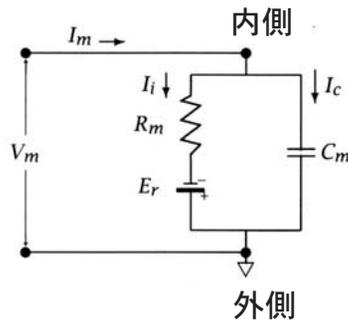


番号

氏名

問1 下図は、興奮性膜の等価回路である。静止膜電位が $-E_r$ ($E_r > 0$) の時、一定の外向き電流 I_m が流れた。膜電位 V_m の変化を求めたい。以下の問いに答えなさい。



(1) V_m の変化を求めるため、以下の2つの式の他にもう1式（キルヒホッフの第2法則から成立する式）を解答欄に記入しなさい。

$$I_m = I_i + I_c$$

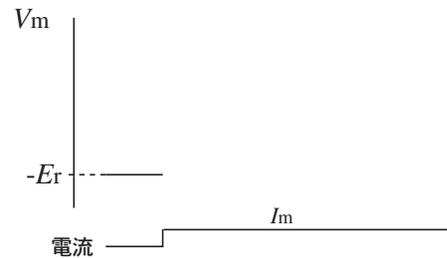
$$I_c = C_m \frac{dV_m}{dt}$$

解答欄

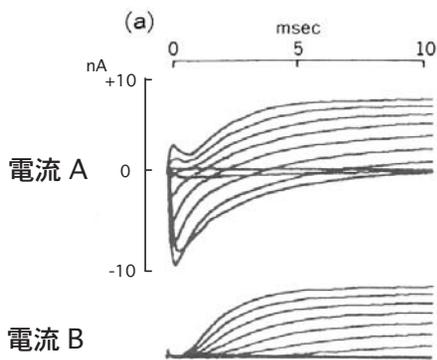
(2) (1) の3つの式より、 I_i と I_c を消去し、 V_m を求め、解答欄にその式を記入しなさい。ただし、時定数 τ を含めて記述すること。

解答欄

(3) 外向き電流 I_m が流れた時、 V_m は静止膜電位 $-E_r$ からどのように変化するか？ 横軸を時間軸として、右のグラフに「実線」で記入しなさい。補助線（漸近線）も書き込むこと。また、時定数 τ が大きくなったとき、グラフはどのようになるか？ 対比させて「点線」で記入しなさい。



問2 神経細胞から電位固定記録を行い、 -60 mV から $+75$ mV までステップパルスを与え、下図の電流 A を記録した（下向きが、内向き電流）。以下の文章の空欄にあてはまる語句または数値を解答欄に記入し、さらに下の問いに答えなさい。



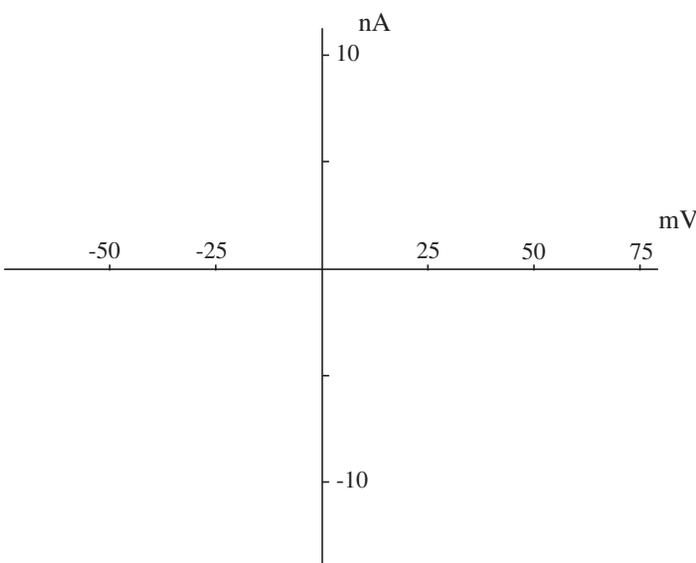
フグ毒として知られる (a) を細胞外液に $0.3 \mu\text{M}$ 加えて、同様のステップパルスを与えると電流 B を記録した。電流 A から電流 B を差し引くと電流 C を得る（ただし、ここでは図示されていない）。電流 C は、一過性の電流で、 -50 mV 付近から発生し、 -25 mV で -10 nA の最大の電流を起こした。この電流 C は、(a) によりブロックされた電流、すなわち (b) 電流である。

(b) イオンの平衡電位は、Nernst の式から (c) mV である（計算には、下の枠内の数値を使って、小数点第1位まで求めよ）。電流 C のピーク値（一過性電流のピーク値）を電位に対してプロットすると $I-V$ カーブを得る。このカーブは、(b) の平衡電位付近で x 軸（電位の軸）と交叉する。細胞外の (b) イオンの濃度を下げて同様の実験を行うと、この交叉部位は、グラフ上で (d) ヘシフトする。

(問い) 電流 C のピーク値の $I-V$ カーブを左下に書き込みなさい（電流 A と B、および上記の文章を参考にして、おおよその形を推察する）。

解答欄

a	b
c	d



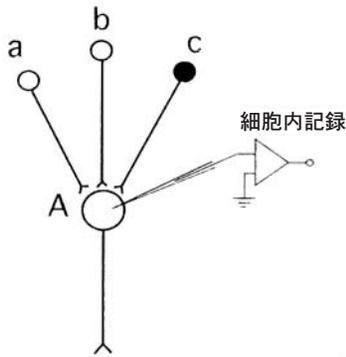
(参考にする数値)

イオン濃度 (mM)		$\frac{RT}{F} = +26.6$ mV	
	Na ⁺	K ⁺	
細胞外	140	5	$\ln(0.036) = -3.3$
細胞内	14	140	$\ln(10) = +2.3$
			$\ln(0.1) = -2.3$
			$\ln(28) = +3.3$

番号

氏名

問3 下図の神経回路において、シナプス伝達の「加重」と「抑制」を考える。ニューロン a と b は興奮性ニューロン、ニューロン c は抑制性ニューロンである。(i) ニューロン a が単独で興奮した場合、(ii) ニューロン a と b がほぼ同時に興奮した場合、(iii) ニューロン a と b の興奮に先行してニューロン c が興奮した場合、それぞれのニューロン A の膜電位変化を図示しなさい。ただし、静止膜電位は適当に設定し、シナプス伝達の「加重」と「抑制」を説明できるように、それぞれを比較して図示すること。また、(iii) の場合に起こる膜電位変化について説明しなさい。



(iii) の説明

問4 骨格筋の細胞内 Ca^{2+} 濃度が上昇した後、どのような過程を経て、myosin のhead とactin が結合するのか？ 具体的に説明しなさい。

解答欄

問5 以下の文章の空欄に適する語句を 解答欄に記入しなさい。

解答欄

骨格筋の収縮について

- (1) 神経筋接合部で発生した活動電位は、(A) を経て細胞深部へ波及する。
- (2) (B) は、Foot構造の一部で、(A) 上に存在する電位センサーである。

痛覚について

- (1) 無髄の C 線維の伝導速度は、(C) 以下である。(数値と単位を記入する。)
- (2) (D) は、43℃以上の侵害熱刺激で活性化するカチオンチャネルである。
- (3) NSAIDs は、痛み増強物質である (E) の合成を阻害する。

(A)
(B)
(C)
(D)
(E)