

日本医科大学(後期) 物理

2025年 2月 28日実施

【解答】

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ
[I]	$\frac{a_1}{g}$	$\frac{g}{r\omega_1^2}$	$mg \sin \theta$	$-mg \frac{x}{R}$	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$-\frac{F}{2R}x$	$\sqrt{1 + \frac{F}{2mg}}$
[II]	20	2.0	40	2.0×10^2	1.5	0.60	1.0
[III]	$\frac{c}{\lambda}$	$> \frac{hc}{W}$	$\sqrt{2mK}$	$\frac{h}{\sqrt{2mK}}$	$\frac{dB}{m}$	$\frac{b}{a}$	

【講評】

[I] 小問集合

[カ]と[キ]で差が付くだろう。

[II] 分流器

[オ]～[キ]以外は基本的な内容だが、分流器に習熟していない受験生にとっては全体的に難しかったのではないかと。有効数字の指示にも留意したい。なお、2021年後期でも分流器が出題されている。

[III] 光電効果, 荷電粒子の運動, 電子波の2スリット干渉

完答したい。

【総評】

難易度は今年度の前期と同程度、昨年度の後期に比べてやや易化。正規合格ラインは [I] [カ]～[キ]もしくは [II] [オ]～[キ] のどちらか一方のミスで、20問中17～18問正解の「合計85%～90%」ではないか。一次通過ラインは「合計75%」程度か。

【解説】

[I]

ア 加速度が a_1 になったとき、最大摩擦力になったので、

$$ma_1 = \mu mg \quad \mu = \frac{a_1}{g}$$

イ 鉛直方向と、円の中心方向のつり合いの式は、静止摩擦力を f とすると

$$N = mr\omega^2 \quad mg = f$$

$\omega = \omega_1$ のとき、 $f = \mu N$ になるので、

$$mg = \mu mr\omega_1^2 \quad \mu = \frac{g}{r\omega_1^2}$$

エ 運動方程式は、

$$ma_x = -mg \sin \theta \approx -mg \tan \theta = -mg \frac{x}{R}$$

オ この単振動の角振動数を ω_2 とおくと、

$$a_x = -g \frac{x}{R} = -\omega_2^2 x \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{g}{R}}$$

カ 物体が受ける接線方向の力は

$$-mg \sin \theta - F \sin \frac{\theta}{2} \approx -mg \tan \theta - F \tan \frac{\theta}{2} = -mg \frac{x}{R} - F \frac{x}{2R}$$

キ この単振動の角振動数を ω_3 とおくと、

$$a_x = -g \frac{x}{R} - F \frac{x}{2mR} = -\frac{2mg + F}{2mR} x = -\omega_3^2 x \quad \omega_3 = \sqrt{\frac{2mg + F}{2mR}}$$

$$\frac{\omega_3}{\omega_2} = \sqrt{1 + \frac{F}{2mg}}$$

[II]

ア 電流計の内部抵抗 (9.00Ω) と 0.900Ω の抵抗を合成すると 9.900Ω になり、流れる電流の最大値は 0.200A になる。これと並列になっている 0.100Ω の抵抗には最大 19.8A 流れるので、全体で 20A の電流が流れる。

イ 電流計の内部抵抗 (9.00Ω) には最大 0.200A の電流が流れる。 0.100Ω の抵抗と 0.900Ω の抵抗を合成し、 1.000Ω の抵抗になり、これが電流計の内部抵抗と並列になるので、最大 1.80A の電流が流れる。全体で 2.0A の電流が流れる。

ウ 電流計 (9.00Ω) と 191Ω の抵抗に 0.200A の電流が流れると、電圧は 40V になる。

エ 電流計 (9.00Ω) と 191Ω と 800Ω の抵抗に 0.200A の電流が流れると、電圧は $2.0 \times 10^2\text{V}$ になる。

オ 電池の内部抵抗を r とすると、回路の合成抵抗は $0.9 + R + r$ となるので回路を流れる電流は

$$I = \frac{3}{0.9 + R + r} \quad \dots \textcircled{1}$$

となる。よって

$$P = (0.9 + R) \left(\frac{3}{0.9 + R + r} \right)^2 = \left(\frac{3}{\sqrt{0.9 + R + r} \sqrt{\frac{1}{0.9 + R}}} \right)^2$$

相加相乗平均よりこれが最大となるのは $\sqrt{0.9 + R} = \frac{r}{\sqrt{0.9 + R}}$

のときなので、

$$0.9 + R = r \quad \dots \textcircled{2}$$

となる。このとき

$$P = r \times \left(\frac{3}{2r} \right)^2 = 1.5$$

よって

$$r = 1.5 \Omega$$

カ ②式に $r = 1.5$ を代入して

$$R = 0.6 \Omega$$

キ ①式に r, R を代入して

$$I = 1.0 \text{ A}$$

[Ⅲ]

ア $c = f\lambda$ より $f = \frac{c}{\lambda}$

イ 光子のエネルギー $h\frac{c}{\lambda}$ が仕事関数より小さいと光電子は飛び出さない。よって

$$h\frac{c}{\lambda} < W$$

より

$$\lambda > \frac{hc}{W}$$

ウ $K = \frac{1}{2}mv^2$ より $v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$

となる。これを運動量 mv に代入して

$$p = m \times \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{2mK}$$

エ ドブロイ波長は

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

なので、これに [ウ] の p を代入して

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK}}$$

オ QR間のコンデンサー内の電場の大きさは

$$2V = E \cdot 2d \quad \therefore E = \frac{V}{d}$$

となり、電子が直進するためには、電子が受けるクーロン力 eE とローレンツ力 evB が等しければよいので

$$eE = evB$$

これに、[ウ] の v と E を代入して

$$V = p \times \frac{Bd}{m}$$

カ 強め合う干渉条件より

$$\frac{ax}{b} = 1 \cdot \lambda \quad \therefore x = \lambda \times \frac{b}{a}$$

本解答速報の内容に関するお問合せは



医学部専門予備校
YMS

03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>
東京都渋谷区代々木 1-37-14

医学部進学予備校

メビオ ☎ 0120-146-156
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校

英進館メビオ 福岡校 ☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録 ▶



LINE 登録 ▶

