

2017 年度入学試験問題(後期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 31 ページあり，問題数は，物理 4 問，化学 4 問，生物 5 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に，それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。なお，記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は，当該科目の試験が無効となる。また，※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて，選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの，および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは，理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子，解答用紙はともに持ち出してはならない。
- 7) 試験終了時には，問題冊子の上に，解答用紙を裏返して，下から順に物理，化学，生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙，問題冊子の回収後，監督者の指示に従い退出すること。

生 物

I 次の(1)~(4)の問に答えなさい。ただし、複数解答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順あるいは番号順に並べなさい。該当するものがない場合は、「該当なし」を選びなさい。

(1) 原生生物でないものをすべて選び記号で答えなさい。

- A ゾウリムシ B シイタケ C コンブ
D キイロタマホコリカビ E 肺炎双球菌 F 該当なし

(2) カエルの発生にあてはまらないものをすべて選び番号で答えなさい。

- 1 端黄卵である。
- 2 中胚葉は外胚葉に接した内胚葉から誘導される。
- 3 腹側の決定には受精卵の表層の回転が重要である。
- 4 胞胚期に一時的に多核になる。
- 5 中胚葉誘導の後に原腸陥入が起こる。
- 6 該当なし

(3) 系統・進化的にみて一番近縁の組み合わせを選び記号で答えなさい。

- a ヒト / ミドリムシ b メタン(生成)菌 / 大腸菌
c ネンジュモ / アサガオ d シイタケ / 乳酸菌
e アメーバ / 好熱菌

(4) ATP のエネルギーを使用しないものをすべて選び記号で答えなさい。

- A 筋肉の収縮 B 繊毛の運動 C ホタルの発光
D ナトリウムポンプ E 解糖系の反応 F 該当なし

(5) 擬態をとらない生物をすべて選び番号で答えなさい。

- | | | |
|-----------|-------------|---------|
| 1 ナナフシ | 2 クマノミ | 3 コノハムシ |
| 4 シャクトリムシ | 5 ショウリョウバッタ | 6 コバンザメ |
| 7 該当なし | | |

(6) 音が聞こえるまでの過程を並べた時、3番目と5番目にくるものはどれか順に番号で答えなさい。

- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| 1 耳小骨の振動 | 2 聴細胞の興奮 | 3 空気の振動 |
| 4 聴神経の興奮 | 5 鼓膜の振動 | 6 リンパ液の振動 |
| 7 聴覚中枢の興奮 | | |

(7) ヒトの遺伝子の発現調節(転写からタンパク質の分解まで)に関係していないものをすべて選び記号で答えなさい。

- | | | |
|------------|-----------|-----------|
| A クロマチンの状態 | B 転写調節遺伝子 | C DNAリガーゼ |
| D オペロン | E スプライシング | F 該当なし |

(8) カエルの卵割にあてはまらないものをすべて選び番号で答えなさい。

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1 紡錘体が形成される。 | 2 細胞が小さくなっていく。 |
| 3 核相が変化する。 | 4 すべて等割である。 |
| 5 8細胞期への卵割は緯割である。 | 6 該当なし |

(9) 点突然変異が影響を与える可能性がないタンパク質の構造をすべて選び記号で答えなさい。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| A 一次構造 | B 二次構造 | C 三次構造 |
| D 四次構造 | E 該当なし | |

(10) 進化と直接関係ないものを2つ選び番号で答えなさい。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 1 突然変異 | 2 一塩基多型 | 3 変態 |
| 4 自然選択 | 5 学習 | 6 遺伝子重複 |
| 7 地理的隔離 | 8 該当なし | |

Ⅱ DNA の構造と複製に関して以下の問1～問3に答えなさい。

問1 以下の文章を読んで、a)～d)の質問に答えなさい。

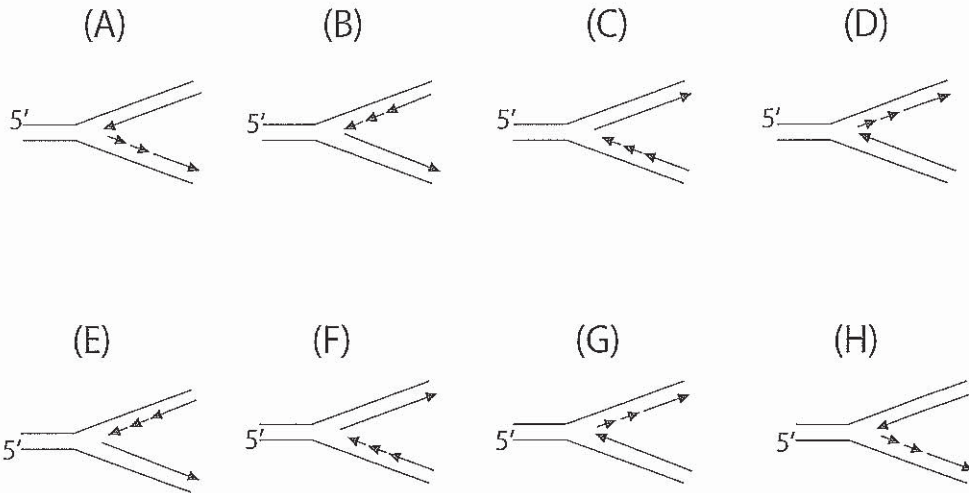
DNA は長い2本の鎖が2重らせんと呼ばれる構造をとり、それぞれの鎖は4種類の(ア)で構成されている。(ア)は3つの構成要素からなるが、そのなかで他の2つの要素と共有結合しているのは、DNAでは(イ)である。2重らせん構造では、(イ)と(ウ)が互いに共有結合でつながり、らせんの骨格をつくっている。一方(エ)はらせんの内側に存在している。2本の鎖から突き出て向き合った(エ)は(オ)と呼ばれる性質を持っているため、(カ)種類ある(エ)は常に特定の組み合わせの対を作る。遺伝情報は(キ)の形でDNAに蓄えられている。(エ)の対に関する(オ)という性質のおかげで、DNAの複製の際に2本鎖のそれぞれの鎖を鋳型にして合成することにより、同じ(キ)を持ったDNAを複製することが可能になっている。それぞれの鎖には方向性があり、2本の鎖は(ク)を向いている。(ケ)は特定の(キ)を認識してDNAの2本鎖を切断する酵素であり、この酵素によって巨大なDNA分子を適当な長さの2本鎖DNAにすることができる。

- 空欄(ア)～(ケ)に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。
- 下線部Aの(エ)の特定の組み合わせの対に関して、具体的に説明しなさい。(エ)の名称に関しては、正式名を使用しなさい。
- 下線部Bの鎖の方向性に関して具体的に略図で示しなさい。ただし、まず解答欄に鎖を示す2本の直線を引き、それぞれの直線の両側にDNA鎖の方向性を定義するしるしをつけなさい。
- 下線部CのDNAの切断では、(ア)の3種類の構成要素の中のどの部分間の結合を切断しているのか要素の名前を具体的に答えなさい。

問 2 DNA 複製に関する以下の文章のうち、間違っているものをすべて選び番号で答えなさい。

- (1) 半保存的複製の原理から考えると、すべての生物の 2 本鎖 DNA のヌクレオチドの半分はラギング鎖として合成されたものである。
- (2) 連続複製も不連続複製も半保存的複製である。
- (3) 真核生物の DNA 合成は、2 本鎖 DNA の両端からではなく内部から開始される。
- (4) DNA 合成酵素は鋳型 DNA の情報を 5' 方向に読んでいく。
- (5) 岡崎フラグメントの合成のためには DNA リガーゼが必要である。
- (6) DNA 合成酵素の合成反応は、リーディング鎖もラギング鎖も原理的に同じである。
- (7) PCR 法は DNA 複製を利用した技術であるが、ヒトの細胞ではありえない反応条件が含まれている。
- (8) 2 本鎖 DNA の片方の鎖は全て連続複製によって、もう一方の鎖は全て不連続複製によって合成されたものである。
- (9) ラギング鎖は鋳型鎖と同じ方向性を持っている。
- (10) すべての岡崎フラグメントの合成には、最初にプライマーが作られる必要がある。

問 3 以下の図は複製中の DNA の複製フォーク (鋳型の 2 本鎖が部分的にほどけて 1 本鎖になり, DNA 合成が起こっている部分) の片側の模式図であり, 矢印の向きは新しく合成される鎖の合成方向を示している。合成の方向とリーディング鎖/ラギング鎖の組み合わせが正しいものをすべて選び, 記号で答えなさい。



Ⅲ 予防接種に関して以下の問1～問5に答えなさい。

予防接種により弱い一次免疫応答を人為的に起こすことで、特定の病原体の感染を予防することが出来る。BCG ワクチンは、日本では1歳までに接種することになっている。BCG ワクチンはウシ型結核菌の毒性を弱めた生ワクチンで、その菌は体内で増殖する。BCG ワクチン接種後、2～6週間後に発赤して膿を持ち、^A1ヶ月～3ヶ月後にかさぶたになり自然に治る。まれにBCG ワクチン接種後、^B3日程で発赤して膿を持つ反応が見られる場合がある(コッホ現象と呼ばれている)^C。BCG ワクチンによって結核菌に対する免疫記憶を獲得したかどうかは、ツベルクリン反応により確認できる。ツベルクリン液は、殺菌したヒト型結核菌から精製したタンパク質で、何種類もの抗原を含んでいる。これを皮膚に投与し、48時間後の接種部位の状態によって免疫反応の有無を判断する。しかしツベルクリン反応では、その陽性反応がBCG接種の結果によるものか、BCG接種には無関係に起こったヒト型結核菌の自然感染によるものかを区別する事が困難である。^D

問1 下線部Aに関して次の問いに答えなさい。

- (1) 膿の中には壊れた好中球やマクロファージ、破壊された菌が含まれている。B細胞などが特異的にはたらく防御機構に対して、好中球やマクロファージが主にはたらく防御機構を何というか答えなさい。

- (2) 成体において好中球とマクロファージは同じ細胞から分化してできる。
 - a この未分化の細胞を何というか。
 - b この細胞はどこに存在しているか。
 - c この未分化の細胞から分化し胸腺で成熟する細胞名を答えなさい。

問 2 下線部Bに関して次の問いに答えなさい。

- (1) 一般的にかさぶた(血ぺい)は血液凝固反応によって起こる。血液凝固について説明した次の文章の ~ にあてはまる語句を選択肢 a)~o)から選び答えなさい。

血管が傷つくと、その部分に が集まり、血液凝固因子が放出される。次に血液凝固因子と の働きにより酵素 が生じ、この酵素がタンパク質 の一部を切断する事により繊維状の に変化させる。 に血球が絡みつき、血ぺいを形成し傷口をふさぐことで、通常10分ほどで止血が完了する。

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| a) 血清 | b) 血小板 | c) 血しょう |
| d) 樹状細胞 | e) 赤血球 | f) トロンビン |
| g) 白血球 | h) プロトロンビン | i) フィブリノーゲン |
| j) フィブリン | k) リンパ液 | l) NK細胞 |
| m) Ca^{2+} | n) Mg^{2+} | o) Na^+ |

- (2) 血液は試験管に入れておくと、やがて凝固し血ぺいを生じる。血ぺいとならない部分は淡黄色の液体として上澄みになる。この淡黄色の液体を体内に直接注射する治療法があり、へび毒や破傷風の治療などに用いられることがある。(a)この治療法を何というか。(b)また、そこに含まれる有効成分は何という分子か。

問 3 下線部Cのコツホ現象は、どういった原因によると考えられるか。最も適当なものを(1)~(6)から選んで番号で答えなさい。

- (1) 拒絶反応が起こった。
- (2) 結核菌に対する二次応答が起こった。
- (3) 注射針の刺激による炎症反応が起こった。
- (4) 自己免疫疾患を持っていた。
- (5) BCG ワクチンをアレルゲンと認識し、アナフィラキシーショックが起こった。
- (6) 免疫不全であった。

問 4 ツベルクリン反応について、正しい文を4つ選んで(1)~(8)の番号で答えなさい。

- (1) 48 時間後、接種部位の発赤が大きかったので、結核菌に対する免疫を持っていないと判断をした。
- (2) 48 時間後、接種部位の発赤が小さかったので、結核菌に対する免疫を持っていないと判断をした。
- (3) 主に細胞性免疫による反応である。
- (4) 主に体液性免疫による反応である。
- (5) 発赤の部分では、主に T 細胞が活性化している。
- (6) 発赤の部分では、主に B 細胞が活性化している。
- (7) マクロファージが炎症を引き起こしている。
- (8) 樹状細胞により抗体が産生されている。

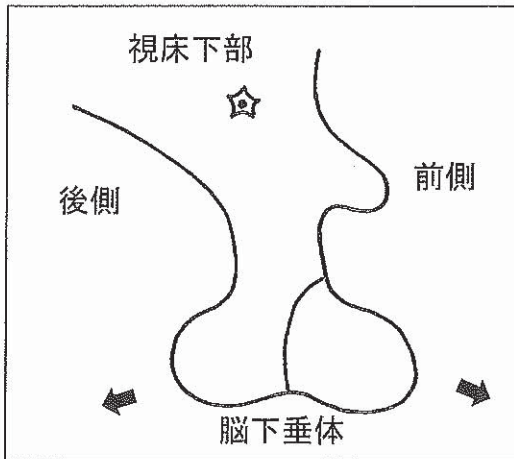
問 5 下線部Dの問題点から、近年ではヒト型結核菌への感染を確認するために、IGRA という検査法が推奨されている。IGRA 検査法とは、採血したヒトの血液に、ヒト型結核菌特有の数種のタンパク質を抗原として作用させ、活性化したリンパ球から分泌されるサイトカイン(インターフェロンやインターロイキンなどの総称)の量を試験管内で測定して判断する方法である。IGRA 検査法によって、BCGの接種による反応とヒト型結核菌の自然感染による反応を区別出来る理由はなにか、考えられるものを下のa～fから1つ選んで記号で答えなさい。

- a 血液中にはウシ型結核菌に対する抗体が存在しないため。
- b 血液中にはウシ型結核菌が増殖する細胞が存在しないため。
- c IGRA 検査では抗原の種類が少ないため。
- d IGRA 検査ではウシ型結核菌には存在しないタンパク質を抗原として用いているため。
- e IGRA 検査ではウシ型結核菌の存在により活性化したリンパ球がサイトカインを分泌するため。
- f ウシ型結核菌はヒトには病原性が無いため。

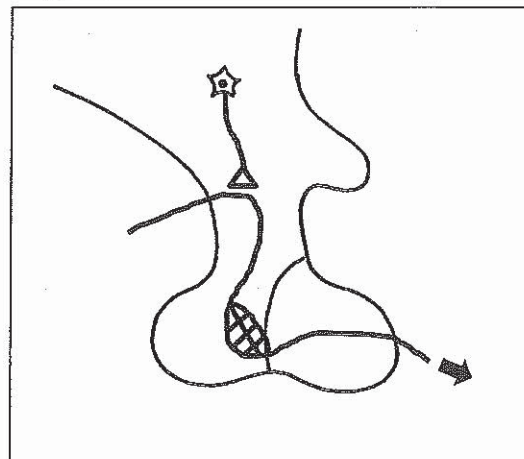
IV 神経系と内分泌系に関して以下の問1～問4に答えなさい。

問1 脳下垂体からのホルモンの分泌には視床下部の神経内分泌細胞および脳下垂体の血管が重要な役割を果たしている。下の図は視床下部と脳下垂体の模式図である。テンプレートには脳下垂体の前葉と後葉の境界線と神経分泌細胞の細胞体が記入してあり、矢印は前葉または後葉の静脈の出口の位置を示している。この時、(ア)前葉および(イ)後葉でのホルモン分泌に関わる神経分泌細胞の軸索の位置、およびそれらの分泌先の血管(動脈、静脈、毛細血管)の位置関係を解答欄の(ア)と(イ)にそれぞれ明確に図示しなさい。図示にあたっては、各解答欄に自分でテンプレートの図を描いたうえで、解答例のように軸索と血管は線で表示し、軸索の先端は△状に、毛細血管は網状に表現するものとする。

テンプレート



解答例



問2 以下の(あ)～(え)の4種類の細胞について、それぞれの細胞またはその細胞を含む臓器の性質にあてはまるものをそれぞれA～Eからすべて選び、記号で答えなさい。

<細胞>

- (あ) 大脳皮質の神経細胞
- (い) すい臓のランゲルハンス島のA細胞
- (う) すい液の分泌細胞
- (え) 肝臓の細胞

<性質>

- A 神経伝達物質を産生・放出する。
- B 静止電位(膜電位)をもつ。
- C 制限酵素を分泌する。
- D 神経によって調節される。
- E 他臓器のホルモンによって調節される。

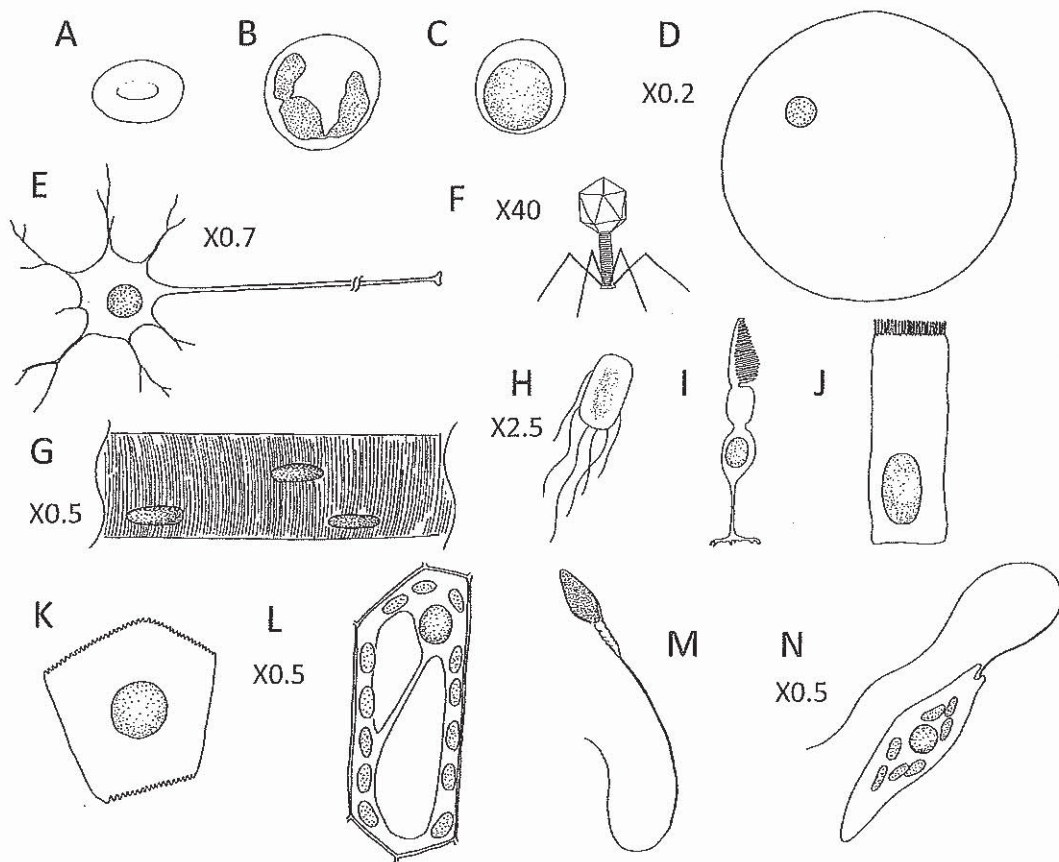
問 3 神経伝達物質とホルモンを比較した時に、以下のA～Jの性質や特徴は(1)主に末梢神経の神経伝達物質にあてはまること、(2)主にホルモンにあてはまること、(3)共通にみられることのいずれになるかを分類し、記号で答えなさい。ただし、いずれにも該当しない場合は選ばないこと。

- A より持続性をもつ作用がある。
- B 分泌された物質が短距離しか移動しない。
- C 反射に関わる。
- D エンドサイトーシスによって分泌される。
- E 受容体がある。
- F 相手となる細胞によって異なる反応を引き起こすことができる。
- G 分泌してから相手の細胞が応答する時間がミリ秒単位と短い。
- H 一度により多くの細胞に働きかけることができる。
- I その物質自身によるフィードバック調節機構がある。
- J 脊椎動物で産生される。

問 4 以下の a ~ i の生理現象あるいはその調節に直接的に関係するのは, (1)主に神経, (2)主にホルモン, (3)両方のいずれになるかを分類し, 記号で答えなさい。ただし, いずれにも該当しない場合は選ばないこと。

- a 副腎髄質からのホルモンの分泌
- b タンパク質からのグルコース合成
- c 骨格筋の収縮
- d 瞳孔の縮小
- e インスリンの分泌
- f 腎臓集合管での水の再吸収
- g 抗体産生
- h 匂いを感じること
- i 心臓の拍動

V 下記のA-Nの図は、語群に挙げたもののいずれかの模式図である。断りのないものはヒトの細胞を示している。相対的な大きさはほぼ反映しているが、スケールを変えたものは拡大率が書いてある。長すぎるものについては波線にて一部省略してある。多くの場合細胞小器官は省略してあるが、Aにはもともと細胞小器官は見られない。これらについて、各設問の選択肢の範囲に注意して、以下の(1)~(5)の間に答えなさい。



< 語群 >

肝臓の細胞 ゾウリムシ 視細胞 アオミドロ 小腸の細胞 大腸菌
 大脳皮質のニューロン T₂ フェージ 精子 グリア細胞 卵
 赤血球 Bリンパ球(B細胞) ミドリムシ 好中球 植物の葉の細胞
 骨格筋細胞

- (1) A～Nの中のヒトの細胞のうち核相(1つの核に含まれる染色体のセット)が $2n$ でないものはどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (2) A～Nのうち光を受容する真核細胞はどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (3) A～Nのうち代謝をしていないものはどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (4) A～Nのうち免疫に関わる白血球はどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (5) A～Nの中のヒトの細胞のうち、その細胞が由来した受精卵に含まれるDNAの塩基配列と異なる塩基配列をもつ細胞はどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (6) A～Nのうち自ら泳ぐか、異物に対して活発な食作用を示す運動性の高い細胞はどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (7) A～Nのうち減数分裂をする細胞はどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (8) A～Nのうち内胚葉に由来する細胞はどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、生殖細胞は選択肢から除外するものとし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。

- (9) A～Nのうち転写をしないものはどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、生殖細胞は選択肢から除外するものとし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (10) A～Nのうち、DNAが遺伝子の本体であることを証明したハーシーとチェイスによる実験に用いられたものはどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (11) A～Lの中の真核細胞のうち、(ア)常に解糖系のみでエネルギーを生み出しているもの、および(イ)酸素が不足する状況において解糖系のエネルギーで機能を果たすことができるものはどれか、最もあてはまるものをそれぞれ1つずつ選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (12) A～Nの中のヒトの細胞のうち、核相(1つの核に含まれる染色体のセット)が $2n$ の細胞で興奮性のものはどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- (13) 以下のa～hの中から、細胞がもつ普遍的な特徴にあてはまらないものをすべて選び記号で答えなさい。ただし、該当のない場合は「該当なし」と記入しなさい。
- a 分裂(出芽も含む)して増殖する。
 - b リボソームによる翻訳を行う。
 - c ゴルジ体からの小胞によってタンパク質が分泌される。
 - d 遺伝物質としてDNAをもつ。
 - e 脂質のみからなる膜で囲まれている。
 - f ATPのエネルギーを利用する。
 - g アミノ酸は3つの塩基の配列によって指定されている。
 - h 転写の後スプライシングが起こる。

(14) 以下の a ~ e の中から地球上に細胞が誕生するまでに起こったと推測されていることをすべて選び、早い順に並べなさい。

- a DNA が遺伝情報を担う分子として使われるようになった。
- b RNA が複製するようになった。
- c 細胞小器官ができた。
- d 有機物ができた。
- e RNA がタンパク質をコードするようになった。

(15) 細胞内では、同化反応や異化反応など様々な酵素反応が混乱することなく起こっている。真核生物でそれを可能にしている要因を 2 つ挙げ、解答欄ア、イに書きなさい。