解答速報

近畿大学医学部（前期）　物理

2024年1月28日実施

I

$\boxed{1}$	$\dfrac{V}{L_x}$	$\boxed{\text{ア}}$	負	$\boxed{\text{イ}}$	負
$\boxed{2}$	$nL_xL_yL_z$	$\boxed{3}$	m	$\boxed{4}$	$\dfrac{m\Delta t}{T}$
$\boxed{5}$	$\dfrac{m}{T}$	$\boxed{6}$	$\dfrac{qVT}{mL_x}$	$\boxed{7}$	Δt
$\boxed{8}$	$nqL_yL_z\Delta t$	$\boxed{9}$	nqL_yL_z	$\boxed{10}$	$\dfrac{mL_x}{nq^2TL_yL_z}$
$\boxed{11}$	$\dfrac{m}{nq^2T}$	$\boxed{\text{あ}}$	7×10^{-12}	$\boxed{12}$	$\dfrac{m\Delta t}{T}$
$\boxed{13}$	$\dfrac{m}{T}$	$\boxed{\text{ウ}}$	正	$\boxed{\text{エ}}$	負
$\boxed{14}$	$\dfrac{IB}{nL_yL_z}$	$\boxed{15}$	$\dfrac{IB}{nqL_yL_z}$	$\boxed{16}$	$\dfrac{L_yTqB}{mL_x}$

解説

$\boxed{1}$ 一様な電場と電位差，距離の関係より $\boldsymbol{\dfrac{V}{L_x}}$

$\boxed{\text{ア}}$ 電場の向きと電流の向きが一致することに注意して，**負**

$\boxed{\text{イ}}$ $\boxed{\text{ア}}$ に同じ．**負**

$\boxed{2}$ n は単位体積あたりのキャリアの個数だから，$N = \boldsymbol{nL_xL_yL_z}$

$\boxed{3}$ キャリア 1 個の平均の運動量の x 成分の大きさは $m\bar{v}$ なので，求める値は $N\times m\bar{v} = N\bar{v}\times\boldsymbol{m}$

$\boxed{4}$ $\boxed{3}$ と同様にして，$N\times\dfrac{\Delta t}{T}\times m\bar{v} = N\bar{v}\times\boldsymbol{\dfrac{m\Delta t}{T}}$

$\boxed{5}$ 単位時間あたりの力積の大きさが力の大きさに等しいことより，求める量は $\boxed{4}$ を Δt で割った量に等しい．$N\bar{v}\times\boldsymbol{\dfrac{m}{T}}$

$\boxed{6}$ $\boxed{1}$ と $\boxed{5}$ より

$$Nq\frac{V}{L_x} = N\bar{v}\times\boldsymbol{\frac{m}{T}}$$

であるから，$\bar{v} = \boldsymbol{\dfrac{qVT}{mL_x}}\cdots(1)$

$\boxed{7}$ Δt の間にキャリアは x 軸方向に平均して $\bar{v}\times\boldsymbol{\Delta t}$ だけ進む．

$\boxed{8}$ 断面を通過するキャリアの数と，キャリア 1 個の電気量の大きさの積を求めればよい．$\bar{v}\times\boldsymbol{nqL_yL_z\Delta t}$

$\boxed{9}$ $\boxed{8}$ を Δt で割ればよい．$I = \bar{v}\times\boldsymbol{nqL_yL_z}\cdots(2)$

$\boxed{10}$ 式 (1) $\bar{v} = \dfrac{qVT}{mL_x}$ と式 (2) $I = \bar{v}\times nqL_yL_z$ から $\bar{v}$ を消去すればよい．$V = I\times\boldsymbol{\dfrac{mL_x}{nq^2TL_yL_z}}$

$\boxed{11}$ $\boxed{10}$ は電気抵抗を意味するので，電気抵抗と抵抗率の関係より

$$\rho = \boxed{10}\times\frac{L_yL_z}{L_x} = \boldsymbol{\frac{m}{nq^2T}}$$

$\boxed{\text{あ}}$ $T = \dfrac{m}{\rho nq^2}$ に各数値を代入して計算することにより，$T = 7.1\ldots\times10^{-12} \fallingdotseq \boldsymbol{7\times10^{-12}}$

$\boxed{12}$ 抵抗力の大きさとキャリアの移動距離の積を求めればよい．

$$N\bar{v} \times \frac{m}{T} \times \bar{v}\Delta t = N\bar{v}^2 \times \boldsymbol{\frac{m\Delta t}{T}}$$

$\boxed{13}$ 抵抗力のする単位時間あたりの仕事を求めればよい．$N\bar{v}^2 \times \boldsymbol{\frac{m}{T}}$

$\boxed{ウ}$ y 軸の正の向きの側に電子がたまるので，**正**

$\boxed{エ}$ y 軸の正の向きの側に正孔がたまるので，**負**

$\boxed{14}$ 磁束密度の大きさが B である磁場中を，大きさ I の電流が磁場に垂直に流れるので，電流には大きさ IBL_x の力がはたらく．この力の大きさを全キャリアの個数 $\boxed{2}$ で割ればよい．$\boldsymbol{\frac{IB}{nL_yL_z}}$

$\boxed{15}$ 求める電場の大きさを E' とおくと $qE' = \frac{IB}{nL_yL_z}$ が成り立つので，$E' = \boldsymbol{\frac{IB}{nqL_yL_z}}$

$\boxed{16}$ 一様な電場と電位差，距離の関係より $V_y = E'L_y$ が成り立つことと $\boxed{10}$ より，$V_y = \boldsymbol{\frac{L_yTqB}{mL_x}} \times V$

＜次頁につづく＞

II

$\boxed{1}$ $\dfrac{VT}{2}$	$\boxed{2}$ $\dfrac{VT}{2}$
$\boxed{3}$ $\dfrac{3VT}{2}$	$\boxed{4}$ $\dfrac{VT}{2v}$
$\boxed{5}$ $\dfrac{V}{V-v}T$	$\boxed{6}$ $\dfrac{V}{V+v}T$
$\boxed{7}$ $\sqrt{V^2-w^2}$	$\boxed{8}$ $\dfrac{\sqrt{V^2-w^2}\cdot T}{2}$
$\boxed{9}$ $w\sin\theta+\sqrt{V^2-w^2\cos^2\theta}$	$\boxed{10}$ $w\sin\phi+\sqrt{V^2-w^2\cos^2\phi}$

解説

水面上のある点と波源 S_1 からの距離を l_1，同じ点の波源 S_2 からの距離を l_2 とし，l_1-l_2 の値を「経路差」とする．

$\boxed{1}$ 円形波の波長 $\lambda=VT$．x 軸上にできる定在波の隣り合う節の間隔は，$\dfrac{\lambda}{2}=\boldsymbol{\dfrac{VT}{2}}$

$\boxed{2}$ ２つの波が弱めあう条件は，経路差が $\dfrac{\lambda}{2}$ の奇数倍となる場合である．y 軸上における経路差は 0．点 A はこれに最も近い節線上にあるので経路差は $\dfrac{\lambda}{2}=\boldsymbol{\dfrac{VT}{2}}$

$\boxed{3}$ 点 B は前問の次の節線上にあるので，経路差は $\dfrac{3\lambda}{2}=\boldsymbol{\dfrac{3VT}{2}}$

$\boxed{4}$ 点 C と S_1 の距離が単位時間当たり v だけ増加するとき，点 C と S_2 の距離は単位時間当たり v だけ減少する．そのため，経路差は単位時間当たり $2v$ だけ増加することになる．求める時間は，経路差の値が $\dfrac{2}{3}\lambda-\dfrac{1}{2}\lambda=\lambda$ だけ変化する時間にあたるので，$\dfrac{\lambda}{2v}=\boldsymbol{\dfrac{VT}{2v}}$

$\boxed{5}$ 点 C は波源 S_1 から大きさ v の速度成分で遠ざかっている．振動数が周期の逆数であることに注意すると，ドップラー効果の公式より $\dfrac{1}{T_1}=\dfrac{V-v}{V}\dfrac{1}{T}$ $\quad\therefore \boldsymbol{T_1=\dfrac{V}{V-v}T}$

$\boxed{6}$ 点 C は波源 S_2 に大きさ v の速度成分で近づいている．ドップラー効果の公式より $\dfrac{1}{T_2}=\dfrac{V+v}{V}\dfrac{1}{T}$ $\quad\therefore T_2=\boldsymbol{\dfrac{V}{V+v}T}$

$\boxed{7}$ 各波源から発せられた水面波の速度は，大きさ V で放射状に広がる速度ベクトルに，$+y$ 向きで大きさ w の速度ベクトルが合成されたものとなる．S_1 から原点の方向に向かう波の速度は図 a のような関係にあるので，$V^2={V'}^2+w^2$ より，$V'=\boldsymbol{\sqrt{V^2-w^2}}$

$\boxed{8}$ x 軸上を伝わる波の波長 $\lambda'=V'T$ であるので，となりあう節の間隔は $\dfrac{\lambda'}{2}=\boldsymbol{\dfrac{\sqrt{V^2-w^2}\cdot T}{2}}$

$\boxed{9}$ 図 b のように x 軸となす角度が δ_1 で大きさ V の速度ベクトルと，$+y$ 向きで大きさ w の速度ベクトルが合成された結果，波が S_1 から点 D に向かうとする．x，y 各成分の関係は，

x 成分：$V\cos\delta_1=V_1\cos\theta$，$y$ 成分：$V\sin\delta_1+w=V_1\sin\theta$

この 2 式より，δ_1 を消去すると，$V^2={V_1}^2+w^2-2V_1w\sin\theta$ の関係式が得られる．この関係式を V_1 について解くと，$V_1>0$ より，$V_1=\boldsymbol{w\sin\theta+\sqrt{V^2-w^2\cos^2\theta}}$

※図 b 中の 大きさ V_1 の速度と大きさ w の速度の間の角度 $90^\circ-\theta$ を用いて，問題文中で与えられた余弦定理の式から $V^2={V_1}^2+w^2-2V_1w\cos(90^\circ-\theta)$ として，同様の関係式を得ることができる．

$\boxed{10}$ 前問と同様に考えて，$V_2=\boldsymbol{w\sin\phi+\sqrt{V^2-w^2\cos^2\phi}}$

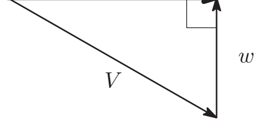
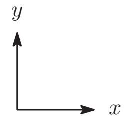


図 a



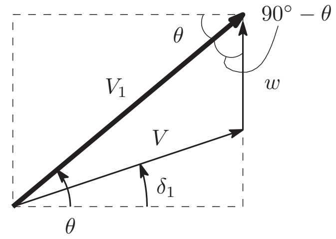


図 b

＜次頁につづく＞

講評

Ⅰ　[電磁気：半導体，ホール効果]（やや易～標準）

Ⅰ-A 半導体中のキャリアの運動の問題，Ⅰ-B ホール効果に関する問題。各キャリアと全キャリアの運動の関係を考える点はやや見慣れないが，詳細な誘導がついているので取り組みやすい。ただし，ミスが連鎖しやすいので，失点がかさんだ受験者もいたことだろう。

Ⅱ　[波動：水面波の干渉，ドップラー効果，速度の合成]（やや難）

Ⅱ-A は 静水の水面を伝わる円形波の干渉。設定は標準的だが，v が点 C と S_1 との距離の変化率（速度成分）であることを認識できていないと，まとめて失点してしまう。Ⅱ-B は水面と波源が相対的に運動する問題。ここでは波動特有の知識は問われておらず，媒質に対して波面が広がる速度と，水面自体が運動する速度の合成の問題であることについて意識が必要。

総評

小問数 31 で 2023 年度前期より 1 問増加し，難易度はやや難化。2024 年度推薦入試に引き続き大問数が 2 問となり，大問の中で問題が複数に分かれている形式となった。実質 4 つのテーマについて問われている。今回は例年出題されていたグラフを描く問題はなくなり作業量は減ったものの，問題を解き始めるまでの問題文の量が大幅に増加し解きづらくなったと感じた受験者も多かったことだろう。

目標は 60 ％