解答速報

日本大学医学部 N方式（1期） 物理

2026年 2月 1日実施

【解答】

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

【講評】

I　ばねにつながれた板と小球の斜面上での単振動　日大N1直前講習会が的中！

典型問題ではあるが，(4) (5) で差が付くだろう。

II　ピストンと気体の状態変化

典型問題である (4) までは正答したい。

III　正弦波のグラフ

典型問題だが，反射波との合成波のグラフを問う (3) で差が付くだろう。

IV　ダイオードと抵抗が接続された直流回路

(3) までは正答したい。

V　ボーアモデルと水素原子のスペクトル

基本問題であり，完答したい。

【総評】

昨年度と同程度の難易度。詰まった設問を適宜飛ばせば，時間的な余裕は十分にあるだろう。正規合格ラインは，I 2ミス，II 1ミス，III 0〜1ミス，IV 1〜2ミス，V 完答の「合計8割」程度，1次通過ラインは「合計7割」程度であろう。

【解説】

I

(1)　力のつり合いより，$3mg\sin 30° = kd$　　　$\therefore k = \frac{3mg}{2d}$

(2)　力学的エネルギー保存則より，$\frac{1}{2}k\left(\sqrt{3}d\right)^2 = \frac{1}{2}kd^2 + \frac{1}{2}\cdot 3m\cdot v^2$　　　$\therefore v = \sqrt{gd}$

(3)　力学的エネルギー保存則より，$\frac{1}{2}mv^2 = mgx\sin 30°$　　　$\therefore x = d$

(4)　振動中心が$x = -\frac{2}{3}d$に変化することに注意し，単振動の振幅をAとして，

力学的エネルギー保存則より，$\frac{1}{2}\cdot 2m\cdot v^2 + \frac{1}{2}k\left(\frac{2}{3}d\right)^2 = \frac{1}{2}kA^2$　　　$\therefore A = \frac{4}{3}d$

以上より最高点の座標は$\frac{2}{3}d$

［別解］力学的エネルギー保存則より，$\frac{1}{2}\cdot 2m\cdot v^2 = \frac{1}{2}kx^2 + 2mgx\sin 30°$

方程式を解いて$x = \frac{2}{3}d$

(5)　小球と離れてから板が最高点に達するまでにかかる時間は，位相60°に対応するので，周期の$\frac{1}{6}$倍になる。よって，$\frac{1}{6}\cdot 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}} = \frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{d}{3g}}$

II

(1)　ピストンについての力のつりあい　$0 = mg + p_0S - p_1S \iff p_1 = \boxed{p_0 + \frac{mg}{S}}$

(2)　等温変化ゆえ，$p_1\cdot Sh = p_2\cdot S\frac{h}{2} \iff p_2 = \boxed{2p_1}$

(3)　断熱変化ゆえ，$p_1\left(Sh\right)^{5/3} = p_3\left(S\frac{h}{2}\right)^{5/3} \iff p_3 = \boxed{2^{5/3}p_1}$

(4)　$p-V$図において，等温変化である過程Ⅰの曲線よりも，断熱変化である過程Ⅱの曲線のほうが急勾配であるから，正しいグラフは$\boxed{①}$

(5)　ピストンに対して外力がした仕事Wと大気圧がした仕事$p_0\times S\frac{h}{2}$の分だけ，気体の内部エネルギーとピストンの重力の位置エネルギーが変化するので，

$$W + p_0\times S\frac{h}{2} = \frac{3}{2}nR\Delta T + mg\left(-\frac{h}{2}\right)$$
$$= \frac{3}{2}\left(p_3\cdot S\frac{h}{2} - p_1\cdot Sh\right) - \frac{1}{2}mgh$$
$$= \frac{3}{4}p_3Sh - \frac{3}{2}p_1Sh - \frac{1}{2}\left(p_1S - p_0S\right)h$$
$$\iff W = \boxed{\frac{1}{4}\left(3p_3 - 8p_1\right)Sh}$$

Ⅲ

(1) グラフより，波長は$2a$。よって，$V=\frac{2a}{T}$

(2) 波はx軸正に進むので，媒質の速度が正のものは右側に谷、左側に山がある変位が 0 の位置なので，グラフの中では $x=a,3a$

(3) $t=\frac{3}{2}T$のとき，波の先頭は反射し$x=2a$の位置にあることに注意して波を合成する。
反射板がないとして，$x=4.5a$の位置の変位を求めると$y=-A$になる。固定端反射をするので，$x=3.5a$の位置における反射波の変位は$y=A$になり，入射波の変位も$y=A$なので，$x=3.5a$の位置における合成波の変位は$y=2A$になるので，③

(4) 固定端では定常波の節になることと，節－腹の間隔は$\frac{1}{2}a$，腹－腹の間隔はaであることを考えると，
$x=0,a,2a,3a,4a,5a,6a$の位置にに腹があり，$\frac{13}{2}a$の位置に反射板があるときに腹の数が 7 個になる。

(5) もとの波の振動数をfとすると，届く波の振動数は$\frac{4}{5T}$となる。
ドップラー効果の式より，$\frac{4}{5T}=\frac{V-v}{V+v}\cdot\frac{1}{T}$　　$\therefore v=\frac{1}{9}V$

Ⅳ

(1) キルヒホッフの第 2 法則より　$V_0=ri_1+3ri_1$　$\therefore$　$i_1=\frac{V_0}{4r}$

(2) $\frac{V_0^2}{4r}$

(3) このとき，ダイオード D に流れる電流が 0，加わる電圧がV_Dとすると，キルヒホッフの第二法則より

$$V_1=ri_2+3ri_2\ ,\ V_D+0=3ri_2$$

2 式より　$V_1=\frac{4}{3}V_D$

(4) ダイオードDに流れる電流をI_D，加わる電圧をV_D，抵抗 R3 に流れる電流をi_3とすると

$$3V_0=r(I_D+i_3)+3ri_3,\ V_D+rI_D=3ri_3$$

また，与えられた関係式　$I_D=\frac{1}{2r}(V_D-V_0)$
3 式より　$I_D=\frac{V_0}{3r}$

(5) 抵抗値$3r$の抵抗に別の抵抗を並列に接続すると，その合成抵抗は$3r$より小さくなるため，ダイオード D に電流が流れている場合には D，R_2，R_3 の合成抵抗は$3r$より小さくなる。よって，このときの電流I_1は，ダイオードに電流が流れていない場合のグラフ③よりも大きくなる。さらに，ダイオードに流れる電流は電圧の増加とともに直線的に増加するため，電流I_1のグラフは①となる。

［補足］ (5)を定量的に解答すると，$V_E \geqq V_1$において，

回路の式 $\begin{cases} -V_E+rI_1+V_D+rI_D=0 \\ -V_E+rI_1+3R(I_1-I_D)=0 \end{cases}$

ダイオードの特性　$I_D=\frac{1}{2r}(V_D-V_0)$

3 式を連立すると，$I_1=\frac{2}{5r}\left(V_E-\frac{V_D}{2}\right)$　……　グラフの $\boxed{①}$

V

(1)　クーロンの法則より　$k\frac{e^2}{r^2}$

(2)　ボーアの量子条件は　$2\pi r = \frac{nh}{mv}$

(3)　上記の２式より　$\frac{n^2h^2}{4\pi^2 kme^2}$

(4)　ボーアの振動数条件より　$\frac{ch}{\lambda} = \left(-\frac{E_0}{4^2}\right) - \left(-\frac{E_0}{2^2}\right)$　∴　$\lambda = \frac{16ch}{3E_0}$

(5)　最も波長の短い電磁波は，最もエネルギーの大きい電磁波である。このとき，電子はエネルギーが最も大きい0の状態から，量子数 $n = 2$の状態へ遷移したとわかる。よって，この電磁波のエネルギーEは

$$E = 0 - \left(-\frac{E_0}{2^2}\right) \qquad \therefore \quad E = \frac{E_0}{4} = 3.4\mathrm{eV}$$