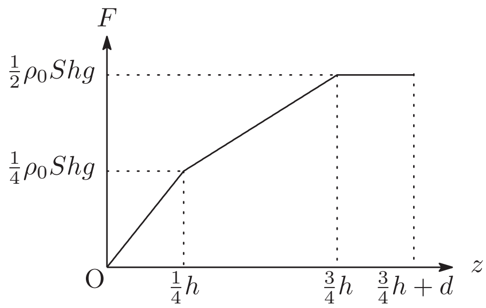
解答速報

関西医科大学（前期）　物理

2022年1月29日実施

I

略解



問 1　$\dfrac{\rho}{\rho_0}h$　　問 2　$\dfrac{3}{5}$ 倍　　問 3　右図

問 4　$\dfrac{1}{8}h$　　問 5　$\dfrac{\pi}{4}\sqrt{\dfrac{3h}{g}}$

解答

問 1　力のつり合いより，$\rho Shg = \rho_0 Sxg \quad \therefore\ x = \boldsymbol{\dfrac{\rho}{\rho_0}h}$

問 2　力のつり合いより，$\rho Shg + \rho \dfrac{S}{2}\dfrac{h}{2}g = \rho_0 S\dfrac{3}{4}hg \quad \therefore\ \dfrac{\rho}{\rho_0} = \boldsymbol{\dfrac{3}{5}}$**倍**

問 3　$m = \dfrac{5}{4}\rho Sh$ とおくと，$mg = \dfrac{3}{4}\rho_0 Shg$ が成り立つ．ここで，z の値で場合分けして，力のつり合いを考えると，

- $0 \leqq z < \dfrac{1}{4}h$ の場合

  $F + mg = \rho_0 S\left(z + \dfrac{3}{4}h\right)g \quad \therefore\ F = \rho_0 Sgz$

- $\dfrac{1}{4}h \leqq z < \dfrac{3}{4}h$ の場合

  $F + mg = \rho_0 Shg + \rho_0\dfrac{S}{2}\left(z - \dfrac{1}{4}h\right)g \quad \therefore\ F = \dfrac{1}{2}\rho_0 Sg\left(z + \dfrac{h}{4}\right)$

- $\dfrac{3}{4}h \leqq z \leqq \dfrac{3}{4}h + d$ の場合

  $F + mg = \dfrac{5}{4}\rho_0 Shg \quad \therefore\ F = \dfrac{1}{2}\rho_0 Shg$

したがって，B が手におよぼす力の大きさ F の変化は略解の図のようになる．

問 4　$z=\dfrac{3}{4}h$ のときの A+B の速さを v_1，$z=\dfrac{1}{4}h$ のときの A+B の速さを v_2 とする．

$\dfrac{3}{4}h \leqq z \leqq \dfrac{3}{4}h+d$ における合力の値は，$\dfrac{1}{2}\rho_0 Shg$ で一定であるから，エネルギーと仕事の関係より，

$$\frac{1}{2}m{v_1}^2=\frac{1}{2}\rho_0 Shg\times d$$

$\dfrac{1}{4}h \leqq z < \dfrac{3}{4}h$ における運動方程式は，$ma_1=-\dfrac{1}{2}\rho_0 Sg\left(z+\dfrac{h}{4}\right)$ であるから，A+B は復元力の係数が $K_1=\dfrac{1}{2}\rho_0 Sg$，中心が $z=-\dfrac{1}{4}h$ の単振動をする．よって，単振動のエネルギー保存則より，

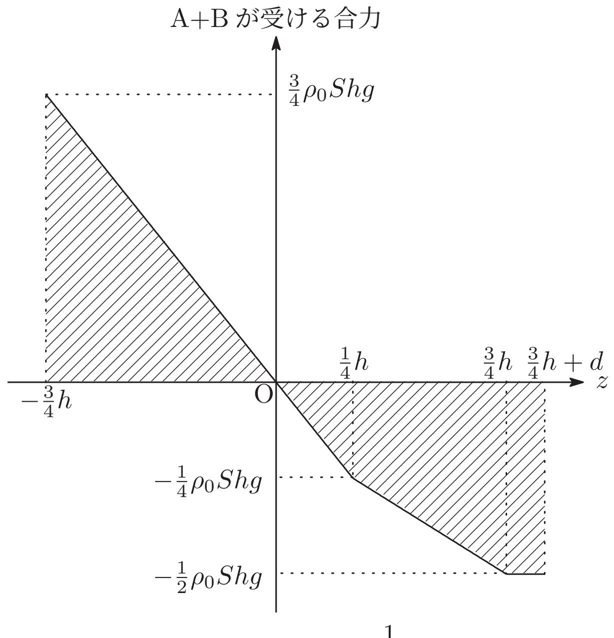
$$\frac{1}{2}m{v_1}^2+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\rho_0 Sg\right)h^2=\frac{1}{2}m{v_2}^2+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\rho_0 Sg\right)\left(\frac{h}{2}\right)^2$$

$-\dfrac{3}{4}h \leqq z < \dfrac{1}{4}h$ における運動方程式は，$ma_2=-\rho_0 Sgz$ であるから，A+B は復元力の係数が $K_2=\rho_0 Sg$，中心が $z=0$ の単振動をする．よって，単振動のエネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}m{v_2}^2+\frac{1}{2}(\rho_0 Sg)\left(\frac{h}{4}\right)^2=\frac{1}{2}(\rho_0 Sg)\left(\frac{3}{4}h\right)^2$$

これらの式から v_1，v_2 を消去して，$d=\boldsymbol{\dfrac{1}{8}h}$

$\boxed{\text{別解}}$ 手を離した後に A+B が受ける合力は図のようになる．ここで，$-\dfrac{3}{4}h \leqq z < 0$ の範囲の斜線部の面積と，$0 \leqq z \leqq \dfrac{3}{4}h+d$ の範囲の斜線部の面積が等しくなることを用いても解くことが出来る．



問 5　質量 m，$K_2=\rho_0 Sg$ の単振動の $\dfrac{1}{4}$ 周期であるから，求める時間は

$$t=\frac{2\pi}{4}\sqrt{\frac{m}{K_2}}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{5\rho h}{4\rho_0 g}}=\boldsymbol{\frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{3h}{g}}}$$

<次頁につづく>

Ⅱ

略解

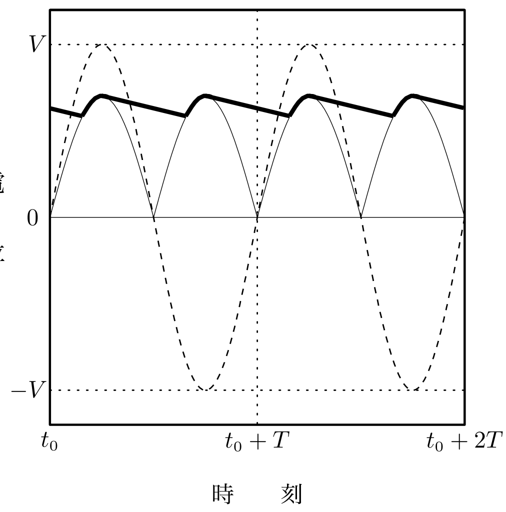
問 1　$\dfrac{E}{k+R}$

問 2　(i) 電流の向き：ア，電流の大きさ：$\dfrac{V_1}{2k+R}$

(ii) 電流の向き：ア，電流の大きさ：$\dfrac{V_1}{2k+R}$

問 3　グラフ：④，平均の消費電力：$\dfrac{1}{2}R\left(\dfrac{V}{2k+R}\right)^2$

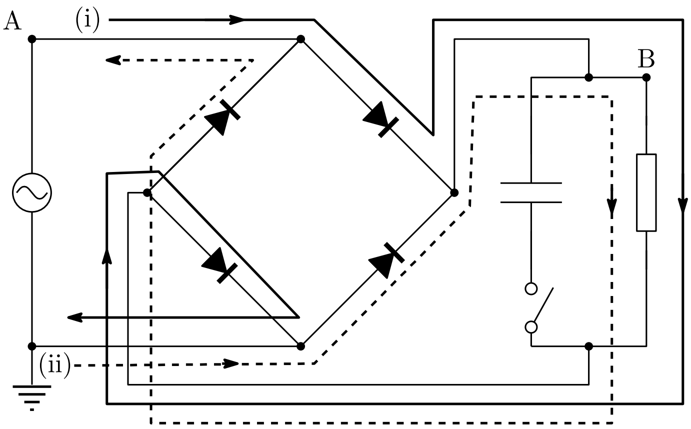
問 4　右図



解答

問 1　問題 図 1 より，順方向電圧が正の場合ダイオード X は抵抗値 k の抵抗としてふるまうので，$I = \boldsymbol{\dfrac{E}{k+R}}$

問 2　(i) の場合，下図の実線の矢印のように電流が流れ，(ii) の場合は破線の矢印のように電流が流れる．いずれも問題図 3 中の「**ア**」の向き．また，(i)(ii) ともに，ダイオード X2 つと抵抗を電流が流れるので，いずれの場合も電流の大きさは $\boldsymbol{\dfrac{V_1}{2k+R}}$



問 3　問 2 で示されたように，問題図 3 のようなダイオード 4 つを組み合わせた回路によって，抵抗を流れる電流の向きを，A の電位の正負によらずアの向きにそろえることができる．抵抗を流れる電流の時間変化を表すグラフは **④**

抵抗を流れる電流の 2 乗の時間平均が $\overline{I_e{}^2} = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{V}{2k+R}\right)^2$ なので，抵抗での消費電力の時間平均は $R\overline{I_e{}^2} = \boldsymbol{\dfrac{1}{2}R\left(\dfrac{V}{2k+R}\right)^2}$

問 4　抵抗に対して並列にコンデンサーを接続することで，コンデンサーは電荷を蓄え，放出することを繰り返し波型を平滑にする．

III

略解

問 1　$\dfrac{x^2}{2r}$

問 2　$\sqrt{\dfrac{(2m-1)r\lambda}{2}}$

問 3　①　赤　②　黄　③　紫

問 4　27 m

問 5　5.6×10^2 nm

解答

問 1　t は r に比べて十分小さいので，$\dfrac{x^2}{r^2}$ は 1 に比べて十分小さい．よって

$$t = r\left(1-\sqrt{1-\frac{x^2}{r^2}}\right) \fallingdotseq r\left\{1-\left(1-\frac{x^2}{2r^2}\right)\right\} = \boldsymbol{\frac{x^2}{2r}}$$

問 2　平面ガラスの上面での反射光と平凸レンズの下面での反射光の経路差が $\left(m-\dfrac{1}{2}\right)\lambda$ に等しいとき明環が生じる．よって

$$2t = \frac{x^2}{r} = \left(m-\frac{1}{2}\right)\lambda \qquad \therefore\ x = \boldsymbol{\sqrt{\frac{(2m-1)r\lambda}{2}}}$$

問 3　470 nm の光を B，540 nm の光を G，670 nm の光を R とする．図 3 より，

①　B，G はヒトが感じられず，R は感じられる．よって **赤**

②　B はヒトが感じられず，G，R は感じられる．よって **黄**

③　G はヒトが感じられず，B，R は感じられる．よって **紫**

問 4

$$r' = \frac{2x^2}{(2m-1)\lambda} = \frac{2\times(9.9\times10^{-3})^2}{11\times(660\times10^{-9})} = \mathbf{27\ m}$$

問 5　追加した単色光の波長を λ' とし，この単色光による $x=9.9$ mm の位置の明環は m' 番目であるとする．

$$\lambda' = \frac{2x^2}{(2m'-1)r'} = \frac{2\times(9.9\times10^{-3})^2}{(2m'-1)\times27} = \frac{7260}{2m'-1}\times10^{-9}\ \mathrm{m}$$

黄色の明環ができることより，追加した単色光は緑である．緑の波長は 495 nm 以上，570 nm 以下である．よって $m'=7$ とわかるので，$\lambda' \fallingdotseq \mathbf{5.6\times10^2\ nm}$

<次頁につづく>

Ⅳ

略解

問 1

ア	eN	イ	$N \cdot \dfrac{1}{2}mv^2$
ウ	$m\dfrac{v^2}{r}$	エ	evB
オ	$\dfrac{2W}{QBr}$	カ	$\dfrac{Q(Br)^2}{2W}$

（ ウ ・ エ は順不同）

問 2　ア，イ

問 3　$v = 4.0 \times 10^6$ m/s，$\dfrac{m}{e} = 5.8 \times 10^{-12}$ kg/C

問 4　イ，エ，オ，キ

解説

問 1

ア　$Q = \boldsymbol{eN} \cdots ①$

イ　$W = \boldsymbol{N \cdot \frac{1}{2}mv^2} \cdots ②$

ウ および エ　円運動の向心方向の運動方程式より $\boldsymbol{m\dfrac{v^2}{r}} = \boldsymbol{evB} \cdots ③$

オ　①式より $e = \dfrac{Q}{N}$，②式より $m = \dfrac{2W}{Nv^2}$，これらを③式に代入して v について整理すると $v = \boldsymbol{\dfrac{2W}{QBr}} \cdots ④$

カ　③式より $\dfrac{m}{e} = \dfrac{rB}{v}$ に④式を代入して $\dfrac{m}{e} = \boldsymbol{\dfrac{Q(Br)^2}{2W}}$

問 2　ア　問題文中に「(空気中を)2m 離しても蛍光板は光ったことから，陰極線とは異なる未知の線が出ていると考えた.」とあり，この未知の線は電磁波 (X 線) である．よって，「放電管内の圧力が高いと発生しない」陰極線は大気圧下でも観測できる電磁波 (X 線) と異なると考えられる．したがって陰極線と電磁波が異なる根拠となる．(注)「発生しない」が「観測できない」を意味するか判断が難しく答えづらい選択肢である．

イ　電磁波は磁場をかけても直進する．したがって電磁波ではない根拠となる．

ウ　陰極線・電磁波どちらも当たった物質の温度を上昇させる．したがって根拠とならない．

エ　陰極線・電磁波どちらも真空中を直進する．したがって根拠とならない．

オ　陰極の金属の種類を変えても陰極線は発生するが，これは陰極線が電磁波であるかに無関係である．したがって電磁波ではない根拠にはならない．

カ　陰極線・電磁波どちらも蛍光板に当たると光る．したがって根拠とならない．

問 3　$v = \dfrac{2W}{QBr} = \dfrac{2 \cdot 46\ [\mathrm{J/C}]}{4.6 \times 10^{-5}\ [\mathrm{T}] \cdot 0.5\ [\mathrm{m}]} = \mathbf{4.0 \times 10^6\ m/s}$

$$\frac{m}{e} = \frac{Q(Br)^2}{2W} = \frac{(4.6 \times 10^{-5}\ [\mathrm{T}] \cdot 0.5\ [\mathrm{m}])^2}{2 \cdot 46\ [\mathrm{J/C}]} = 5.75 \times 10^{-12} \fallingdotseq \mathbf{5.8 \times 10^{-12}\ kg/C}$$

問 4　X 線の特徴を選べばよい．

<次頁につづく>

講評

Ⅰ ［力学：浮力による物体の運動］（やや難）

底面積の異なる 2 つの直方体を重ねた物体の運動を扱う問題．問 3 までは標準的なので得点したい．問 4 以降はやや難しい．問 4 は問 3 で描いたグラフを用いて解くことができるが難易度は高い．問 5 は単振動の周期なので，問 4 と関係なく解けるが問 4 を飛ばして解いた受験者は少ないかもしれない．

Ⅱ ［電磁気：整流回路］（やや難）

問 1 はダイオードを含む直流回路の標準的問題．問 2 以降はダイオードブリッジ整流回路の問題．一度解いたことがあるかで差がつくが，難易度は高い．最後はコンデンサーによる平滑化の問題であるが，ここまでカバーできている受験生はかなり少ないだろう．

Ⅲ ［波動：ニュートンリング］（やや難）

問 1，問 2 は標準的なニュートンリングの問題だが，後半は光の 3 原色の話となり，グラフや図と計算を組み合わせて，色を求める難易度の高い問題．

Ⅳ ［原子：陰極線］（標準）

陰極線の研究から電子の発見および X 線の発見までの話をテーマにした問題．空欄補充の問題は類題を解いたことがある受験者は少ないと思うが，できれば完答したい．問 3 は問 1 の空欄補充ができていれば解ける．問 2 や問 4 は複数選択問題だが，自信をもって正解を出せた受験者は少ないだろう．

総評

総じて昨年度前期よりも難化している．グラフの読み取りや，図の解釈，数値と図の対応関係などを考える問題が複数あり，新傾向を意識した出題となっている．大問Ⅰは 6 割程度，大問Ⅱは 4 割程度，大問Ⅲは 5 割，大問Ⅳは 7 割程度得点しておきたい．大問Ⅳが比較的点数を取り易いので最初に手をつけておきたいが，時間切れで手が回らなかった受験者も多かったことだろう．目標の得点率は 50 ％