

令和 7 年度
石川県立大学 3 年次編入学
入学者選抜学力検査

自然科学
(問題冊子)

令和 6 年 9 月 6 日 (金)

13:00 ~ 14:30 (90 分間)

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. この問題冊子は、表紙を入れて 9 枚あります。解答冊子は、表紙を入れて 14 枚あります。
3. 試験中に、問題冊子や解答冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁、解答冊子の汚れなどに気づいた場合は、静かに手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で、解答冊子のそれぞれの解答欄に記入してください。
5. 監督者の指示に従って、解答冊子の表紙に、受験番号、氏名を正しく記入してください。整理番号欄と得点欄には、何も記入しないでください。
6. 本冊子の中には、生物学、化学、物理学の 3 科目の問題があります。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。ただし、問題をコピーし不特定多数に配布する、インターネット上に公開するなどの行為は著作権侵害になる恐れがありますのでご注意ください。

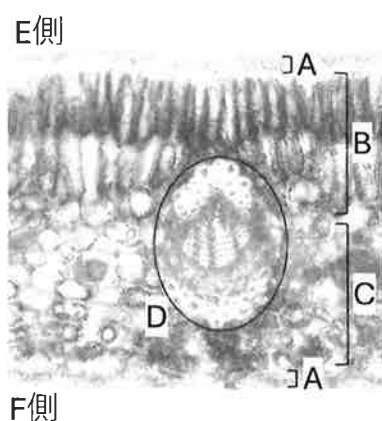
生物学

問題 1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

(配点 35 点)

①植物の葉は様々な組織により構成されている。植物は光合成における CO_2 固定の代謝経路の違いにより、 C_3 植物、 C_4 植物および CAM 植物に分類される。

- (1) 下線部①に関して、下の写真はサザンカの葉の断面を示したものである。A～D の組織名を答えよ。また表側（向軸側）は E 側と F 側のどちらか答えよ。



- (2) C_3 植物の CO_2 固定の代謝経路の特徴について、高温乾燥条件下における光合成に関する内容を含めて、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

カルビン・ベンソン回路、ホスホグリセリン酸、葉肉細胞、 CO_2 濃度

- (3) C_4 植物の CO_2 固定の代謝経路の特徴について、高温乾燥条件下における光合成に関する内容を含めて、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

カルビン・ベンソン回路、リンゴ酸、葉肉細胞、 CO_2 濃度

- (4) CAM 植物の CO_2 固定の代謝経路の特徴について、高温乾燥条件下における光合成に関する内容を含めて、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

カルビン・ベンソン回路、リンゴ酸、葉肉細胞、液胞、気孔

生物学

問題 2 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

(配点 40 点)

有性生殖を行う生物は、次世代を残すために配偶子をつくる。多くの脊椎動物の雌では、卵巣内で卵原細胞が（ア）分裂によって増加して一次卵母細胞となり、その後、（イ）分裂を開始する。一次卵母細胞は、比較的長い時間、第一分裂前期にとどまり、卵黄、リボゾーム、mRNAなどを蓄積して肥大化する。十分に成長すると分裂を再開し、細胞質の大部分を受け継いだ二次卵母細胞と細胞質が極めて少ない第一（ウ）が生じる。第二分裂中期で分裂を停止した二次卵母細胞は、多くの脊椎動物では、（エ）により分裂を再開して、卵と第二（ウ）に分かれる。このように多くの脊椎動物の雌では、①（イ）分裂の2回の分裂により、1個の卵と（オ）個の（ウ）が生じる。

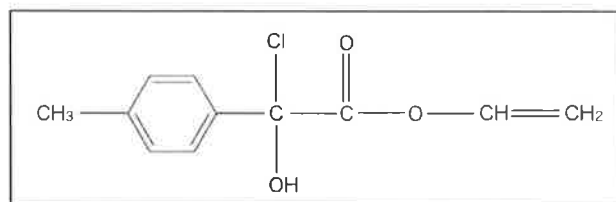
卵は、精子と（エ）すると細胞分裂を始め、発生を開始する。動物の種類によって、卵細胞に蓄えられる卵黄の量および分布が異なり、胚の卵割のしかたも異なる。②カエルの胚は、卵黄が（カ）側に多く、この側の割球が反対側の割球に比べて大きくなる。卵黄の量が少なく、均一に分布するウニの胚では、（キ）細胞期までは各割球の大きさは同程度である。卵黄が非常に多く、細胞質の大部分に分布している鳥類および（ク）類の卵割は、細胞質分裂が不完全な状態で平板状に進行する。

もし受精卵のように、さまざまな種類の細胞に分化し得る細胞があれば、失われた機能を回復させる再生医療にも役立つだろう。そのような細胞の候補に、③ES細胞とiPS細胞がある。

- (1) 文章中の（ア）～（ク）に入る適切な語句または数値を答えよ。
- (2) 下線部①に関連して、細胞の分裂による雄の配偶子の形成について 60 字以内で説明せよ。
- (3) 下線部②について、カエルの場合、第一卵割はどの部位から始まり、どのように起こるか 60 字以内で説明せよ。
- (4) 下線部③について、ES細胞とiPS細胞には、その作製方法に大きな違いがある。それら作製方法の違いについて、あわせて 100 字以内で説明せよ。

化学

問題 1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。なお、計算を含む問の解答は計算過程を明示し、有効数字は 2 桁とせよ。構造式は下図の例に従って答えよ。



(配点 40 点)

タンパク質を構成するほとんどの α -アミノ酸は不斉炭素原子があるので、鏡像異性体が存在する。 α -アミノ酸の鏡像異性体は多くの場合[L 形][D 形]と区別してよばれ、天然に存在するものの多くは L 形である。

鏡像異性体の立体的な配置を表す方法には、*R/S* 表示法もある。*R* 配置と *S* 配置は以下の順位則によって決定する。

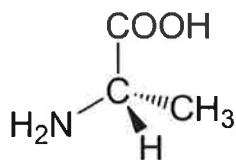
順位則 1 不斉炭素原子に直接結合している四つの原子を見て、原子番号が減少する順に優先順位をつける。最も大きい原子番号を持つ基を 1 位とし、最も小さい原子番号を持つ基を 4 位とする。

順位則 2 置換基の最初の原子の順番で決定できない場合には、最初の差が現れるまで、不斉炭素原子から離れて 2 番目、3 番目、4 番目と比べていく。

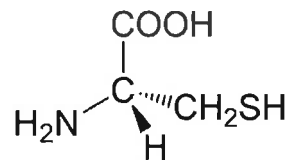
順位則 3 多重結合した原子は同じ数の単結合した原子と等価であるとみなす。

以上の順位則を用いて不斉炭素原子上の四つの置換基の優先順位を決め、次に優先順位が最も低い基が観測者からまっすぐ反対側を指すように、その分子を配置する。残り三つの基の優先順位が低くなる方向に描いた矢印が時計回りであれば、その不斉炭素原子は *R* 配置を持っている。もしその方向が反時計回りであれば、その不斉炭素原子は *S* 配置を持っている。

(1) 下記は L-アラニンと L-システインの構造式である。*R/S* 表示法でこれらの鏡像異性体の立体的な配置を決定して、答えよ。

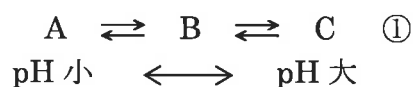


L-アラニン



L-システイン

- (2) タンパク質を構成する α -アミノ酸の中で鏡像異性体が存在しないものもある。その α -アミノ酸の構造式を記し、名称を答えよ。
- (3) (2)の α -アミノ酸に無水酢酸あるいはメタノールを反応させると、どのような化合物が生成されるか。それぞれの反応生成物の構造式を記せ。
- (4) L-アラニンは水溶液中で 3 種類のイオンとして存在し、それらの割合は pH に応じて変化する。L-アラニンの 3 種類のイオンを A、B、C で表すと、それらは式①で示す平衡状態であり、式②と式③で示す 2 段階の電離平衡を伴う。



等電点とは、A、B、C の平衡混合物の電荷の合計が 0 になるときの pH である。このとき A のモル濃度と C のモル濃度が等しくなる。以下の問に答えよ。

- (a) イオン A、B、C の構造式を記せ。
- (b) A、B、C のモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ および水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を用いて、式②と式③の電離定数 K_1 、 K_2 をそれぞれ記せ。
- (c) アラニンの K_1 は $1.0 \times 10^{-2.3} \text{ mol/L}$ 、 K_2 は $1.0 \times 10^{-9.7} \text{ mol/L}$ である。アラニンの等電点を求めよ。

化学

問題 2 次の文章を読み、以下の問に答えよ。ただし、生成エンタルピーは次の表に示す値とする。なお、計算を含む問の解答は計算過程を明示せよ。

(配点 35 点)

物質	化学式	生成エンタルピー [kJ/mol]
二酸化炭素	CO ₂ (気)	-394
水	H ₂ O (液)	-286
グルコース	C ₆ H ₁₂ O ₆ (固)	-1286
乳酸	C ₃ H ₆ O ₃ (固)	-694

酸素が豊富に供給される細胞中では、①グルコースは二酸化炭素と水に完全に酸化される。しかし、筋肉細胞では、激しい運動をおこなったときには酸素が欠乏する。この場合は、②解糖過程によって、グルコースは乳酸に変換される。

- (1) 下線部①の反応式を記せ。
- (2) 下線部①の酸化反応は燃焼ともいう。この反応の燃焼エンタルピー [kJ/mol] を求めよ。
- (3) 下線部①の反応は不可逆反応 (一方向にのみ進み、逆反応が起こらない反応) である。その理由を、次の用語をすべて使って説明せよ。式を用いてもよい。

ギブズエネルギー エンタルピー エントロピー

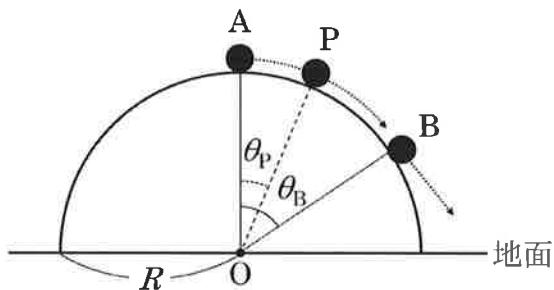
- (4) 乳酸を燃焼したときの反応式を記せ。
- (5) 乳酸を燃焼したときの燃焼エンタルピー [kJ/mol] を求めよ。
- (6) 下線部②の解糖過程の反応エンタルピー [kJ/mol] を求めよ。
- (7) グルコースの完全酸化は、解糖と比較してどのような利点があるか。エネルギーの観点から 50 字程度で説明せよ。

物理学

問題 1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。なお、計算過程を明示して解答すること。

(配点 40 点)

図のような中心 O 、半径 R のなめらかな半円筒が水平な地面に固定されている。その頂点 A から質量 m の小物体を静かにすべらせたところ、 B 点で円筒面を離れた。重力加速度を g として答えよ。



- (1) 小物体が P 点を通過するときの速さ v_P を求めよ。ただし $\angle AOP$ を θ_P とする。
- (2) 小物体が P 点を通過するときの向心力 F_P の大きさを求めよ。
- (3) 小物体が P 点を通過するときの円筒面から受ける垂直抗力 N_P の大きさを求めよ。
- (4) $\angle AOB$ を θ_B とするとき、 $\cos\theta_B$ を求めよ。

物理学

問題 2 以下の問に答えよ。なお、計算過程も含めて有効数字 3 桁で解答すること。また、音速を $V = 340 \text{ m/s}$ とする。

(配点 35 点)

- (1) 図 1 のように、一定の速さ $v_A = 20.0 \text{ m/s}$ で接近したのち遠ざかる車両が発する振動数 $f_A = 864 \text{ Hz}$ の音を、静止した観測者が聞いている。なお、観測時は無風状態とする。以下の問(a)、(b)に答えよ。



図 1

- (a) 車両が接近する際に観測者が聞く音の振動数 f_1 [Hz] の値を求めよ。
 (b) 車両が遠ざかる際に観測者が聞く音の振動数 f_2 [Hz] の値を求めよ。
- (2) 図 2 のように、一定の速さ $v_B = 15.0 \text{ m/s}$ で接近する車両が発する振動数 $f_B = 700 \text{ Hz}$ の音を静止した観測者が聞いている。さらに、車両の方向から一定の速さ $v_W = 25.0 \text{ m/s}$ の非常に強い風が観測者に向かって吹いている。このとき観測者が聞く音の振動数 f_3 [Hz] の値を求めよ。

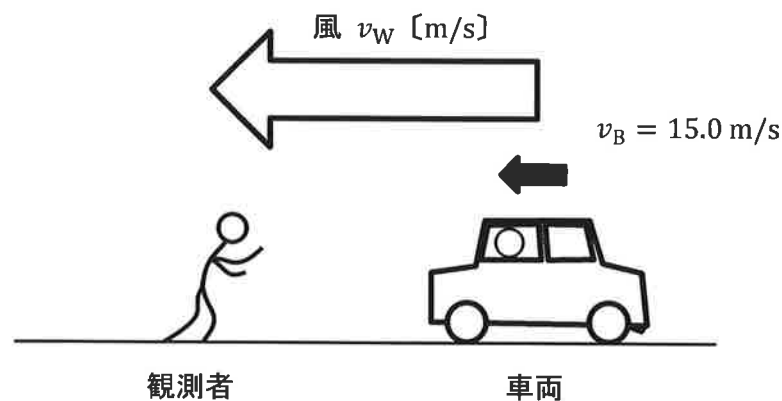


図 2

- (3) 図 3 のように、無風状態で車両と観測者と反射板が一直線上に並び、車両と反射板がそれぞれ $v_c = 15.0 \text{ m/s}$ と $v_p = 5.00 \text{ m/s}$ の速さで矢印の方向に移動している。車両を音源とする振動数 $f_c = 710 \text{ Hz}$ の音が反射板に反射し、静止した観測者に届いている。以下の問(a)、(b)に答えよ。

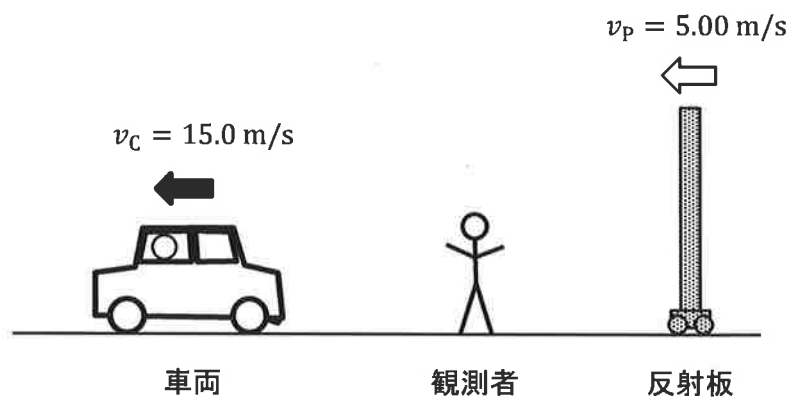


図 3

- (a) 車両から発して反射板で測定した音の振動数 f_4 [Hz] の値を求めよ。
- (b) 反射板で反射した音を観測者が聞くととき、その音の振動数 f_5 [Hz] の値を求めよ。