

2025年1月29日実施

兵庫医科大学〈物理〉



電気抵抗の理論

〔問2〕 次の各問いに答えよ。解答は解答欄に記すこと。

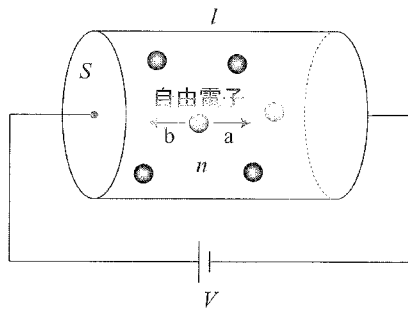


図2

(1) 一様な導体中の電気伝導について、次の文の空欄にあてはまる適切な式、語句または記号を答えよ。②、④、⑤については、図2の中で示すaまたはbの記号で答えよ。

図2のように、断面積 S 、長さ l の円柱形の導体の両端に、直流電圧 V を加えた。このとき、導体には大きさ①の一様な電場が生じる。導体内を移動する電気量 $-e$ の自由電子は、電場から②の向きに大きさ③の力を受けて加速される。自由電子は、導体中の熱振動する陽イオンとの衝突によって④の向きの力を受けて減速し、平均すると一定の速さで⑤の向きに移動する。陽イオンとの衝突による抵抗力は自由電子の速さに比例すると仮定し、その比例定数を k とする。この抵抗力が自由電子が電場から受ける力と等しいとすると、自由電子の速さは⑥となる。導体中で、単位体積あたりの自由電子の個数を n とすると、導体の断面積 S の断面積を単位時間あたりに通過する電子数は⑦個となる。したがって、電流の大きさ⑧で与えられる。この式から導体の電気抵抗は⑨となる。導体材料と温度が決まると、 k と n は一定とみなせるので、電気抵抗は⑩に比例し、⑪に反比例する。この比例定数を ρ とすると、 ρ は⑫のように求まる。この ρ を⑬といい、国際単位系および抵抗の単位 Ω を用いると、 ρ の単位は、⑭となる。

図が同じ！

【メビオ 兵庫医科大学模試】より 2024年7月14日実施

〔問4〕 金属内の自由電子の運動を考える。電気素量を e [C]として、次の各問いに答えよ。導出過程も簡潔にまとめて記し、解答は解答欄に記すこと。

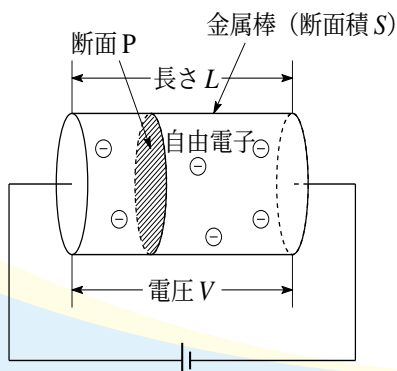


図4

I. 図4のような断面積 S [m²]、長さ L [m]の金属棒の両端に電圧 V [V]を加えた。

(1) このとき、金属棒の内部には一様な電場が生じる。この電場により金属棒中の自由電子が受ける力の大きさを求めよ。

II. 自由電子は金属内部の一様な電場により加速される。このとき自由電子は金属中で熱振動している金属イオンに衝突しながら運動する。このように自由電子は加速と減速を繰り返し、金属中の自由電子全体としては、電場と逆向きに一定の速さで移動している。このことは、自由電子が電場から受ける力に釣り合う一種の抵抗力を受けたためとみることができる。この抵抗力は自由電子の平均の速さに比例すると仮定し、その比例定数を k [N·s/m]とする。

(2) 自由電子の平均の速さを求めよ。

(3) 図4に示す金属棒に垂直な断面P (断面積 S)を1秒間あたりに通過する自由電子の数を求めよ。ただし、単位体積あたりの自由電子の数を n [個/m³]とする。

(4) 電流の大きさを求めよ。

(5) 金属棒の抵抗率を求めよ。

コメント

「ズバリのち中！」兵庫医科大学模試の問題が本試験に登場！
 2024年7月14日に実施した兵庫医科大学模試で出題した電気抵抗の理論に関する問題が、2025年度の兵庫医科大学一般入試の大問2でほぼそのまま出題されました。図や問題設定、使用されている記号、結論まで一致しており、模試を受験した生徒にとって大きなアドバンテージとなったことは間違いありません！

試験直前に演習！

※試験問題、模試問題とも掲載用にレイアウトを多少変更しています