医学部専門予備校 YMS
医学部進学予備校 メビオ　医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校

解答速報

日本大学医学部 N方式（2期）　物理

2024年 3月4日実施

【解答】

I	1	①	2	⑥	3	⑤	4	⑤	5	④
II	6	⑥	7	⑥	8	③	9	②	10	⑤
III	11	⑤	12	⑥	13	④	14	②	15	②
IV	16	⑤	17	③	18	②	19	①	20	①
V	21	①	22	③	23	④	24	①	25	④

【講評】

I　鉛直ばねの単振動

単振動に習熟していれば難しくない。完答を目指したい。

II　熱気球　日大直前講習が的中！

典型問題である(3)までは正答したい。

III　弦の共振と気柱の共鳴

(4)までは正答したい。

IV　コンデンサーのはしご型回路　日大 N2 最終講座で「抵抗のはしご型回路」を出題！

(3)以降で差が付くだろう。

V　コンプトン効果

典型問題である(4)までは正答したい。

【総評】

今年の N1 や昨年の N2 と比べて同程度の難易度。時間的な余裕はあるものの，各大問の終盤に解きづらい設問が含まれているので，そこでどれだけ正答できたかが合否を分けると思われる。正規合格ラインは，計 5 ミスの「合計 8 割」程度と思われる。1 次通過ラインは「合計 7 割」程度か。

【解説】

I

(1)　力のつりあいより

$kd = mg$

(2)　B が水平面から離れるのは，B に働くバネの弾性力が$3mg$になるときである。このときの A に働く力

のつりあいより　　$F_0 = mg + 3mg = 4mg$

(3)　バネの伸びをxとすると

$kx = 3mg$　　∴　$x = 3d$

(4)　単振動のエネルギー保存則より

$\frac{1}{2}k(8d)^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(4d)^2$

∴　$v = 4d\sqrt{\frac{3k}{m}} = 4\sqrt{3gd}$

(5)　運動を開始してから 1/3 周期後であるから $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{d}{g}}$

II

(1) 文中にある文字の定義より、

$$wn = \rho V_0$$

(2) 状態方程式を変形して、

$$P = \frac{n}{V}RT = \frac{\rho}{w}RT$$

以上より、

$$\frac{\rho T}{P} = \frac{w}{R}$$

(3) 力のつり合いより、

$$\rho_0 V_0 g = \rho_1 V_0 g + Mg$$

また前問の式のうち、圧力は気球内外で一定なので、

$$\rho_0 T_0 = \rho_1 T_1$$

以上 2 式を連立してρ_1を消去する。

(4) 力のつり合いより、

$$\rho_0 V_2 g = \rho_2 V_2 g + Mg$$

気球内部の気体の質量は変化しないので、

$$\rho_0 V_0 = \rho_2 V_2$$

以上 2 式より、ρ_2を消去する。

(5) (2)の式を利用して

$$\rho_0 T_0 = \rho_2 T_2$$

これと、(4)の式

$$\rho_0 V_0 = \rho_2 V_2$$

からρ_2を消去して、(4)の答えV_2を代入して答えを出す。

Ⅲ

⑴ 図より

$$\frac{L}{2}=\lambda$$

⑵ $v=f\lambda$ より

$$\sqrt{\frac{mg}{\rho}}=f\cdot 2L$$

⑶ 質量が $2m$ と $\frac{9}{2}m$ なので弦を伝わる速さの比が

$$\sqrt{2m}:\sqrt{\frac{9}{2}m}=2:3$$

であるので，弦の振動数の比は 2:3 となる。したがって音速は共通なので音波の波長の比は 3：2 となる。

⑷ おもりの質量が $2m$ のとき，⑶のイの図より音波の波長は $\lambda=2l$ である。

このとき $v=f\lambda$ より

$$弦：\sqrt{\frac{2mg}{\rho}}=f\,2L$$

$$音波：V=f\cdot 2l$$

２式より f を消去する。

⑸ A と B の次の共鳴で，より波長が長いものが先に共鳴する。⑶より

A→ イの次の共鳴が開管の 2 倍振動

B→ ケの次の共鳴が閉管の 5 倍振動

より波長が長いのは「A の 2 倍振動」のときになる。このときのおもりの質量を求める。

Ⅳ

(1) 右端の容量が$2C$のコンデンサー2 つの合成容量はCであり，これと$A_{L-1}B_{L-1}$間のコンデンサーとの合成容量C_{L-1}は$2C$となる。

(2) （1）の結果から，右端から順にコンデンサーを合成していくとA_1B_1間の合成容量は$2C$となる。最後に残った 2 つのコンデンサーの合成容量C_0はCとなる。

(3) A_1B_2間の合成容量はCである。3 つのコンデンサーを含む回路において電気量保存則とキルヒホッフの第二法則より $Q_1=CV, q_1=\frac{1}{2}CV$となる。よって，$\frac{q_1}{Q_1}=\frac{1}{2}$

(4) （3）より$Q_2=\frac{1}{2}CV(=\frac{Q_1}{2})$となる。よって $Q_n=\frac{1}{2^{n-1}}Q_1=\frac{1}{2^{n-1}}CV$

(5) 静電エネルギーが最小となるのは$A_{L-1}A_L$間とA_LB_L間のコンデンサーであるので 2 個。

V

$\boxed{21}$

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

$\boxed{22}$

電子の受ける力積$\left(\text{衝突後の電子の運動量と等しい}\right)$と逆方向なので，③

$\boxed{23}$

エネルギー保存則より，$\dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{hc}{\lambda'} = K \quad \therefore K = hc\left(\dfrac{1}{\lambda} - \dfrac{1}{\lambda'}\right)$

$\boxed{24}$

Kについて，(3)の結果と(4)で与えられた式を等号で結べばよい。

$\boxed{25}$

(4)の結果より，$\lambda' - \lambda = \dfrac{h}{mc}(1 - \cos\theta)$　　$(\lambda' - \lambda)$が最大であれば，λ'は最大となり，

散乱 X 線のエネルギーが最小となる。このときエネルギー保存則より，電子の運動エネルギーは最大となる。

∴　Kが最大になるのは $\theta = \pi$ のとき。$\lambda' - \lambda = \dfrac{h}{mc}(1 - \cos\pi)$に代入すると，$\lambda' = \dfrac{2h}{mc} + \lambda$　となるので，

題意の式，$K \fallingdotseq \dfrac{h^2}{m\lambda\lambda'}(1 - \cos\theta)$に $\theta = \pi$ と$\lambda' = \dfrac{2h}{mc} + \lambda$を代入して，$K_{max} = \dfrac{2h^2c}{\lambda(2h + mc\lambda)}$