

日本大学医学部 N方式(2期) 物理

2025年 3月 4日実施

【解答】

I	<input type="text" value="1"/>	⑤	<input type="text" value="2"/>	④	<input type="text" value="3"/>	③	<input type="text" value="4"/>	②	<input type="text" value="5"/>	⑤
II	<input type="text" value="6"/>	⑥	<input type="text" value="7"/>	④	<input type="text" value="8"/>	①	<input type="text" value="9"/>	①	<input type="text" value="10"/>	④
III	<input type="text" value="11"/>	③	<input type="text" value="12"/>	②	<input type="text" value="13"/>	①	<input type="text" value="14"/>	⑥	<input type="text" value="15"/>	⑤
IV	<input type="text" value="16"/>	④	<input type="text" value="17"/>	①	<input type="text" value="18"/>	③	<input type="text" value="19"/>	⑤	<input type="text" value="20"/>	④
V	<input type="text" value="21"/>	①	<input type="text" value="22"/>	⑤	<input type="text" value="23"/>	④	<input type="text" value="24"/>	⑤	<input type="text" value="25"/>	③

【講評】

I 2物体問題

標準的な問題であり完答したい。

II 熱サイクル

標準的な問題であり完答したい。

III 組み合わせレンズ

(3)までは正答したい。

IV 直線電流が作る磁場と電磁誘導

符合の間違いを最小限に抑えたい。

V 光電効果

(4)(5)は見慣れない問題ではあるが完答したい。

【総評】

難易度は、今年度のN1および昨年度のN2と同程度。正規合格ラインは、IIIで2ミス、IVで2ミスの計4ミスで「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) 小球の初速度を V_0 とすると、水平方向は等速で運動するので、 $v = V_0 \cos\theta$

速度の鉛直方向に対して、 $\frac{1}{2}2m(V_0 \sin\theta)^2 = 2mgh \quad \therefore V_0 \sin\theta = \sqrt{2gh}$

よって $\tan\theta = \frac{V_0 \sin\theta}{V_0 \cos\theta} = \frac{\sqrt{2gh}}{v}$

(2) 小球と小物体 A に対して、衝突後の小球の速さを v_1 として、運動量保存則より

$$2mv = mv + 2mv_1 \quad \therefore v_1 = \frac{1}{2}v$$

この衝突に対する反発係数は $e = -\frac{v_1 - v}{v - 0} = -\frac{\frac{1}{2}v - v}{v - 0} = \frac{1}{2}$

(3) 小物体 A が最高点に達した瞬間の速度は小物体 B の速度と等しいので、これを v_2 とすると、運動量

保存則より $mv = (m + 2m)v_2 \quad \therefore v_2 = \frac{1}{3}v$

(4) A, B に対するエネルギー保存則より $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(m + 2m)v_2^2 + mg\Delta h$

これに(3)より v_2 を代入して $\Delta h = \frac{v^2}{3g}$

よって求める、水平面からの高さは $h + \Delta h = h + \frac{v^2}{3g}$

(5) このときの小物体 A の速度を v_3 とすると

$$\text{運動量保存則} \quad : mv = mv_3 + 2mu_2$$

$$\text{反発係数の式} \quad : -1 = \frac{v_3 - u_2}{v - 0}$$

$$2\text{式より} \quad u_2 = \frac{2}{3}v$$

II

(1) 単原子分子なので、定圧モル比熱が $C_p = \frac{5}{2}R$ なので、A → B の吸収熱量は

$$Q_{AB} = n \cdot \frac{5}{2}R\Delta T = \frac{5}{2}(2P_0 \cdot 2V_0 - 2P_0V_0) = 5P_0V_0$$

(2) B → C は定積変化なので、この間の吸収熱量は

$$Q_{BC} = n \cdot \frac{3}{2}R\Delta T = \frac{3}{2}(P_0 \cdot 2V_0 - 2P_0 \cdot 2V_0) = -3P_0V_0$$

よって放出熱量は $-Q_{BC} = 3P_0V_0$

(3) A → B : 定圧変化

B → C : 定積変化

C → A : 等温変化

なのでこれをつなぐと ① になる。

(4) 熱効率は $e_1 = \frac{W_{AB} + W_{CA}}{Q_{AB}} = \frac{2P_0V_0 - Q_0}{5P_0V_0}$

(5) A → B → D → A の熱効率は $e_2 = \frac{W_{AB} + W_{DA}}{Q_{AB}}$

となり、 $W_{CA} < W_{DA}$

より $1 < e_1 < e_2$

III

(1) $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ より $b = \frac{af}{a-f}$, $d \times \frac{b}{a} = \frac{df}{a-f}$ 以上より $(\frac{af}{a-f}, -\frac{df}{a-f})$

(2) $\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} = \frac{1}{f}$ $a = \frac{f}{2}$

(3) 焦点に光源をおくと、レンズを通過した光は平行になり、実像も虚像もできない。

(4) レンズ L_1 のできる像の座標を b 、レンズ L_2 の光源のレンズからの距離を a' 、レンズ L_2 のできる像のレンズからの距離を b' とおく。 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ $a' = x_2 - b$ $\frac{1}{a'} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{f}$

さらに、条件から $\frac{b}{a} \cdot \frac{b'}{a'} = 1$

これらの式から、 a' 、 b 、 b' を消去して x_2 を求めると $x_2 = \frac{2af}{a-f}$

(5) $a = 2f$ を(4)の式に代入すると、 $x_2 = 4f$

これと、(4)の式から b' を求めると $b' = 2f$ 以上より $6f$

IV

(1) $B = -\mu \frac{I_p}{2\pi x_0} = -\frac{\mu\alpha}{2\pi x_0} t$ よって、 $B_0 = -\frac{\mu\alpha}{2\pi x_0}$

(2) 磁束の大きさは、 $\phi = |B|l^2 = |B_0 t|l^2$ よって、誘導起電力の大きさは、 $|V| = \left| \frac{d\phi}{dt} \right| = B_0 l^2$

キルヒホッフの法則より、 $i = \frac{V}{r} = \frac{B_0 l^2}{r}$

(3) 辺 AD, BC の位置における磁束密度の大きさは、それぞれ $\mu \frac{\alpha t}{2\pi(x_0 - \frac{l}{2})}$, $\mu \frac{\alpha t}{2\pi(x_0 + \frac{l}{2})}$

なのでアンペール力の x 成分は、 $F_x = |i| \cdot \mu \frac{\alpha t}{2\pi(x_0 - \frac{l}{2})} \cdot l - |i| \cdot \mu \frac{\alpha t}{2\pi(x_0 + \frac{l}{2})} \cdot l = \frac{2|i|\mu\alpha t l^2}{\pi(4x_0^2 - l^2)}$

(4) 辺 AD, BC にはともに y 軸正方向にそれぞれ大きさが $V_1 = v \cdot \mu \frac{I_0}{2\pi x} \cdot l$, $V_2 = v \cdot \mu \frac{I_0}{2\pi(x+l)} \cdot l$

の誘導起電力が生じるので、キルヒホッフの法則より、 $V_2 = V_1 + rI$

$\therefore I = \frac{V_2 - V_1}{r} = -\mu \frac{v I_0 l^2}{2\pi r x(x+l)}$

(5) はじめはアンペール力の x 成分は負の値であるが、導線から離れるにつれ、磁場が弱まるため、アンペール力の大きさも小さくなっていく。

V

(1) 最も運動エネルギーの高い光電子に着目して、光電方程式より

$h\nu = K_{\max} + W \quad \therefore K_{\max} = h\nu - W$

よってグラフの傾きは h となる。

(2) 限界振動数 ν_1 において $W = h\nu_1$

(3) (1) より、金属の仕事関数を大きくすると、グラフの傾きは変わらずに縦軸の切片が大きくなる。よって、④が適切である。

(4) この平行板コンデンサーの単位面積に着目して、この部分の電気容量 C は $C = \frac{\epsilon_0}{d}$

となる。よって、負電荷の層の電位 V は $V = -\frac{q}{C} = -\frac{qd}{\epsilon_0}$

(5) 電子を電位差 V の位置に持ち上げるのに要する仕事は $e|V|$ である。

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
heart of medicine

☎ 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

