

※選抜は物理・化学・生物から 2 科目選択
学士は化学・生物必須

試験時間 100 分

- 注意事項
- この科目的問題用紙は 11 ページ、解答用紙はマークカード 1 枚である。
 - 問題用紙の表紙の注意事項をよく読み、解答は解答用紙(マークカード)の指定された箇所に記入すること。
 - 各問題の選択肢のうち質問に適した答を 1 つだけ 選びマークすること。1 問に 2 つ以上解答した場合は誤りとする。
 - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。
持ち帰ってはいけない。

【I】 体液の恒常性と腎臓の機能に関する以下の間に答えなさい。

問 1 生物の浸透圧調節および排出物質に関する以下の間に答えなさい。

1. 表 1 は、3 種の水生生物ア、イ、ウの細胞外液中のナトリウムイオンと塩化物イオンの濃度および細胞外液の浸透圧を海水と比較したものである。ア 、イ 、ウ のそれぞれに最も適切な生物を答えなさい。
- (1) アンコウ(海水生の硬骨魚類) (2) ケアシガニ(海水生の無脊椎動物)
(3) サメ(海水生の軟骨魚類)

表 1

	イオン濃度(mg/ml)		浸透圧 (海水を 1000 とした相対値)
	ナトリウムイオン	塩化物イオン	
海水	10.4	18.2	1000
ア	10.4	17.5	1000
イ	5.8	7.7	1000
ウ	3.5	4.2	330

2. 表 1 のア～ウの生物のうち一つでは、細胞外液の浸透圧は、無機塩類とそれ以外の物質 y の両者によって形成されている。y は生物体内でタンパク質などが分解される際に生じる毒性の高い物質 x から合成される毒性の低い物質である。以下の間に答えなさい。

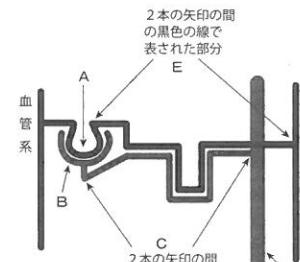
- (1) 下線部の記述に該当する生物として最も適切なものを答えなさい。
- ① ア ② イ ③ ウ
- (2) 成体が尿中に排出する主要な窒素化合物が x である生物 および y である生物 として適切なものをそれぞれ答えなさい。
- A. ウシガエル B. コイ C. ニシキヘビ D. ヒト
 ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ Dのみ ⑤ AとB
 ⑥ AとC ⑦ AとD ⑧ BとC ⑨ BとD ⑩ CとD
3. ウナギは海水と淡水を行き来する。ウナギが海水から淡水に移動した際に起こることとして適切なものを答えなさい。
- A. 糸球体のろ過量が増加する。
 B. えらから排出されるナトリウムイオン量が増加する。
 C. 皮膚から浸透する水の量が増加する。
 D. 口から飲む水の量が増加する。
 E. 尿量が減少する。
 ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ Dのみ ⑤ Eのみ
 ⑥ AとB ⑦ AとC ⑧ AとD ⑨ AとE ⑩ BとC
 ⑪ BとD ⑫ BとE ⑬ CとD ⑭ CとE ⑮ DとE

問 2 ヒトの腎臓に関する以下の間に答えなさい。

1. 腎臓について適切な記述を答えなさい。
- A. ヒトの腎臓は腹腔の背側に左右一対ある。
 B. ヒト成人の腎臓の大きさはソラマメの種子とほぼ同じである。
 C. 細尿管は腎臓とぼうこうをつなぐ管である。
 D. 糸球体には静脈血が流れ込んでいる。
 E. 集合管は腎う(腎盂)へつながっている。
 ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ Dのみ ⑤ Eのみ
 ⑥ AとB ⑦ AとC ⑧ AとD ⑨ AとE ⑩ BとC
 ⑪ BとD ⑫ BとE ⑬ CとD ⑭ CとE ⑮ DとE

2. 図 1 は腎臓の機能単位の模式図である。以下の各部分に相当する適切なものを図をもとにしてそれぞれ答えなさい。

- (1) ポーマン囊 9
 (2) マルビギ小体(腎小体) 10
 (3) ネフロン 11
 ① Aのみ ② Bのみ
 ③ Cのみ ④ Dのみ
 ⑤ Eのみ
 ⑥ AとBを合わせた部分
 ⑦ AとEを合わせた部分
 ⑧ BとCを合わせた部分
 ⑨ CとDを合わせた部分
 ⑩ CとEを合わせた部分
 ⑪ A、B、Cを合わせた部分
 ⑫ B、C、Dを合わせた部分



3. 腎臓の主に集合管に作用して水の再吸収を調節するホルモンについて適切な記述を答えなさい。

- A. 分泌する細胞の細胞体は脳下垂体にある。
 B. 分泌する細胞は軸索を脳下垂体前葉にまで伸ばしている。
 C. 分泌する細胞は軸索を脳下垂体後葉にまで伸ばしている。
 D. 分泌は、放出ホルモンによって制御されている。

E. 分泌量が増えると尿量が増加する。

- ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ Dのみ ⑤ Eのみ
 ⑥ AとB ⑦ AとC ⑧ AとD ⑨ AとE ⑩ BとC
 ⑪ BとD ⑫ BとE ⑬ CとD ⑭ CとE ⑮ DとE

4. 鉱質コレチコイドについて適切な記述を答えなさい。

- A. 副腎髄質から分泌される。
 B. 細尿管の細胞に作用する。
 C. 血圧を下げる作用がある。
 D. 腎臓でのカリウムイオンの再吸収を促進する。
 E. 腎臓でのナトリウムイオンの再吸収を促進する。

- ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ Dのみ ⑤ Eのみ
 ⑥ AとB ⑦ AとC ⑧ AとD ⑨ AとE ⑩ BとC
 ⑪ BとD ⑫ BとE ⑬ CとD ⑭ CとE ⑮ DとE

5. ヒトの血漿中と尿中のナトリウム

イオンおよびイヌリンの濃度を表 2 に示した。なお、イヌリンは静脈中に注射したもので、この物質は細尿管では分泌も再吸収もされない。また、図 2 に血漿中と尿中のグルコース濃度の関係を示した。これらのデータを用いて以下の間に答えなさい。ただし、尿は 1 分間に 1 ml 生成されるものとする。

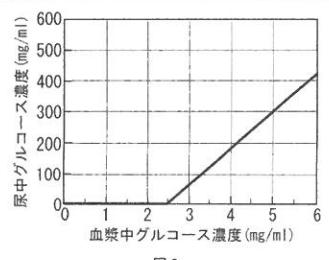
- (1) 原尿中から 1 分間に再吸収されるナトリウムイオンは何 mg か。小数点以下第 1 位まで求め、それぞれの数字を直接マークしなさい。

14 15 16 17 mg

- (2) 腎臓が 1 分間に再吸収することのできるグルコースの最大量(mg)として最も適切な数値を答えなさい。

- ① 125 ② 175 ③ 250 ④ 300
 ⑤ 310 ⑥ 325 ⑦ 375

成 分	血漿中の濃度 (mg/ml)	尿中の濃度 (mg/ml)
ナトリウムイオン	3.00	3.50
イヌリン	0.01	1.20



6. ある人が海水を 500 ml 飲み、このほかに水は摂取しなかった。飲んだ海水中のナトリウムイオンをすべて尿として排出する場合、この人は海水を飲む前と比べて何 ml の水を体内に取り込むことになるか、あるいは排出することになるか、最も近い値を答えなさい。なお、排出する場合にはマイナス(−)の値を答えなさい。ただし、海水のナトリウムイオン濃度は 10.4 mg/ml、このときの尿中のナトリウムイオン濃度は 6.9 mg/ml とする。

19

- ① 150 ② 250 ③ 300 ④ 500 ⑤ 750
 ⑥ -150 ⑦ -250 ⑧ -300 ⑨ -500 ⑩ -750

【II】 神経系と反射に関する以下の間に答えなさい。

問 1 ヒトの神経系の形態と機能に関する以下の文が正しい場合は⑨をマークしなさい。また誤っている場合は、正しい文になるように下線部と入れ替える最も適切な数値または語を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

1. 神経系の形態について答えなさい。

- (1) 視床は中脳に属する。 20
 (2) 運動神経は脊髄皮質を通って下降する。 21
 (3) 脊髄神経は全部で 11 対ある。 22
 (4) 運動神経は大脳で左右が交差する。 23

- ① 21 ② 31 ③ 延髓 ④ 間脳 ⑤ 小脳
 ⑥ 神經節 ⑦ 植物性神経 ⑧ 脊髄 ⑨ 正しい

2. 神経系の機能について答えなさい。

- (1) 瞳孔反射の中枢は小脳である。 24
 (2) 視床は体温調節や浸透圧調節の中枢として働く。 25
 (3) 副交感神経は求心性神経である。 26
 (4) 脊髄を中心とするしつがい腱反射には介在神経が関わる。 27

- ① 運動 ② 感覚 ③ 屈筋 ④ 交感 ⑤ 視床下部
 ⑥ 小脳 ⑦ 大脳 ⑧ 中脳 ⑨ 正しい

問 2 哺乳動物の脊髄反射の実験に関する次の文を読み、以下の間に答えなさい。

実験に用いる脊髄と脊髄神経束、および骨格筋の関係を図 3 に示した。脊髄の背根と腹根から出ている神経細胞束を、脊髄から骨格筋に至る間で互いに引き離し、それぞれ神経細胞束 A と神経細胞束 B とした。これらの神経束に刺激電極 S1 と S2、記録電極 R1 と R2、骨格筋には記録電極 R3 が図 3 に示すように装着し、脊髄反射に関する実験を行った。なお、これらの細胞外に置いた記録電極で測定される波形は、R1 と R2 では興奮とともに神経細胞束の電位変化を示しており、R3 では骨格筋を構成する多数の骨格筋纖維が発生する活動電位が足し合わされたものとして記録される。また、以下の事柄はすでに分かっていることとする。(1) 神経細胞束 A を構成する神経細胞の中で最も低い閾値は 0.1 V、神経細胞束 B を構成する神経細胞の中で最も低い閾値は 0.3 V である。(2) S1 と S2 で同時に刺激した場合、1 本の神経細胞上に互いに逆方向に伝導する 2 つの活動電位が生じ、必ず運動神経細胞上で衝突する。衝突した活動電位はそのどちらも消失する。(3) 1 本の神経細胞が興奮すると、それとシナプスを介してつながった神経細胞および骨格筋纖維は必ず興奮する。

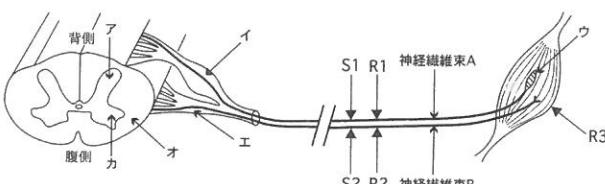


図 3 脊髄反射の実験模式図

1. 骨格筋内にあり、筋伸長を適刺激とする受容器(図 3 のウ)の名称として最も適切なものを答えなさい。 28

- ① 筋小胞体 ② 筋筋膜 ③ ゴルジ体
 ④ コルチ器 ⑤ 反射弓 ⑥ 紡錘体

2. 神経細胞束 A の神経細胞体が存在する最も適切な部位を図 3 のア～カより答えなさい。

29

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

3. 神経細胞束 B の神経細胞体が存在する最も適切な部位を図 3 のア～カより答えなさい。

30

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

4. S1 で神経細胞束 A のみを刺激した場合、R1 で記録された神経細胞束 A の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。

31

5. S2 で神経細胞束 B のみを刺激した場合、R1 で記録された神経細胞束 A の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。

32

6. S2 で神経細胞束 B のみを刺激した場合、R2 で記録された神経細胞束 B の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。

33

7. S2 で神経細胞束 B のみを刺激した場合、R3 で記録された骨格筋の興奮にともなう電位変化の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。

34

8. ある同じ強さの刺激で、S1 と S2 で神経細胞束 A と神経細胞束 B を同時に刺激すると、R3 では図 4 に示すように 2 つの電位変化(M と H)が記録される。刺激の強さを変えると M、H の大きさはそれぞれ変化するものとして、以下の間に答えなさい。

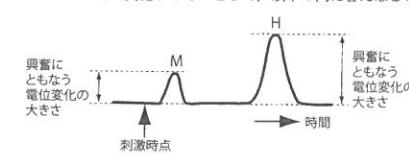


図 4 S1 と S2 で同時に刺激した場合に R3 で記録された骨格筋の興奮にともなう電位変化波形の例

(1) 図 4 の M の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。

35

(2) 図 4 の H の大きさと刺激の強さの関係として最も適切なものを図 5 より答えなさい。

36

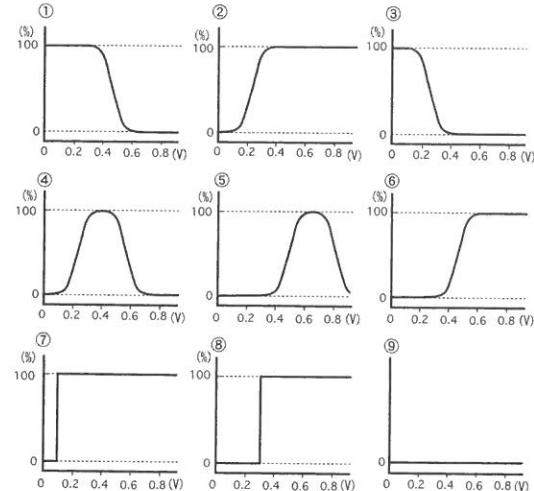


図 5 刺激の強さと興奮にともなう電位変化の大きさとの関係

それぞれの図の横軸は刺激の強さを、①～⑧の縦軸は興奮にともなう電位変化の大きさ(各電位変化における最大値を 100 % とした時の相対値)を表している。
 ⑨では電位の変化はない。

