電子伝達系では解糖系とクエン酸回路で生じた型補酵素を受け取り、ミトコンドリアの内膜のタンパク質複合体において水素イオン、電子と型補酵素に分解される。電子はタンパク質複合体を移動しながらエネルギーを放出し、そのエネルギーを用いてミトコンドリア内で水素イオンの濃度勾配が生じ、この水素イオンの濃度勾配を利用して大量のATPが産生されている。

問1 文中の空欄～に当てはまる用語を答えなさい。

問2 下線部(a)の生命活動に必要なエネルギーとして取り出されるATPはどのような特徴をもつ分子なのか説明しなさい。

問3 下線部(b)に関して、酵母は酸素が十分な状況では好気呼吸を行っているが、酸素が無い場合はどのようにしてエネルギーを得ているのか答えなさい。またグルコース($C_6H_{12}O_6$)を呼吸基質とした場合、どのような化学反応が起こっているのかも答えなさい。

問4 下線部(c)について、呼吸基質には炭水化物以外にどのような有機物があるか答えなさい。

問5 下線部(d)の反応回路は Hans Krebs 博士等の研究により発見され、1953年にノーベル賞を受賞している。この反応回路に関して以下の実験を行った。

実験1：動物の筋肉をすりつぶしたものをリン酸緩衝液(pH 7.4)に入れ、消費される酸素量を経時的に測定した(図1の●)。また別に準備した懸濁液に少量のクエン酸を加えた時に消費される酸素量の変化も調べた(図1の▲)。

実験2：懸濁液に少量のコハク酸もしくはマロン酸を加えて実験1と同様に消費される酸素量を経時的に測定した。マロン酸を加えた時に消費される酸素量の変化は図1の■であり、懸濁液中にコハク酸が増加していた。

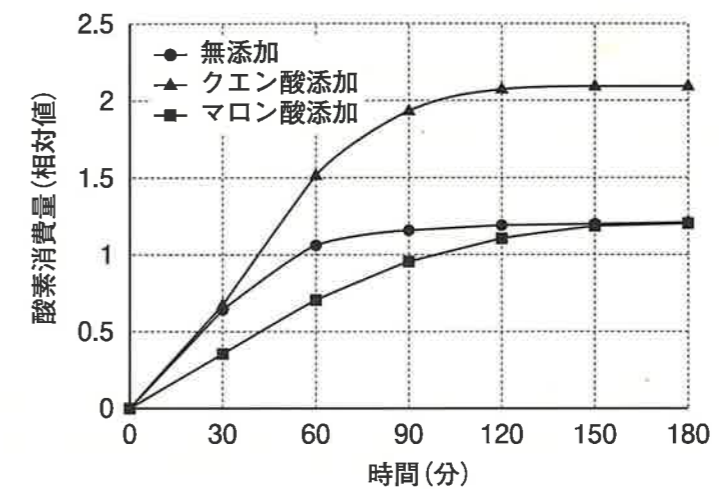


図1 有機酸添加による酸素消費量の経時変化

実験1、実験2について以下の各問いに答えなさい。

(i) クエン酸回路では酸素が消費されないにもかかわらず、実験1でクエン酸を加えるとなぜ消費される酸素量が増加したのか説明しなさい。

(ii) 実験2で少量のコハク酸を加えた場合、消費される酸素量は図1のグラフの●、▲、■のどれに最も類似するのか解答欄の記号を○で囲みなさい。

(iii) マロン酸を加えることによりなぜコハク酸が増加したのか説明しなさい。

問6 下線部(e)に関して、ミトコンドリア内で水素イオン濃度勾配がどのような状態になっているのか、またその濃度勾配とATPの合成との関わりを簡潔に説明しなさい。

3 次の文章(1)、(2)を読み、問1～問12に答えなさい。

(1) 現在、地球上には多種多様な生物が存在しているが、どのようにして地球上で誕生し、過去から現在までどのような変遷を辿って来たのであろうか。

地球は今から約46億年前に誕生した。生命の誕生した時期は約40億年前の原始海洋が形成された頃で、現在の深海底に存在している熱水噴出孔は、生命が誕生した環境に近いと考えられている。生物誕生前の原始地球において、生物体に必要な有機物が生み出されていった過程を **ア** という。その後、秩序だった代謝を行う能力、膜で仕切られたまとまりの形成、自己と同じものを複製する能力を獲得し、生命が誕生したと考えられている。

初期の生物は原核生物であったとされており、嫌気性細菌などが海中に生息していた。やがてシアノバクテリアが出現し光合成を始めると、発生した酸素が水中や大気中に蓄積し、好気性細菌が繁栄するようになったと考えられている。

その後、古細菌に近い嫌気性の単細胞生物の中に、好気性細菌が入り込んで **イ** となり、さらにシアノバクテリアが入り込んで **ウ** となるものもあり、様々な真核生物が出現したと考えられている。そして真核生物が集合することにより、多種多様な多細胞生物が出現するようになった。

生物が水中から陸上へ進出するきっかけとなったのは、藻類などの光合成生物が大量の酸素を大気中に放出し、成層圏にオゾン層が形成されたおかげである。陸上へ進出した植物は、水中生活していた藻類から、^(a)コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物などへと進化した。一方、陸上へ進出した動物は、水中生活していた魚類から、両生類、ハチュウ類、哺乳類などへと進化した。

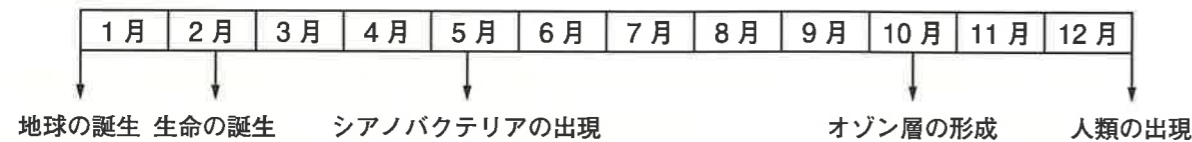


図1 46億年を1年に置き換えた場合の「地球と生物の歴史カレンダー」

問1 文中の空欄 **ア** ～ **ウ** に入る用語を答えなさい。

問2 図1のように、地球の誕生から現在までの46億年を1年に置き換えた場合、以下の(I)～(IV)の出来事はおよそ何月に当たるかを答えなさい。

- (I) 真核生物の出現
- (II) 多細胞生物の出現
- (III) 恐竜類の繁栄
- (IV) 脊椎動物の出現

問3 下線部(a)について、動植物が陸上で生活するためにオゾン層が果たした役割を簡潔に答えなさい。

問4 下線部(b)に関して、新生代に入ると植物界では、裸子植物やシダ植物の衰退が進み、代わりに花を持つ被子植物が多様化して繁栄するようになった。被子植物がなぜ多様化したのかを、「共進化」という言葉を用いて答えなさい。

(2) 人類は1000万～600万年前の間にアフリカ大陸で出現したと考えられており、図1で示したように、約46億年の地球の歴史を1年に置き換えると最後の数分間に取まってしまう。初期の人類は猿人と呼ばれ、最古の化石は中央アフリカで発見された **エ** で、約700万年前の地層から見つかった。エチオピアの約440万年前の地層から発見された **オ** 猿人や約400万年前から出現した **カ** 類は、ほぼ全身の化石が見つまっている。これらの初期の人類は直立二足歩行をしていたと考えられ、類人猿と異なる特徴を持っているが、^(c)脳(d)の容積はゴリラとほぼ同じ500 mL程度に過ぎなかった。

^(e)約200万年前になると、**キ**などの原人が出現した。原人の化石はアフリカ以外の中国や東南アジアなどでも見つかり、脳(f)の容積は約1000 mLとなり、石器や火を使用していた証拠も残されている。

80万年ほど前には旧人が出現し、その中から約30万年前にネアンデルタール人が出現した。ネアンデルタール人は現生人類と同等の脳容積約1500 mLを持ち、狩猟のための道具も作っていた。彼らはヨーロッパから西アジア、中央アジア、南シベリアへと広がったが、約3万年前に絶滅したと考えられている。

現生人類であるホモ・サピエンスは、^(f)およそ20万年前にアフリカで出現し、10万～5万年前にアフリカを出た集団が全世界に広がったと考えられている。アフリカを出たホモ・サピエンスは、中東やヨーロッパ、西アジアなどでネアンデルタール人と共存していた可能性がある。

近年、人類の起源や進化の研究分野において、2022年にノーベル生理学・医学賞を受賞したペーボ博士らが駆使したDNA解析の手法が、重要な役割を果たすようになっている。以前は多くの古人類学者の間で、ネアンデルタール人は原人からホモ・サピエンスへの進化の一つの段階であると信じられていたが、^(g)ミトコンドリアDNA(h)の分析の結果から別の系統であると考えられるようになった。一方、ネアンデルタール人の骨片由来DNAから全ゲノム配列が解読された結果、ヨーロッパとアジアの現生人類のゲノム配列の2～4%程度はネアンデルタール人に由来していることが判明した。⁽ⁱ⁾ホモ・サピエンスがアフリカを出た後にネアンデルタール人と交雑し、世界の各地に移動したと考えられる。

問5 文中の空欄 **エ** ～ **キ** に入る用語を以下から選びなさい。

用語：アウストラロピテクス、サヘラントロプス、ホモ・エレクトス、ラミダス

問6 下線部(c)について、直立二足歩行をしていたと推定する根拠となる骨の特徴を二つ答えなさい。

問7 下線部(d)について、直立二足歩行以外の特徴を二つ答えなさい。

問8 下線部(e)に関連して、完全な形の頭蓋骨があるとして、脳の容積を測定する方法を答えなさい。

問9 下線部(f)にある年代は、実際にアフリカで発見された初期のホモ・サピエンスの化石から導き出された。化石の年代はどのように測定するかについて答えなさい。

問10 下線部(g)について、ミトコンドリアDNAが核DNAより分析し易い理由を、以下の用語を全て用いて答えなさい。

用語：塩基の置換速度、母性遺伝、DNAのコピー数

問11 下線部(h)に関連して、塩基配列の解析には、サンガーが開発した方法が使用されている。この方法では、DNAの一方の鎖を鋳型として、それに相補的なDNA鎖を合成させる。この時、材料となるヌクレオチドの中に、取り込むと合成が止まるような特殊なヌクレオチドを少量混ぜておく。この特殊なヌクレオチドを図2の①～⑥から一つ選びなさい。

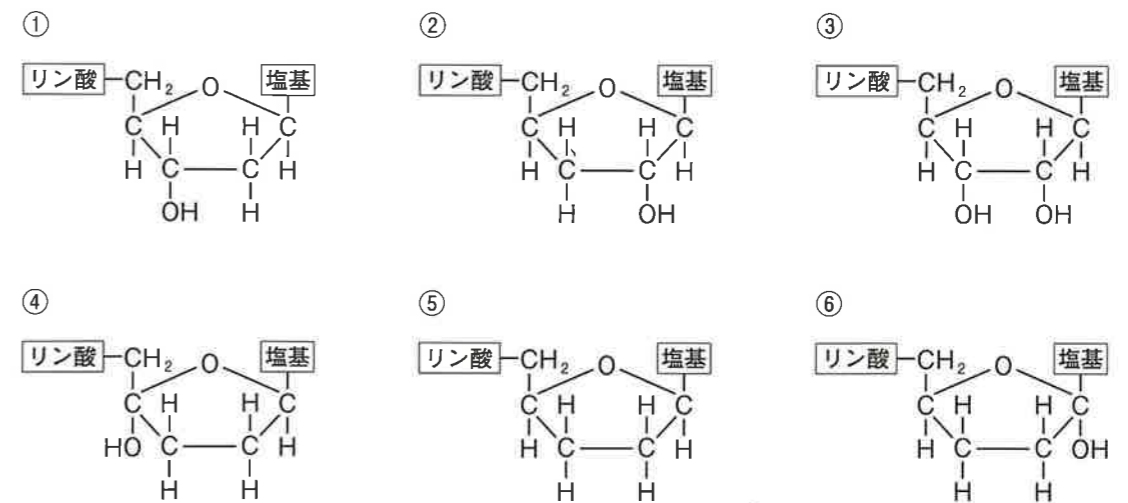


図2 様々なヌクレオチド

問12 下線部(i)について、絶滅したネアンデルタール人由来ゲノムが、現生人類の核ゲノムの様々な場所に未だに短い領域として残っている理由を推察し答えなさい。

物理基礎・物理

(医学部)

受験 番号					
----------	--	--	--	--	--

- 注意事項
- 1 解答にかかると前に必ず受験番号（二箇所）を記入すること。
 - 2 解答は、それぞれの問題に対応する欄の中に記せ。
 - 3 この解答用紙は一切持ち帰ってはいけない。



1	問 1	導出過程
	問 2	導出過程
	問 3	
	問 4	

受 験					
番 号					

物理基礎・物理

(医学部)

1	問 5	L と l および ρ_L と ρ_l の関係	理由の説明
	問 6	$\frac{\rho_L}{\rho}$:	$\frac{\rho_l}{\rho}$: 理由の説明
	問 7		

採 点	1	2	合 計 点	
--------	---	---	-------------	--

物理基礎・物理

(医学部)

2	問1	$P_1 =$
	問2	
	(a)	
	(b)	
	問3	(c)
		(d)

2	問3	(e)
	問4	$\Delta U_A =$ $\Delta U_B =$
	問5	$Q =$

化学基礎・化学

〈前期日程〉 (医学部 医学科)

受	験					
番	号					

II

問 1	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
問 2	水層①		水層②	水層③
問 3	下層	操作手順		
問 4	注意する内容とその理由および対処方法：			
問 5	適当な処理：			
問 6	(オ)	(カ)	(キ)	(ク)
	(ケ)	(コ)	(サ)	(シ)
	(ス)	(セ)	(ソ)	(タ)
問 b	ジアゾ化の反応式：			

採 点	I	II-1	II-2
--------	---	------	------

問 c	<p>(キ) の反応式：</p>	
	<p>中性～塩基性でのメチルオレンジの構造：</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 60px; margin-right: 20px;"></div> <div style="text-align: center;"> $\xrightleftharpoons[+H^+]{-H^+}$ </div> <div style="margin-left: 20px;"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <p>中性～塩基性</p> <p>酸性</p> </div>	
問 6	電離した構造：	説明：
	問 e	
問 f	(ク) の構造と反応部位○：	

受	験						
番	号						



令和6年度入学者選抜学力検査問題
 解答用紙

生物基礎・生物

〈前期日程〉 (医学部 医学科)

1

問 1

計算過程：	
B 型の割合：	%
AB 型の割合：	%
A 遺伝子の遺伝子頻度：	
B 遺伝子の遺伝子頻度：	
O 遺伝子の遺伝子頻度：	

問 2

--

問 3

--	--	--	--

問 4

--

問 5

(i)	A 型,	B 型,	AB 型,	O 型,	ボンベイ型,	どれでもない
(ii)	A 型,	B 型,	AB 型,	O 型,	ボンベイ型,	どれでもない

問 6

--

採点	1	2	3	合計点
----	---	---	---	-----

受	験						
番	号						

令和6年度入学者選抜学力検査問題
紙
解
答
用

生物基礎・生物

〈前期日程〉 (医学部 医学科)

2

問 1

ア		イ		ウ	
エ		オ			

問 2

--

問 3

化学反応式：

問 4

--

問 5

(i)	
(ii)	● , ▲ , ■
(iii)	

問 6

--

受	験					
番	号					

令和6年度入学者選抜学力検査問題紙
 解 答 用

生物基礎・生物

〈前期日程〉 (医学部 医学科)

3

問 1

ア		イ		ウ	
---	--	---	--	---	--

問 2

(I)	月	(II)	月	(III)	月	(IV)	月
-----	---	------	---	-------	---	------	---

問 3

--

問 4

--

問 5

エ		オ	
カ		キ	

問 6

問 7

問 8

--

受	験					
番	号					

令和6年度入学者選抜学力検査問題紙
解答用紙

生物基礎・生物

〈前期日程〉 (医学部 医学科)

問 9

問 10

問 11

問 12