

平成 18 年(※2006 年実施)自然科学総合問題 (35-894、896-898)

問題 1(物理)※図は「医歯系の物理学」の転載 [www](http://www)

問 1

アキレス腱は、ふくらはぎの筋をかかとの踵骨に連結している。

つま先立ちしているときに、アキレス腱が踵骨に及ぼす力の大きさ  $F_t$  と、脛骨と腓骨とが足に及ぼす力  $F_b$  を効力  $W$  を用いて表せ。

ただし、脛骨より下の足全体を一つの剛体とみなし、図(b)のような剛体モデルで扱う。

ここで、 $W$  は床が足に及ぼす抗力であるが、この大きさは体重に等しく、また  $L_c=11\text{cm}$ 、 $L_d=6.0\text{cm}$ 、 $\sin 7^\circ = 0.12$ 、 $\cos 7^\circ = 0.99$  である。

解答では、用いた計算方法や式等も解答用紙に記すこと。

問 2

図は、手術中の患者の血液流量を測定するのによく用いられている電磁流量計の概念図である。

この装置の原理は、図のように磁束密度ベクトル  $B$ (大きさ  $B$ ) の一様な磁場を血流(流速ベクトル  $U$ (大きさ  $U$ )) の方向に垂直に加え、血液中の正および負のイオンの移動に伴う血管壁両端に発生する電位差を測定することにより、血液の流量を得る装置である。

- 1) 血液中の正イオン(電荷 $+q$ )および負イオン(電荷 $-q$ )が、磁場から受けるローレンツ力の大きさ  $L_+$ 、 $L_-$  は、それぞれいくらか。
- 2) 上記正イオンの受ける力の方向を図のベクトル  $B$ 、ベクトル  $U$  の方向と共に図示せよ。
- 3) (1)、(2)の結果、磁場内に進入した正負イオンの分布は、血管断面内でどのように変化するか述べよ。
- 4) 上記の変化により発生した電場をベクトル  $E$  とすると、正イオンが、この電場により受ける電気力の大きさ  $f$  はいくらか。  
また、その方向を図のベクトル  $B$ 、ベクトル  $U$  の方向と共に図示せよ。
- 5) 平衡状態での、電場の大きさ  $E$  と磁束密度の大きさ  $B$  との関係を表せ。

## 問題 2(化学)

問 1 アルコール、フェノール、エーテル類について正しい記述を全て選べ。

- A) 「第一級(第二級、第三級)アルコール」の「級」はアルキル基の数を反映する。
- B) エーテルは、酸素・水素結合を持つため融点が高い。
- C) フェノールに水酸化ナトリウムを反応させるとフェノキシドイオンが生じる。
- D) エチレングリコールは沸点 10.7°Cの無色ガスである。

問 2 グルコースについて正しい記述を全て選べ。

- A) 生体内で 1 モルの D-グルコースが燃焼されると 6.9kcal のエネルギーが生じる。
- B) D-グルコースの分子式は C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> である。
- C) D-グルコースに無水酢酸を反応させるとヘキササンが生じる。
- D) スクロースは D-グルコースと D-フルクトースからなる二糖類である。

問 3 核酸を構成する分子について正しい記述を全て選べ。

- A) RNA はピリミジン塩基としてウラシルとシトシンを持つ
- B) アデニンはピリミジン塩基、グアニンはプリン塩基である。
- C) ヌクレオシドのリン酸エステルをヌクレオチドという。
- D) 核酸ポリマーはヌクレオチドの 5'位リン酸基と他のヌクレオチドの 3'位水酸基の結合により生じる。

問 4 核酸について正しい記述を全て選べ。

- A) 真核生物の DNA の多くは細胞質に一本鎖として存在する。
- B) tRNA は遺伝情報をゲノム DNA から転写する。
- C) poly(A)+RNA が真核生物の RNA 総量に対して占める割合は 1~4%である。
- D) rRNA はリボソームに存在する。

問 5 次の酸塩基指示薬のうち、変色域が最も塩基側にあるものはどれか。

- A) メチルレッド
- B) ブロムチモールブルー
- C) フェノールレッド
- D) フェノールフタレイン
- E) メチルバイオレット

問 6 タンパク質について正しい記述を以下の中から一つ選べ。

- A) 哺乳動物の酵素はドデシル硫酸ナトリウムなど界面活性剤の存在下に最も強い作用をもたらす。
- B) タンパク質は核酸や糖質と結合することがあるが脂質とは結合しない。

- C) タンパク質の機能発現にはその一次配列と高次構造がともに重要である。
- D) あるゲノム DNA から転写／翻訳されて生成するタンパク質の一次配列は常に同一である。

問 7 次の五種のアミノ酸(Arg, Cys, Gly, Leu, Tyr)について誤った記述を以下の中から一つ選べ。

- A) 側鎖が陽イオンを持つのは Arg である。
- B) 分子内にチオール基を持つのは Cys である。
- C) 最も分子量が小さいのは Gly である。
- D) 側鎖が陰イオンを持つのは Leu である。
- E) 分子内に環状構造を持つのは Tyr である。

問 8 アンモニウムイオン(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)の検出に用いる試薬として適切なものを以下の中から一つ選べ。

- A) 酢酸ウラニル亜鉛
- B) 硝酸銀
- C) チタン黄と水酸化ナトリウム
- D) 水酸化ナトリウムとネスラー試薬

問 9 N-アルキルフタリミドを加水分解すると生成するものを以下の中から一つ選べ。

- A) アンモニア
- B) 第一級アミン
- C) 第二級アミン
- D) 第三級アミン
- E) 芳香族アミン

問 10 脂質について誤った記述を以下の中から一つ選べ。

- A) 生体内で脂質による単位重量あたりのエネルギー発生量は糖質やタンパク質によるそれよりも大きい。
- B) コレステロールエステルはグリセロール骨格を持つ。
- C) スフィンゴシンを骨格とするリン脂質は脳や神経組織に多く含まれる。
- D) 生体に存在する中性脂肪は炭素数 C<sub>12</sub>~C<sub>18</sub> の偶数個の脂肪酸を持つものが多い。
- E) プロスタグランジンはアラキドン酸から生合成され、強い生理活性をもたらす。

### 問題 3(生物)

問 1 以下の文を読み、設問に答えよ。

細胞内部には、細胞内構造の支持、細胞内物質輸送、細胞運動などにかかわる 3 種類の線維状構造物がある。

この線維状構造物の内、直径約 25nm で、最も太いのが(1)である。(1)は(2)という球状タンパク質が重合してできたものである。(1)は細胞内部の小胞輸送にはたらくほか、細胞分裂時には、(3)を形成し染色体を細胞両極へ二分するのに重要な役割を果たす。

3 種類の線維状構造物で最も細いのは、(4)で、直径約 5~7nm である。この線維は、(5)というタンパク質が重合して構成されており、細胞運動に深くかかわる。(A)「骨格筋の細胞には、この線維が特に豊富で、筋収縮は、この線維と(6)線維の滑り込みによっておこる。」

(1)と(4)の中間となる約 10nm の直径をもつ線維構造を中間径線維と総称している。この線維を構成するタンパク質は細胞の種類によって異なるが、おおよそ細胞内構造の支持として働くと考えられている。皮膚の表皮細胞(上皮系細胞)の中間径線維は、(7)というタンパク質からなり細胞間の接着にも関与している。この細胞間接着装置は、(8)と呼ばれる。

- 1) (1)から(8)に適切な語句を入れなさい。
- 2) 3 種類の線維状構造物をまとめて何と言うか。
- 3) 下線部(A)に利用される直接のエネルギー物質は何か。  
また、このエネルギーは、どの分子がどのように利用するか。60 字以内で書きなさい。
- 4) 下記の構造および分子の中で(1)および(4)の線維構造が深く関わるものをそれぞれ 3 つずつ選び、記号で答えなさい。  
A)線毛 B)微絨毛 C)接着帯 D)核 E)リボソーム  
F)ダイニン G)トロポニン H)中心体 I)小胞体 J)コラーゲン