試 験 問 題

（理 科：基礎化学・基礎生物学）

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，問題用紙を開いてはいけません。
2. この問題用紙には，次の**2科目**の問題が収められています。

   基礎化学 （ 1～12ページ）

   基礎生物学（13～20ページ）

   試験開始の合図があったら，上記のページが順序正しくそろっているかどうかを確かめなさい。

   不備がある場合は着席のまま手を挙げなさい。
3. **基礎化学**または**基礎生物学**のうち**1科目を選択**し，「試験問題」下の**科目名**に○をつけなさい。
4. 解答は全て**選択した科目の問題用紙のみ**に記入しなさい。

   この問題用紙は持ち帰ってはいけません。
5. **1**ページ**（基礎化学）**または**13**ページ**（基礎生物学）**に受験番号と氏名を記入しなさい。
6. 試験時間は**60分間**です。
7. 計算機，携帯電話，スマートフォン等の電子機器類を使用してはいけません。
8. 問題に関して質問がある場合は着席のまま手を挙げなさい。
9. 試験中トイレに行きたい方は着席のまま手を挙げ，監督者の指示に従って下さい。
10. 原則として，試験中の途中退室は認めません。

（26 P 編・転）

受験番号		氏名	

理科:基礎化学(1 ～ 3)

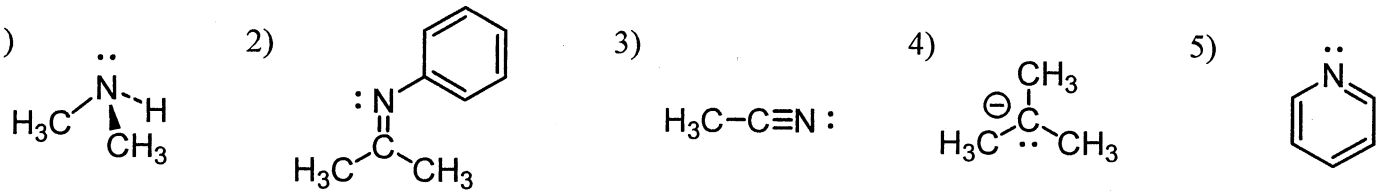
採点	

基礎化学

1　次の（1）～（4）の問に答えよ。

（1）次の化合物およびイオンに示されている非共有電子対（孤立電子対）が収容されている軌道(s 軌道、p 軌道、d 軌道、sp 混成軌道、sp^2 混成軌道、sp^3 混成軌道) を解答欄に答えなさい。ただし、非共有電子対はすべて局在化しているものとする。

1)　2)　3)　4)　5)

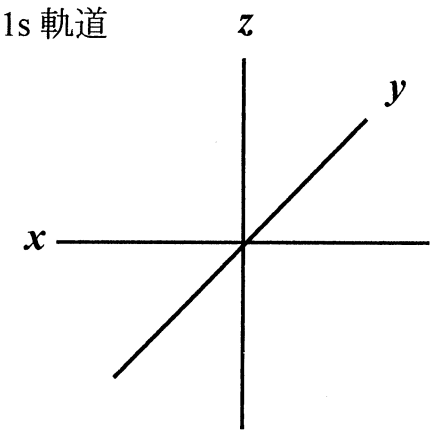


解答欄

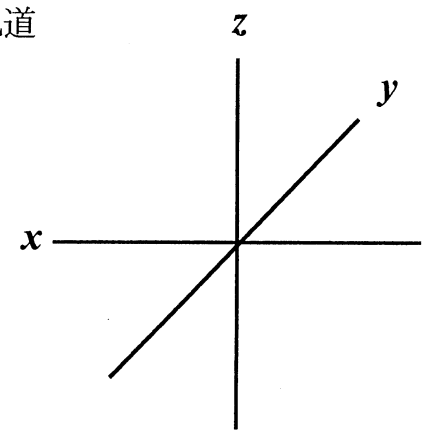
1)＿＿＿＿軌道　2)＿＿＿＿軌道　3)＿＿＿＿軌道　4)＿＿＿＿軌道　5)＿＿＿＿軌道

（2）軌道には様々な形がある。次の軌道の形を x、y、z からなる三次元空間に図示しなさい。

1s 軌道



$2p_x$ 軌道



（3）分子同士の間に働く力を分子間相互作用と言い、永久双極子－永久双極子相互作用、疎水性相互作用、分散力など様々な分子間相互作用が知られている。次の分子間相互作用①～④の中から1つ選び、その相互作用を概説するとともに、実例を挙げて説明しなさい。

選択する分子間相互作用

①永久双極子－永久双極子相互作用	②瞬間双極子－誘起双極子相互作用
③疎水性相互作用	④電荷移動錯体

選択した分子間相互作用の番号：______

概説：____________________

____

____

____

実例：____________________

____

____

____

（4）C_4H_6の分子式で表される分子の構造異性体（9個）をすべて書き出せ。なお、立体異性体は考慮しないものとする。

2　酢酸緩衝液の調製に関する（1）～（3）の問に答えよ。ただし，原子量は，H = 1.0，C = 12，O = 16，Na = 23 とする。また、酢酸の酸解離定数 K_a は 2.7×10^{-5} とし，$\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

（1）含量 100%の酢酸（密度 1.05 g/mL）に精製水を加えて，0.10 mol/L 酢酸水溶液 100 mL を調製する。その調製に必要な計算と調製手順を記せ（使用する器具も記載する）。

（2）0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液の pH はいくらか。計算式を含めて記せ。

（3）0.10 mol/L 酢酸水溶液 100 mL に 0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液を加えて，0.10 mol/L 酢酸緩衝液（pH 5.0）を調製する。必要な 0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液は何 mL か。計算式を含めて記せ。

3　次の（1）～（１５）の各問について，最も適した番号を各解答群から選び解答欄に記入しなさい。

（1）次の物質のうち、イオン結合をもつものはどれか。**２つ**選べ。

1　HCl
2　$CHCl_3$
3　$BeCl_2$
4　LiCl
5　KCl

解答欄:＿＿＿＿＿＿

（2）次の活性酸素種のうち、スーパーオキシドはどれか。**１つ**選べ。

1　$^1O_2$
2　H_2O_2
3　・O_2^-
4　O_2^{2-}
5　・OH

解答欄:＿＿＿＿＿＿

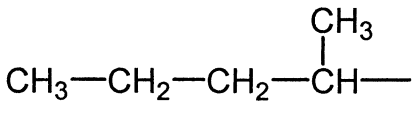
（3）次の錯体のうち、中心金属にAu（金）を含むものはどれか。**1つ**選べ。

1　アルジオキサ
2　シスプラチン
3　ヘモグロビン
4　オーラノフィン
5　シアノコバラミン

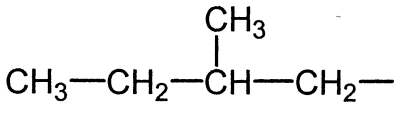
解答欄:＿＿＿＿＿＿＿＿

（4）2-methylbutyl 基はどれか。**1つ**選べ。

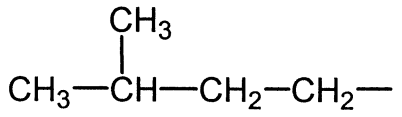
1



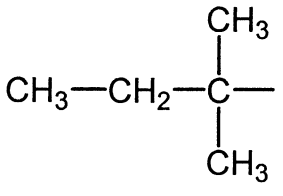
2



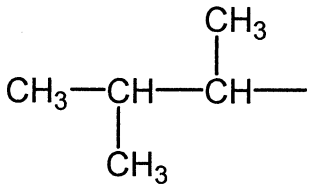
3



4



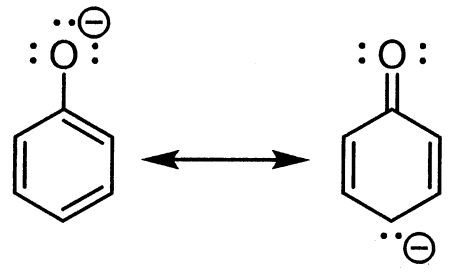
5



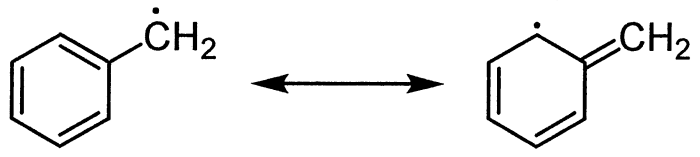
解答欄:＿＿＿＿＿＿＿＿

（5）次のうち、<u>共鳴の関係でないもの</u>はどれか。**1つ**選べ。ただし、すべて共鳴の矢印を用いて表記してある。

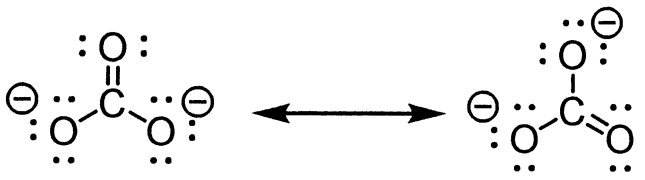
1



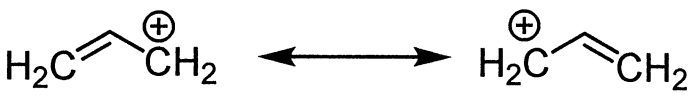
2



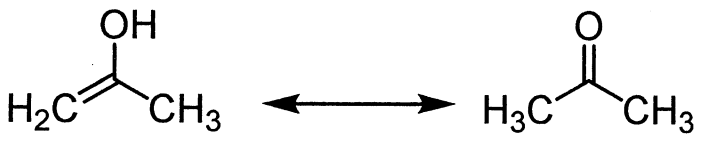
3



4



5



解答欄:_____

（6）水素Hに関する次の記述において、誤っているのはどれか。**2つ**選べ。

1　H^+を慣用名でプロトンという。
2　H^-を慣用名でヒドリドという。
3　陽子の数が1、中性子の数が1の水素原子は放射性同位体である。
4　水素化ナトリウムNaHは水H_2Oと反応して、水素ガスH_2を発生する。
5　水素分子H_2はすべての単体の中で最も沸点が低い。

解答欄:＿＿＿＿＿＿

（7）次の糖のうち、その水溶液が還元性を示す二糖類はどれか。**1つ**選べ。

1 グルコース
2 フルクトース
3 ガラクトース
4 マルトース
5 スクロース

解答欄:＿＿＿＿＿＿

（8）次の化合物のうち、双極子モーメントをもたない分子はどれか。**1つ**選べ。

1 CH_4
2 CH_3OH
3 $CHCl_3$
4 NH_3
5 H_2O

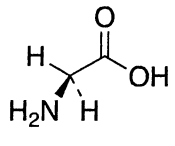
解答欄:＿＿＿＿＿＿

（9）次の第三周期の元素のうち、第一イオン化エネルギーが最も小さい原子はどれか。**1つ**選べ。

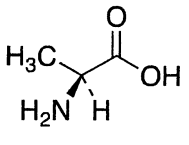
1 Ar
2 Cl
3 P
4 Al
5 Na

解答欄:＿＿＿＿＿＿

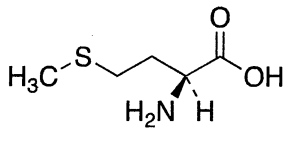
（10）次のアミノ酸のうち、メチオニンはどれか。**1つ**選べ。



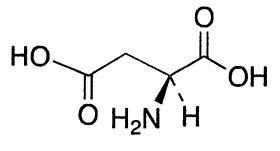
1



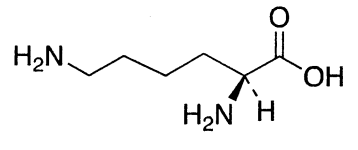
2



3



4



5

解答欄:＿＿＿＿＿＿

（１１）次の第二周期および第三周期の元素に関する記述のうち、誤っているのはどれか。**１つ**選べ。

1 最も電気陰性度の大きい元素は酸素である。
2 ネオンは安定な電子配置をもつ貴ガスの一つである。
3 典型元素には、金属元素と非金属元素の両方が含まれる。
4 リチウムはアルカリ金属であり、1 価の陽イオンになりやすい。
5 窒素とリンは 15 族の元素であり、その原子はどちらも 5 個の価電子をもつ。

解答欄:＿＿＿＿＿＿

（１２）質量パーセント濃度が 40.0%の硝酸（密度 1.25 g/mL）のモル濃度は、何 mol/L か。**１つ**選べ。ただし、硝酸の分子量は 63.0 とする。

1 1.92
2 4.37
3 7.94
4 12.5
5 17.1

解答欄:＿＿＿＿＿＿

（１３）次の単位のうち、国際単位系（SI）の基本単位でないものはどれか。**１つ**選べ。

1 K
2 A
3 g
4 cd
5 mol

解答欄:＿＿＿＿＿＿＿＿

（１４）塩化ナトリウムの飽和水溶液に塩化水素を吹き込むとき、塩化ナトリウムの沈殿が生じやすくなる現象に最も関連するのはどれか。**１つ**選べ。

1 水平化効果
2 重原子効果
3 過飽和現象
4 異種イオン効果
5 共通イオン効果

解答欄:＿＿＿＿＿＿＿＿

（１５）「0.0120」で表される数値について、有効数字の桁数はどれか。**１つ**選べ。

1　1桁
2　2桁
3　3桁
4　4桁
5　5桁

解答欄:＿＿＿＿＿＿＿＿

受験番号		氏名	

理科:基礎生物学(1 ~ 6)

採点	

基礎生物学

1　**生体膜を介した物質輸送に関する以下のA~Fの文章を読み正誤を答えなさい。誤っている場合はその理由を示しなさい。**

A　促進拡散は単純拡散より物質の透過速度は遅いが，物質の濃度勾配に逆らって輸送できる。
B　能動輸送には輸送体を用いたものとチャネルタンパクを介したものがある。
C　能動輸送では必ずATPのエネルギーを用いる。
D　腸管上皮細胞でのグルコースの取り込みは、カルシウムイオンの電気化学的勾配を用いて能動的に行われる。
E　一般的な哺乳類細胞ではナトリウムイオンの濃度は細胞外より細胞内で高い。
F　膜電位は電荷をもつ溶質の受動輸送に影響を及ぼす。

【解答欄】

A
B
C
D
E
F

2 精子や卵といった生殖細胞をつくるときに起こる減数分裂に関する以下の問に答えなさい。

1) 減数分裂時にみられる染色体の特徴的な挙動を 2 つ説明しなさい。
2) 減数分裂によって生殖細胞の遺伝子構成が多様化する仕組みを説明しなさい。
3) 動物の精子形成と卵形成の過程における、細胞分裂の結果生じる細胞数の違いを説明しなさい。
4) ヒト精子の模式図を描き、各構造に引出し線をつけて名称を示しなさい。

【解答欄】

1)
2)
3)
4)

3　以下の文章を読み、(1)-(3)の問に答えよ。

細胞骨格は、細胞の形態や細胞の運動、細胞内物質の輸送、細胞分裂などに深く関与しており、(ア)、(イ)、(ウ) の 3 つに分けられる。これらの繊維を構成するタンパク質には基本単位があり、(ア) と (ウ) においては、それらの基本単位が伸長する方向 (重合する方向) や短縮する方向 (脱重合する方向) が決まっており、繊維自身に方向性 (極性) がある。

骨格筋の収縮には (ア) が関係している。神経からのシグナルは、筋原線維の細胞膜に (エ) を発生させ、(エ) は細胞膜が内部に入り込んだ (オ) に迅速に広がる。このシグナルは (カ) に伝えられ、(カ) から (キ) イオンが細胞質中に放出され、(ア) 上のトロポニンと呼ばれるタンパク質に結合する。その結果、サルコメア内で (ア) と (ク) が結合し、互いが滑り合うことで筋収縮が起こる。

(1) (ア) ー (ク) に適語を入れよ。

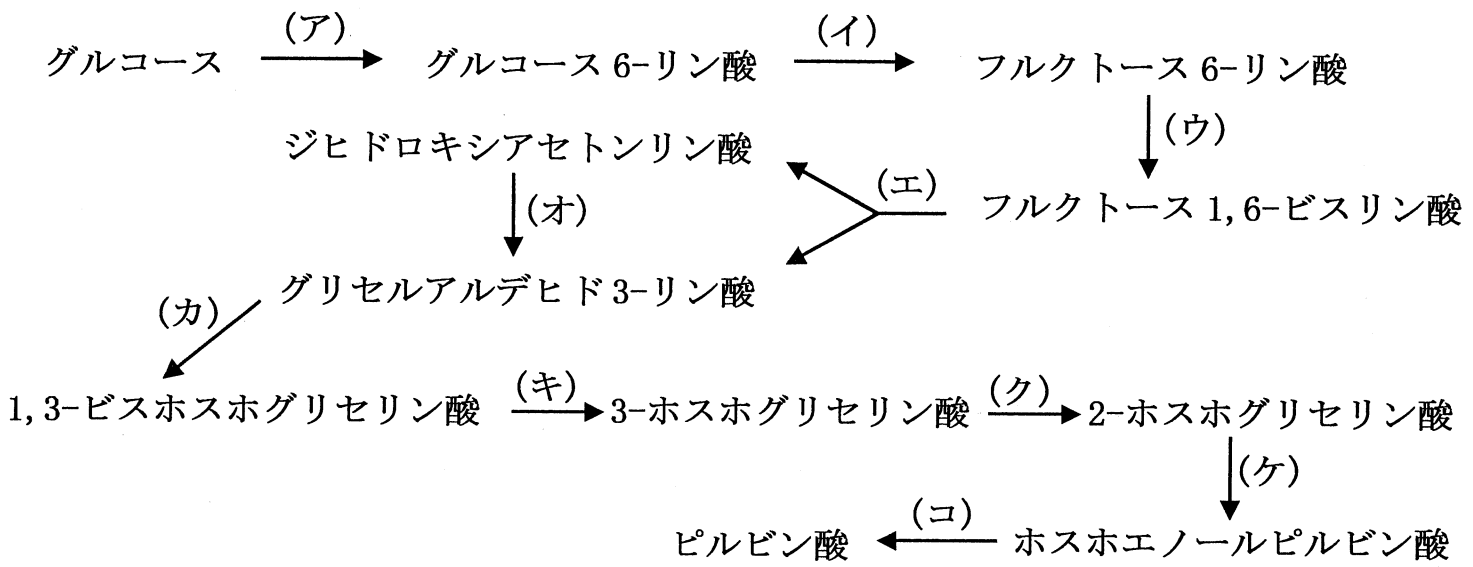
(2) (ウ) 上を移動するモータータンパク質を 2 種類挙げ、それぞれの役割の具体例を挙げなさい (計 2 例以上)。

(3) 下線部に関して、筋収縮の過程でトロポニンと共に Ca^{2+} 濃度を感知して調節する重要なタンパク質を挙げなさい。また、Ca^{2+} 非存在下 (弛緩時) と Ca^{2+} 存在下 (収縮時) において、これら 2 つのタンパク質がどの様なはたらきをしているか述べなさい。

【解答欄】

(1) ア	イ	ウ	エ
オ	カ	キ	ク
(2)			
(3) タンパク質名：			
はたらき：			

4　解糖系に関する以下の問に答えなさい。



問１．(ア)～(コ)の反応においてATPが消費されるのはどれか、２つ答えなさい。

【解答欄】＿＿＿＿＿＿＿＿　＿＿＿＿＿＿＿＿

問２．(ア)～(コ)の反応において基質レベルのリン酸化が起こるのはどれか、２つ答えなさい。

【解答欄】＿＿＿＿＿＿＿＿　＿＿＿＿＿＿＿＿

問３．血糖値が高い時に肝臓で主に働く、反応(ア)を触媒する酵素の名称を答えなさい。

【解答欄】＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

問４．(ア)～(コ)の反応においてNAD^+が関わる基質の酸化が行われるのはどれか答えなさい。

【解答欄】＿＿＿＿＿＿＿＿

問５．ヒトでは嫌気代謝によってピルビン酸は何に変換されるのか答えなさい。

【解答欄】＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

5　真核細胞のRNAからタンパク質への翻訳過程に関する以下の問いに答えよ。

問1　次の文章の ア～エ に当てはまる語句を選び番号を記入せよ。

mRNA上で会合したリボソームには、アミノ酸を運んできたtRNAが目的のコドンの位置に結合するための2つの部位がある。5’側のコドンに対応するのが（ ア ）、次のコドンに対応するのが（ イ ）である。両部位にtRNAが入ると、（ ア ）に結合したtRNAが持つアミノ酸の（ ウ ）と（ イ ）に結合したtRNAが持つアミノ酸の（ エ ）の間でa ペプチド結合が形成される。すると、リボソームはmRNAの3’側へコドン一つ分移動し、同様の反応が終止コドンまで繰り返されてペプチド鎖が伸長する。b 翻訳に使われるアミノ酸は、対応するアンチコドンを持ったtRNAの3’末端に付加される。

1　カルボキシ基	2　メチル基	3　リン酸基	4　アミノ基	5　A部位
6　T部位	7　E部位	8　P部位		

【解答欄】

ア＿＿＿＿＿　イ ＿＿＿＿＿　ウ ＿＿＿＿＿　エ ＿＿＿＿＿

問2　下線部aを行うのは何か。　酵素名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

問3　下線部bを行うのは何か。　酵素名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

6　バイオテクノロジーに関する以下の問に答えなさい。

問１．　ヒトのタンパク質を大腸菌内で発現させる方法に関する次の記述について、（１）～（７）に入れるべき語句はどれか。【解答欄】に番号を記入しなさい。

大腸菌もヒトの細胞も、核酸を構成するヌクレオチドやタンパク質を構成するアミノ酸は共通で、コドンとアミノ酸の対応も同じである。ただし、大腸菌ではヒトの細胞の核内で行われる前駆体 mRNA から（　１　）を除去して（　２　）を繋ぐスプライシングという反応が行われないため、（　１　）を含むヒトの遺伝子からタンパク質を合成することはできない。そこで、まず目的とするヒトタンパク質の mRNA を鋳型として（　３　）により、（　４　）を合成する。これを二本鎖として両端に（　５　）の認識配列を付加することによって、その切断配列を利用して（　６　）という DNA に連結して組換え体を得る。この DNA には、大腸菌が遺伝子の転写に利用できる（　７　）や mRNA の翻訳開始に必要な配列が、予め組み込まれている。これを大腸菌内に導入し、ヒトタンパク質を発現させる。

1. プロモーター配列	2. mRNA	3. 逆転写酵素	4. tRNA	5. ウイルス	6. 制限酵素
7. リボソーム	8. エキソン	9. サイレンサー配列	10. cDNA	11. イントロン	
12. ゲノム DNA	13. 加水分解酵素	14. ベクター			

【解答欄】

（１）＿＿＿＿　（２）＿＿＿＿　（３）＿＿＿＿　（４）＿＿＿＿

（５）＿＿＿＿　（６）＿＿＿＿　（７）＿＿＿＿

問２．バイオ医薬品として用いられる組換えタンパク質に関する記述のうち、正しいのはどれか。
１つ選びなさい。

1. バイオ医薬品として組換えタンパク質を生産させる際には、そのゲノム DNA を宿主細胞に導入する。
2. 宿主として大腸菌を用いた場合、ヒト体内で作られるタンパク質と全く同じ糖鎖をもった組換えタンパク質が得られる。
3. ほ乳動物由来細胞を宿主とした場合、 糖鎖はタンパク質分子中のチロシン残基またはセリン残基またはトレオニン残基に付加される。
4. バイオ医薬品の中には、 CHO 細胞（チャイニーズハムスター卵巣細胞）を用いて生産されるものがある。

【解答欄】 _____