

Đáp án của Đề thi HK 172

Môn: Điện tử Y sinh học – Mã MH: 402034

Ngày thi: 31/05/2018 – Thời gian làm bài: 90 phút

(SV KHÔNG được sử dụng tài liệu, ĐTDĐ, Laptop và máy tính bảng)

Câu 1: (2 đ)

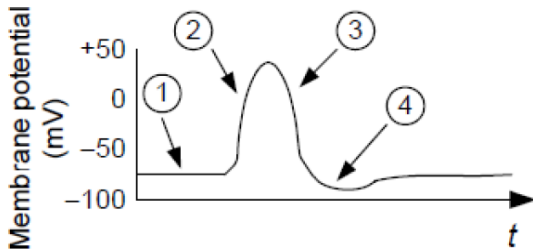
- (0.5 đ) Làm thế nào các ion có thể vận chuyển được qua màng tế bào?
- (0.5 đ) Vẽ dạng sóng điện thế tác động và giải thích các giai đoạn trong dạng sóng đó?
- (0.5 đ) Điện thế cân bằng là gì? Phương trình GHK?
- (0.5 đ) Cung phản xạ là gì? Liệt kê tên của các thành phần của cung phản xạ.

BG.

a) (0.5 đ) Các ion có thể được vận chuyển qua màng tế bào bằng các kênh protein:

- Các kênh thụ động: Màng cho thẩm thấu có chọn lọc với một số ion.
- Kênh tích cực: Bơm sodium-potassium (Na-K)

b) (0.5 đ) Dạng sóng điện thế tác động và các giai đoạn trong dạng sóng đó:



Các giai đoạn:

1. Nghỉ (phân cực)
2. Khử phân cực
3. Tái phân cực
4. Giảm lố

c) (0.5 đ)

- Điện thế cân bằng là điện thế (nghỉ) xuyên màng tế bào cân bằng (khi dòng qua màng tế bào là không).
- Phương trình GHK: Công thức chính xác hơn của điện thế cân bằng với giả thiết có điện trường không đổi qua màng tế bào:

$$E = \frac{RT}{F} \ln \left\{ \frac{P_K [K]_o + P_{Na} [Na]_o + P_{Cl} [Cl]_i}{P_K [K]_i + P_{Na} [Na]_i + P_{Cl} [Cl]_o} \right\}$$

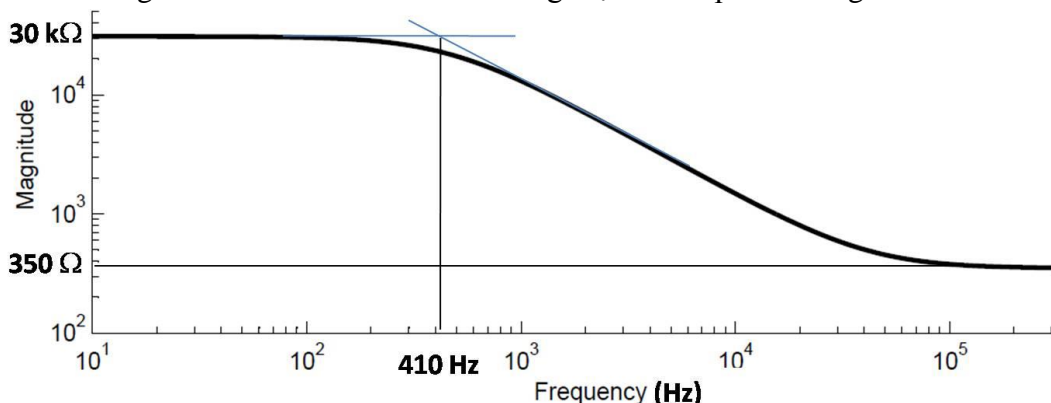
với n là hóa trị của K, $[K]_i$ là nồng độ nội bào của K^+ , $[K]_o$ là nồng độ ngoại bào của K^+ , (tính theo mole/litre), R là hằng số khí vạn năng, T là nhiệt độ Kelvin, F là hằng số Faraday, và P_M là hệ số thẩm thấu của màng tế bào đối với ion M..

d) (0.5 đ)

- Cung phản xạ là con đường dẫn truyền xung thần kinh từ cơ quan thụ cảm đến cơ quan phản ứng, cho thấy tổ chức vận hành của hệ thần kinh cột sống.
- Các thành phần của cung phản xạ là: Cơ quan thụ cảm (giác quan), Thần kinh cảm giác, Hệ thần kinh trung ương (CNS), Thần kinh vận động, và Cơ quan phản ứng (cơ)

Câu 2: (2 đ)

- (0.5 đ) Điện thế nửa tế bào (HCP) là gì? Điện thế nửa tế bào chuẩn E^0 ?
- (0.5 đ) Thế nào là điện cực không [thế] phân cực hóa hoàn hảo? Cho thí dụ.
- (1 đ) Vẽ mô hình điện của điện cực điện thế sinh học và tính các giá trị điện trở và tụ trong mô hình này.
Giả sử độ lớn của tổng trở Z là hàm theo tần số ở dòng điện rất thấp như trong hình sau:



BG.

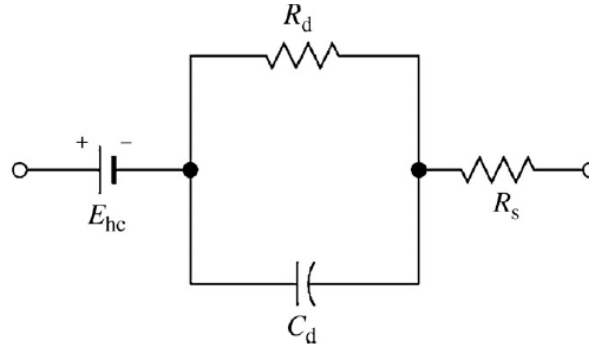
a) (0.5 đ)

- Điện thế nửa tế bào là hiệu điện thế giữa điện cực và điện giải hay dung dịch.
- Điện thế nửa tế bào chuẩn E^0 là điện thế với dung dịch nồng độ 1 M ở 25°C khi không có dòng điện chạy qua giao tiếp.

b) (0.5 đ) Điện cực không [thể] phân cực hóa hoàn hảo là những điện cực mà dòng điện đi tự do qua giao tiếp điện cực-điện giải không cần năng lượng để thực hiện chuyển tiếp. Như vậy không có các quá điện thế với các điện cực loại này. Điện cực này thường được dùng để ghi nhận tín hiệu điện thế sinh học. TD: Điện cực Ag/AgCl có đặc tính gần với loại điện cực không phân cực hóa hoàn hảo.

c) (1 đ)

➤ (0.25 đ) Mô hình điện của điện cực điện thế sinh học tiếp xúc với chất điện giải



Với E_{hc} là điện thế nửa tế bào, R_d và C_d biểu diễn tổng trở có được từ giao tiếp điện cực-chất điện giải và các hiệu ứng phân cực hóa và R_s là điện trở nối tiếp biểu diễn các hiệu ứng giao tiếp và điện trở của chất điện giải.

➤ (0.75 đ) Theo mô hình mạch tương đương và đường cong biên độ tổng trở Z , ta có

- $|Z|$ ở DC ($f = 0$) = $R_d + R_s = 30 \text{ k}\Omega$
- $|Z|$ ($f = \infty$) = $R_s = 350 \Omega$
- Tần số cắt $f = 1/(2\pi R_d C_d) = 410 \text{ Hz}$

Suy ra:

$$R_s = 350 \Omega = 0.35 \text{ k}\Omega \quad (0.25 \text{ đ})$$

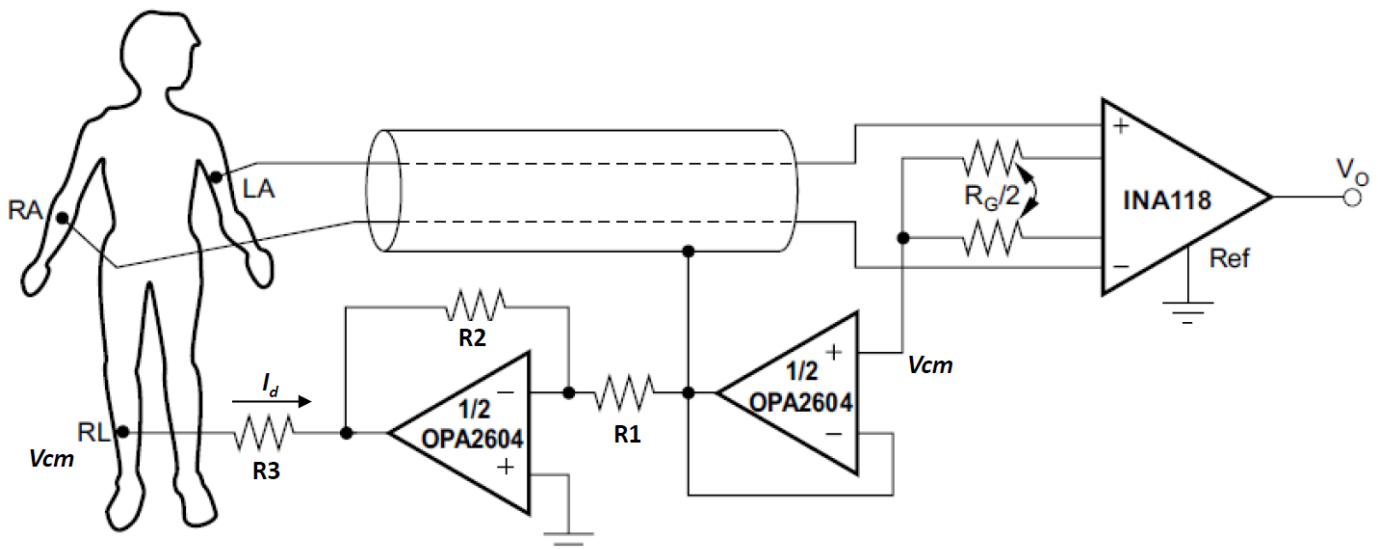
$$R_d = 30 \text{ k}\Omega - R_s = 29.65 \text{ k}\Omega \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$C_d = 1 / (2\pi \times 29650 \Omega \times 410 \text{ Hz}) \approx 1.31 \times 10^{-8} \text{ F} = 13.1 \text{ nF} \quad (0.25 \text{ đ})$$

Câu 3: (2 đ)

a) (0.5 đ) Dùng tam giác Einthoven để viết các biểu thức của điện áp đạo trình (lead voltage) V_R , V_L , V_F , aV_R , aV_L , và aV_F theo các điện thế tại các điện cực RA , LA , và LL .

b) (1.5 đ) Xét mạch khuếch đại ECG dùng IC KĐ đo lường INA118 (có độ lợi $G = 1 + 50\text{k}\Omega/R_G$, trong hình này R_G được tạo từ 2 điện trở $R_G/2$) với mạch lái chân phải (DRL) như sau:



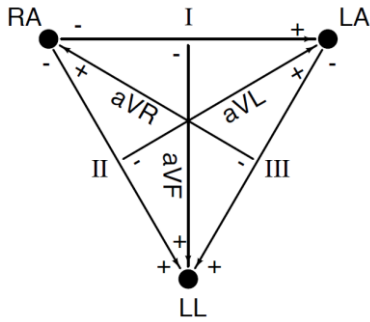
(i) (0.5 đ) Hãy tìm giá trị của R_G để $V_o = 31(LA - RA)$.

(ii) (0.5 đ) Suy ra biểu thức cho V_{cm} theo dòng dịch I_d và các điện trở R_1 , R_2 , và R_3 .

(iii) (0.5 đ) Chọn $R_2 = 120 \text{ k}\Omega$, ta nên dùng R_1 bằng bao nhiêu để giảm nhiễu cách chung xuống 121 lần?

BG.

a) (0.5 đ)



Theo tam giác Eithoven, ta có

$VR = RA - WCT$ (với $WCT = (RA + LA + LL)/3 = \text{trọng tâm tam giác}$)

$VL = LA - WCT$

$VF = LL - WCT$

$aVR = RA - 0.5(LL + LA)$

$aVL = LA - 0.5(LL + RA)$

$aVF = LL - 0.5(RA + LA)$

b) (1.5 đ)

- (0.5 đ) Tìm giá trị của R_G để $V_o = 31(LA - RA)$;

Ta có:

$$V_o = 31(LA - RA) \Rightarrow G = 31 = 1 + 50\text{k}\Omega/R_G \Rightarrow R_G = 50\text{k}\Omega/30 = 1.6667 \text{ k}\Omega \approx 1667 \Omega$$

- (0.5 đ) Biểu thức của V_{cm} theo dòng dịch I_d và các điện trở R_1 , R_2 , và R_3 :

Gọi V_1 là điện thế tại đầu ra opamp nối với R_3 , theo mạch trên ta có:

$$V_{cm} = R_3 I_d + V_1$$

Ngoài ra, opamp nối với R_3 có dạng mạch KĐ đảo:

$$V_1 = -V_{cm} R_2 / R_1$$

Thay biểu thức của V_1 vào biểu thức của V_{cm} , ta có

$$V_{cm} = R_3 I_d - V_{cm} R_2 / R_1$$

Suy ra:

$$V_{cm} = R_3 I_d / (1 + R_2 / R_1)$$

- (0.5 đ) Cho trước $R_2 = 120 \text{ k}\Omega$, tìm R_1 để nhiễu cách chung giảm 121 lần.

Theo biểu thức của V_{cm} , ta thấy hệ số làm giảm nhiễu cách chung là $1 + R_2 / R_1$

Suy ra:

$$121 = 1 + R_2 / R_1 \Rightarrow R_1 = R_2 / 120 = 120 \text{ k}\Omega / 120 = 1 \text{ k}\Omega$$

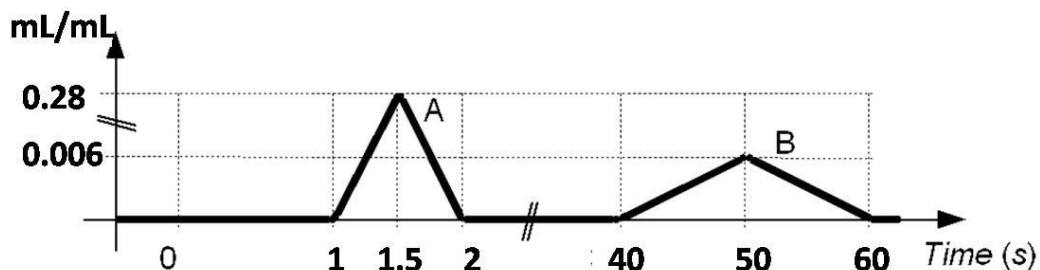
Như vậy: $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$

Câu 4: (2 đ)

a) (0.5 đ) Mô tả ngắn gọn phương pháp thính chẩn dùng để đo gián tiếp huyết áp?

b) (0.5 đ) Mô tả tóm tắt nguyên tắc đo của máy đo lưu lượng máu kiểu điện từ và đối lưu nhiệt?

c) (1 đ) Trong 1 hệ pha loãng chất chỉ thị, người ta bơm nhanh 14 mL chất chỉ thị lỏng vào động mạch phổi (thời điểm Time = 0) và nồng độ chất chỉ thị (có đơn vị là mL chất chỉ thị/mL máu) được đo ở đầu ra của tâm thất trái (left ventricle output). Đồ thị trong hình sau cho thấy nồng độ đo được. Tính giá trị trung bình của lưu lượng máu ra của tim CO (L/min) và tính phần trăm thuốc nhuộm (chất chỉ thị) đã được hấp thu vào hệ thống trong quá trình một chu kỳ tuần hoàn?



BG.

a) (0.5 đ) Phương pháp thính chẩn đo gián tiếp huyết áp: Phương pháp thính chẩn phổ biến nhất sử dụng một cột thủy ngân, một băng quấn bơm được, và ống nghe. Ống nghe được đặt trên mạch máu để nghe âm thanh Korotkoff, để cả huyết áp tâm thu (SP hay P_s) và huyết áp tâm trương (DP hay P_D). Những âm thanh Korotkoff chủ yếu được tạo ra bởi truyền sóng xung thông qua động mạch cánh tay. Các Korotkoff âm thanh bao gồm năm giai đoạn riêng biệt. Sự khởi đầu của âm thanh Korotkoff giai đoạn I (xuất hiện âm thanh đầu tiên rõ ràng) biểu hiện SP và sự khởi đầu của âm thanh Korotkoff giai đoạn V (âm thanh biến mất hoàn toàn) thường định nghĩa là DP.

b) (0.5 đ)

Máy đo lưu lượng máu kiểu	Nguyên tắc đo
Điện từ	Cảm ứng điện từ: Khi lưu lượng máu đi qua từ trường sức điện động cảm ứng sẽ xuất hiện ở 2 đầu điện cực.
Đổi lưu nhiệt	Tốc độ làm mát của cảm biến (được làm nóng) tỉ lệ với lưu lượng máu. Nguyên tắc này dùng để đo vận tốc máu.

c) (1 đ)

- (0.5 đ) Tính CO – Ta có công thức

$$CO = \frac{m}{\int C dt}$$

Với m là thể tích của chất chỉ thị lòng và C là nồng độ

Theo đề bài thì $m = 14 \text{ mL}$ và

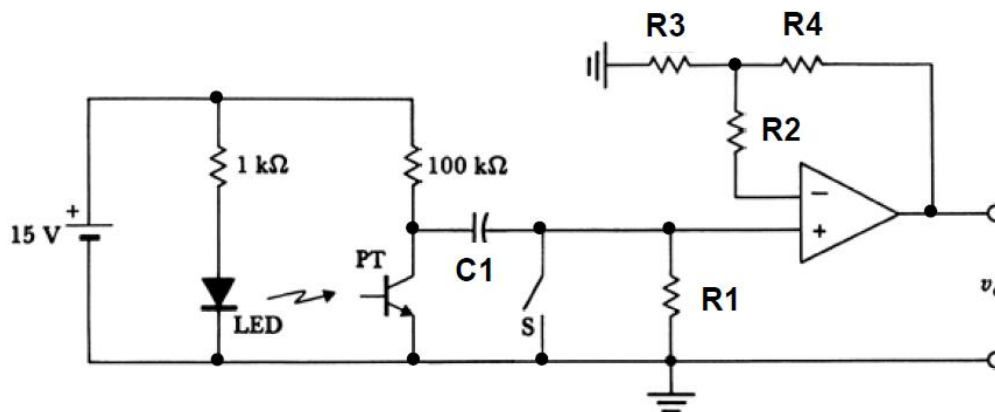
$$\int C dt = A_A = \text{diện tích tam giác ở vùng A} = 0.5 \times 0.28 \times (2 - 1) = 0.14 \text{ s.}$$

Suy ra $CO = 14 \text{ mL} / 0.14 \text{ s} = 100 \text{ mL/s} = 100 \text{ mL} \times 60/60\text{s} = \underline{6 \text{ L/min}}$

- (0.5 đ) Tính % thuốc nhuộm đã được hấp thu vào hệ thống trong quá trình một chu kỳ tuần hoàn: Lượng thuốc nhuộm còn lại sau 1 chu kỳ là diện tích ở vùng B: $A_B = 0.5 \times 0.006 \times (60 - 40) = 0.06 \text{ s}$
Phần trăm thuốc nhuộm đã được hấp thu vào hệ thống trong quá trình một chu kỳ tuần hoàn là $100\% \times (A_A - A_B)/A_A = 100\% \times (0.14 - 0.06)/0.14 = \underline{57.14 \%}$

Câu 5: (2 đ)

Xét mạch sau:



- (0.5 đ) Mạch này dùng để làm gì?
- (0.25 đ) Muốn cho bộ lọc trong mạch có tần số cắt là 0.5Hz, nếu chọn $C1 = 0.5 \mu\text{F}$ hãy tìm giá trị của $R1$?
- (0.25 đ) Độ lợi của mạch khuếch đại cần là 21. Hãy tìm giá trị của $R4$ nếu $R3 = 10 \text{ k}\Omega$?
- (0.5 đ) Tính $R2$. Khi nào thì có thể nối tắt $R2$ (không dùng điện trở này)?
- (0.5 đ) Muốn có tần số cắt trên là 110 Hz thì cần gắn thêm tụ $C2$ vào mạch, gắn tụ này vào vị trí nào (có thể nối tiếp hoặc song song linh kiện có sẵn) và giá trị là bao nhiêu?

BG.

- (0.5 đ) Mạch này dùng để đo nhịp tim nếu không thể sử dụng ECG, nó cũng được dùng để đo nồng độ Oxy trong máu.

- (0.25 đ) Mạch lọc thông cao có tần số cắt là $f_c = 1/(2\pi C_1 R_1) = 0.5\text{Hz}$ dùng để loại trừ thành phần DC của tín hiệu tới. Suy ra:

$$R1 = 1/(2\pi f_c C_1) = 1/(2\pi \times 0.5 \times 0.5 \times 10^{-6}) = 6.3662 \times 10^5 \Omega = 636.620 \text{ k}\Omega \Rightarrow \underline{R1 = 636.62 \text{ k}\Omega}$$

- (0.25 đ) Ta có: $A_v = 1 + R4/R3 = 21 \Rightarrow R4 = 20R3 = 20 \times 10 \text{ k}\Omega = 200 \text{ k}\Omega \Rightarrow \underline{R4 = 200 \text{ k}\Omega}$

- (0.5 đ) $R2 = R1 - R3/R4 = 636.62 \text{ k}\Omega - 9.52 \text{ k}\Omega = 627.1 \text{ k}\Omega \Rightarrow \underline{R2 = 627.1 \text{ k}\Omega}$

Ta có thể nối tắt $R2$ khi dùng opamp có ngõ vào là MOSFET.

- (0.5 đ) Muốn có tần số cắt trên là 110 Hz thì cần gắn tụ $C2$ song song với $R4$ (thêm chức năng lọc thông thấp), khi đó

$$110 = 1/(2\pi R4 C2) \Rightarrow C2 = 1/(220\pi \times 2 \times 10^5) \approx 7.23 \times 10^{-9} = 7.23 \text{ nF} \Rightarrow \underline{C2 = 7.23 \text{ nF}}$$

GV soạn đề và đáp án: Hồ Trung Mỹ