

令和 8 年度

愛媛大学医学部医学科
第 2 年次学士編入学試験問題

自然科学総合問題
(10:00~12:00)

注意事項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- (3) すべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- (4) 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。
- (5) 問題冊子の余白は下書きにしてよい。
- (6) 解答用紙はすべて机の上に出しておくこと。机の中に入れてはいけません。

白 紙

白 紙

問題は次のページから始まります。

問題1. 次の文章を読み, 設問に答えなさい。(50点)

床や壁と球との跳ね返り衝突運動について考えてみよう。

まず, 水平線上を移動する2つの球が壁で跳ね返り, 衝突する運動について考える。

図1のように, 質量 M_A (g)の球Aと質量 M_B (g)の球Bが水平な線上を右方向に同一速度 V_0 (m/s)で等速度運動をしている。この後, 球Bが壁に衝突して跳ね返り, 球Aに衝突した。この時, 次の問いに答えなさい。ただし, 全ての衝突は完全弾性的に一直線上で起こり, 摩擦や空気抵抗, 球の大きさは無視できるものとする。

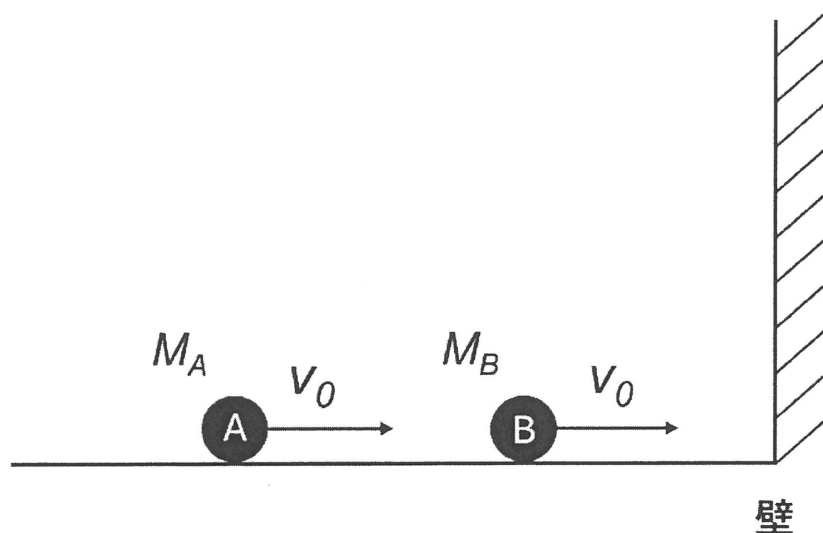


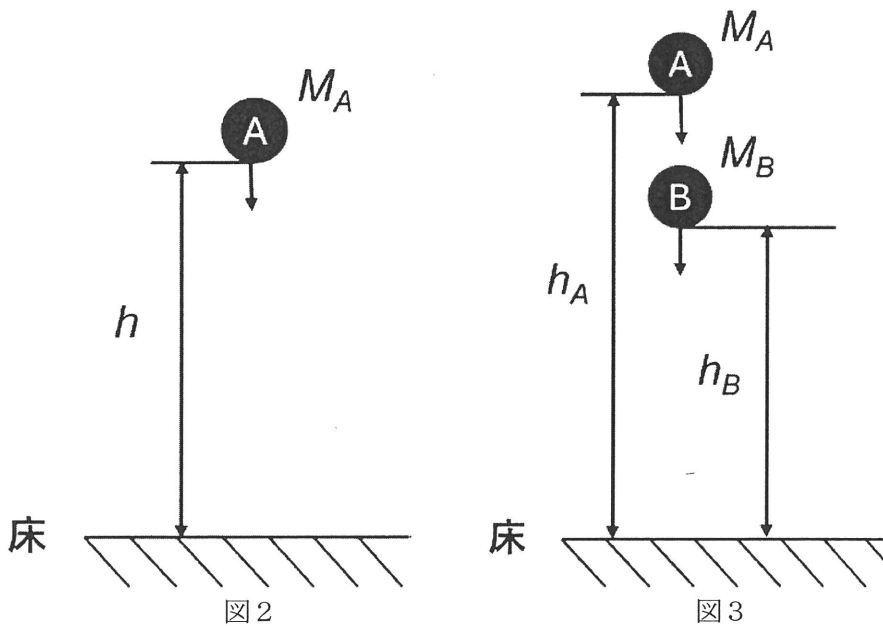
図1

問1. 球Aと球Bが衝突した後, 球Aの速度は V_A (m/s), 球Bの速度は V_B (m/s)に変化した。球の衝突前後における運動量保存則を式で表しなさい。

問2. 球Aと球Bが衝突した後, 球Bが静止した。この現象が見られた場合, M_A と M_B の質量の違いについて, M_B は M_A の何倍であったか答えなさい。また衝突後の球Aの運動エネルギーを M_A と V_0 で答えなさい。

次に、落下させた球が床で跳ね返り、衝突する運動について考える。

図2のように、質量 M_A (g) の球 A を手に持ち、 h (m) の高さから球 A を静かに手から離した。この後、球 A は床で跳ね返った。この時、次の問いに答えなさい。ここでは、全ての衝突は完全弾性的に鉛直線上で起こり、摩擦や空気抵抗、球の大きさは無視できるものとする。また重力加速度の大きさを g (m/s²) としなさい。



問3. 球 A が床に衝突した際の速度を V_A (m/s) とするとき、 V_A を h , g を用いて答えなさい。

問4. 次に、図3のように、質量 M_A (g) の球 A を高さ h_A (m) で手に持ち、質量 M_B (g) の球 B を高さ h_B (m) で手に持ち、上記と同じように、同時に静かに手から離して落下させた。球 A と球 B は一直線の鉛直線上で運動し、球 B は床で跳ね返り、球 B が跳ね返った後にある高さ h_C (m) で球 A と衝突した。衝突時、球 B はその場で静止し、その後下に落ちたが、球 A は上向きに跳ね返った。衝突した直後の球 A の上向きの速さ V (m/s) を、 h_B , g を用いて答えなさい。

次に、質量 M_B (g) の球 B の上に質量 M_A (g) の球 A をのせ、球 A と球 B が接した状態で手に持ち、 h (m) の高さに手を保ち、球 A と球 B を同時に静かに手から離して落下させた。この時、次の問いに答えなさい。ここでは、全ての衝突は完全弾性的に鉛直線上で起こり、摩擦や空気抵抗、球の大きさは無視できるものとし、球 A と球 B とも高さ h (m) から落下したと考えなさい。また重力加速度の大きさを g (m/s²) としなさい。

問 5. 球 B が床で弾まらずに床で静止した。この現象が見られた場合、 M_A と M_B の質量の違いについて、 M_B は M_A の何倍であったか答えなさい。

問 6. M_A と M_B が 問 2 で求めた関係を示す場合、跳ね返った後の球 A の最高到達点 h_A (m) と球 B の最高到達点 h_B (m) の値を、それぞれ h を用いて答えなさい。

問題2. 次の文章を読み、設問に答えなさい。(50点)

必要であれば以下の数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32, Ca = 40

光の複屈折を起こす鉱物である方解石の主成分は (A) である。(A) は高温で焼成することで脱炭酸し、(B) と二酸化炭素を生成する。この (B) を十分な量の水と反応させると (C) を生じると共に発熱することから、駅弁用の加熱式弁当箱として活用されてきた。一方で、この (B) とコークスの混合物を電気炉で 2000°C に加熱することで (D) が得られる。この (D) 1 g に水を滴下すると (E) が気体として常温・常圧で 370 ml 発生すると言われており、この気体は非常に燃えやすいことから伝統的なランプや玩具の大砲などに使われてきた。また酸素と混合して燃焼させると非常に高温の炎が得られることから金属の溶接や切断に用いられている。

この (E) ガスを赤熱した鉄管もしくは石英管に通すことで (F) が得られる。(F) は6個の炭素原子が環状に結合した平面構造をとる。ケクレの構造式では二重結合と単結合が交互に配置される形で表されているが、実際には、6つの炭素間結合は等価であり、単結合と二重結合の中間の結合距離となっている。これは π 結合を作る電子の非局在化によるものであり、環状炭化水素のうち π 電子が $(4n+2)$ 個ある化合物は安定性が高くなる。この (F) 環を含むような化合物を芳香族化合物と呼ぶ。

この芳香族化合物の中には我々の生活に深く関わるものも多い。解熱鎮痛剤として知られている (G) は自然界ではヤナギやその仲間に含まれている。ヤナギの小枝や樹皮が解熱鎮痛剤として使われてきた歴史は長く、ネアンデルタール人が利用していた可能性も示唆されている。また、皮膚の角質軟化作用があり、医薬品や洗顔料などにも配合されており日々の生活に役立っている。この (G) の合成は比較的簡単であり、ヤナギから抽出せずともその全合成が可能である。まず (F) を ①発煙硫酸あるいは濃硫酸に反応させた後、② 300°C で水酸化ナトリウムを反応させる ことで (H) が生成する。さらに高温高圧の下で二酸化炭素を反応させることでオルト位にカルボキシ基が導入された (I) が合成される。この (I) を希硫酸で中和することで (G) が得られる。この (G) は解熱鎮痛剤として有用ではあるが、そのまま内服すると副作用としての胃潰瘍などの消化器障害が引き起こされ、酷い場合には胃穿孔を起こす。そこで、(G) に ③無水酢酸を作用させる ことで得られる (J) は同様に解熱鎮痛剤としてはたらくが副作用が弱く、現在では非ステロイド性抗炎症薬の代表的な解熱鎮痛剤として処方されるようになってきている。また一方で、(J) に ④水酸化ナトリウムを加え加熱した後、⑤メタノールと濃硫酸を加え加熱する ことで特有の芳香を示す (K) が生成する。(K) は消炎鎮痛薬として湿布などに用いられ、現代の我々の生活の一助となっている。

問1. (A) ~ (K) に当てはまる物質について、その名称と化学式(分子式・示性式・構造式・簡易構造式でも可)を答えなさい。

問2. 下線部①から⑤の示す反応過程について、その名称を答えなさい。

問3. (F) を 23.4 g 作るのに必要な方解石は何 g か。ただし反応の収率は 100 % として答えなさい。

問題3. 次の文章を読み、設問に答えなさい。(50点)

食事後に血糖値が上昇すると肝臓や骨格筋ではグルコースの取り込みが亢進する。このとき細胞でエネルギーが必要であれば、グルコースは(ア)の基質としてATP合成に利用される。一方、エネルギーが十分な場合には、取り込まれたグルコースは貯蔵多糖としてのグリコーゲン合成に利用される。

運動時などエネルギーが必要なときにはグリコーゲンを分解してエネルギー源として利用するが、骨格筋では嫌気条件下で(ア)が亢進すると(イ)が生成される。この(イ)は血液を通して肝臓に運ばれ(ウ)の基質として利用され、(ウ)で生成したグルコースは再び血液を通して骨格筋に運ばれてエネルギー源として使われる。この一連の流れを(エ)回路という。同じように骨格筋と肝臓で物質が循環する(オ)回路があり、こちらはアミノ酸の代謝に関わっており、アミノ酸に含まれていた窒素は肝臓での(カ)回路により排泄される。

問1. (ア)から(カ)に当てはまる語句を答えなさい。但し、(ア)と(ウ)は反応経路名で答えなさい。

問2. 肝臓は食事後の血糖値の調節に重要な臓器である。肝臓で発現しているグルコキナーゼの酵素としての特徴的な性質について、骨格筋のヘキソキナーゼとの違いやミカエリス定数(K_m)の観点から80字以内で答えなさい。

問3. 肝臓と骨格筋ではグリコーゲン貯蔵の役割が異なる。骨格筋のグリコーゲンが直接血糖値の維持に利用されない理由と骨格筋でのグリコーゲン貯蔵の役割を100字以内で答えなさい。

問4. 図1はある酵素の活性について、阻害剤なし、阻害剤Aもしくは阻害剤Bを加えたときの酵素活性を表したものである。阻害剤Aと阻害剤Bそれぞれの阻害様式を答えなさい。また酵素活性の最大反応速度が、阻害剤がないときより阻害剤Bを加えたときに低くなる理由を60字以内で答えなさい。

問5. 図2は温度を変化させたときのある酵素の活性を表したものである。この酵素の最適温度はKであるが、さらに温度を上昇させていくと酵素活性は低下していく。酵素活性が低下する理由を1行以内で答えなさい。

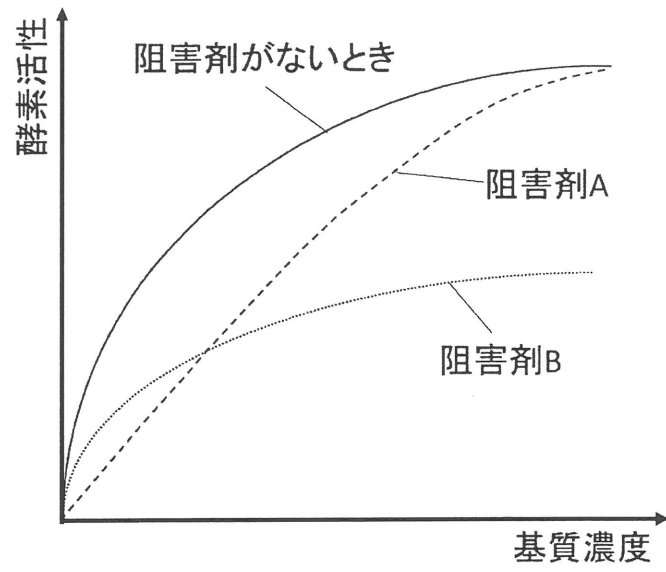


図1

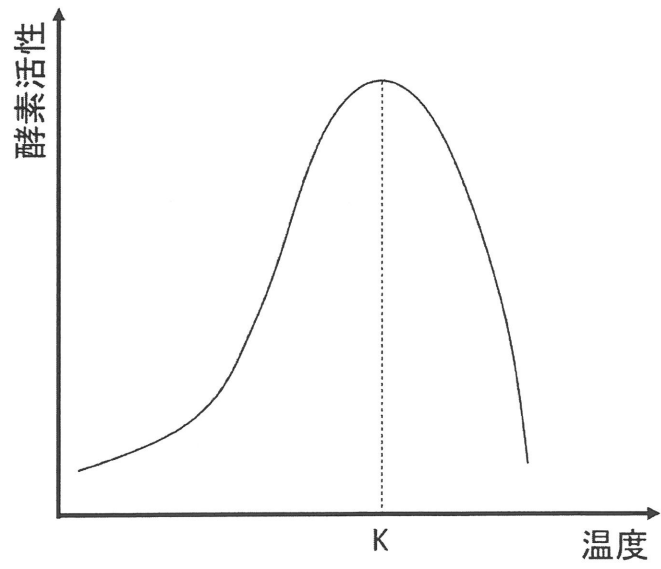


図2

問題 4. 次の 3 つの文章を読み、それぞれの設問に答えなさい。(50 点)

問題 4-1

神経系は我々が適切な身体活動を行えるように、筋肉の活動や周囲の情報伝達など身体のさまざまな活動を制御・統合している。

問 1. 下記の説明文の () に入る語句を答えなさい。

我々の身体の神経系の構造を大きく 2 つに分けると、脳と脊髄からなる (①) 神経系と、それら以外からなる (②) 神経系で構成されている。脳と脊髄からなる (①) 神経系では、神経細胞体が集合した (③) 質と、それらの間を連絡する線維路である (④) 質がある。

(②) 神経系では、皮膚などからの外的刺激を伝える (⑤) 神経、筋肉への命令を伝える (⑥) 神経、内臓機能を調整している (⑦) 神経がある。

問 2. 下記の説明文の () に入る語句を答えなさい。

ニューロンは、神経系の構造的・機能的単位である。電氣的興奮を高速で伝える (⑧) 伝導を実現する構造として (⑨) がある。隣接するニューロンへ (⑩) という構造を介して神経興奮を伝える。そこでは (⑪) 物質が放出され、(⑩) 後細胞の細胞膜に存在する (⑫) に結合することで情報が伝わる仕組みになっている。(⑫) に結合する自己 (⑬) が作られることで筋力低下をきたす疾患を発症することがある。また、フグ毒で知られる代表的な神経毒である (⑭) は (⑮) 筋の筋力低下をきたし死亡することがある。

問3. 下記の⑯～⑳の各臓器の機能について、ア：交感神経系，イ：副交感神経系，のどちらが担っているか，アまたはイで答えなさい。

(⑯) 光を多く取り入れて遠方が見えるように瞳孔を散大させる。

(⑰) 体温を逃がさないため手足の末梢血管を収縮させる。

(⑱) 乾燥や異物排出のため気管支分泌を促進する。

(⑲) 心臓の収縮頻度と強さを増す。

(⑳) 食物を消化するための消化液分泌を促進する。

問題 4-2

近年、日本は未曾有の高齢化社会を迎えている。高齢化社会において、認知症に対する予防・治療は非常に重要な問題である。2023 年、2024 年にはアルツハイマー病に対する新規薬剤が上市され、実臨床で使用が開始されている。

問 1. 下記の説明文の () に入る語句を答えなさい。

これまで、アルツハイマー病に対しては、脳内での神経伝達物質に関する知見から、(①) 阻害薬と (②) 拮抗薬が治療薬として用いられてきた。

近年上市されたアミロイドカスケード仮説にもとづく新規薬剤は、アミロイドβ 蛋白のうち、毒性の強いオリゴマーと (③) に対する作用や、脳内に沈着したアミロイドβ (④) に対する作用を有する。

しかしながら、この新規薬剤による治療においても、認知機能低下速度を一定程度抑制することが示されたのみで、アルツハイマー病の進行には神経原線維変化として蓄積している (⑤) 蛋白の関与も考えられている。

問題4-3

パーキンソン病は、厚生労働省の定める指定難病の1つである。表情の乏しさ、動作緩慢、手足のふるえなどの症状がみられる。海外の有名なボクシング選手や人気映画俳優が罹患を公表したことで社会的な関心が高まった。

問1. 下記の説明文の（ ）に入る語句を答えなさい。

ヒトの脳内で主にドパミンを産生する細胞は中脳の（ ① ）細胞である。そこで産生されたドパミンは、大脳の（ ② ）体を経て脳のさまざまな部位と連絡を行い、身体の動きを調整している。

パーキンソン病は、（ ③ ）によりドパミン産生が低下することで発症するが、抗精神病薬などのドパミン（ ④ ）を阻害する薬剤の使用で、薬剤性パーキンソン症候群を発症することがある。

2025年4月にNature誌に掲載された、パーキンソン病患者に対する（ ⑤ ）細胞由来ドパミン神経前駆細胞の移植による治療では、運動症状の改善がみられたこと、腫瘍形成がみられなかったことから臨床的有益性と安全性が示された。