大阪医科大学 2017年度（前期）入学試験 解答速報 物理

2017年2月11日 実施

I

(1) ① $\dfrac{Mg}{k}$　② -1　③ 2　④ $2\pi\sqrt{\dfrac{M}{k}}$

(2) ⑤ -2　⑥ 3　⑦ $2\pi\sqrt{\dfrac{2M}{k}}$

(3) ⑧ 0　⑨ $g\sqrt{\dfrac{5M}{2k}}$

(4) ⑩ $\sqrt{\dfrac{5M}{2k}}$　⑪ $\dfrac{5}{4}$　⑫ イ　⑬ $\sqrt{\dfrac{7}{2}}-1$

解説

(3) 小球と板が離れるのは，ばねの自然長である原点を通過した直後．このとき振動の中心からの変位は $2D$ であるので，単振動についてのエネルギーの関係より，

$$\frac{1}{2}k(3D)^2 = \frac{1}{2}2M{v_0}^2 + \frac{1}{2}k(2D)^2 \qquad v_0 = \sqrt{\frac{5kD^2}{2M}} = g\sqrt{\frac{5M}{2k}}$$

(4) 小球は板から離れたあと重力のみを受け，加速度 $-g$ の運動をする．最高点に達するまでの時間 $t_1 = \dfrac{v_0}{g} = \sqrt{\dfrac{5M}{2k}}$，そのときの位置 $x_1 = \dfrac{{v_0}^2}{2g} = \dfrac{5}{4}D$
板は，その後 $x=-D$ を中心とする単振動をする．常に下向きの弾性力を受けているので，最高点に達するまでの時間は小球より短い．離れたあとの最高点を x_2 として，

$$\frac{1}{2}M{v_0}^2 + \frac{1}{2}kD^2 = \frac{1}{2}k(x_2+D)^2 \qquad x_2 = \left(\sqrt{\frac{7}{2}}-1\right)\times D$$

＜次頁につづく＞

Ⅱ

① $\dfrac{1}{2}a\left(\varDelta t\right)^2$　② $\dfrac{v\varDelta t}{R}$　③ $\dfrac{1}{2}\theta$　④ $\dfrac{\left(v\varDelta t\right)^2}{2R}$　⑤ $\dfrac{v^2}{R}$　⑥ $\dfrac{\rho v^2\varDelta\ell}{R}$

⑦ $2T\sin\dfrac{\phi}{2}$　⑧ $\dfrac{T\varDelta\ell}{R}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{T}{\rho}}$　⑩ $\dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{T}{\rho}}$　⑪ 4　⑫ $\dfrac{L}{2b}$

解説

③ 三角形 OAB′ の点 O から AB′ に下ろした垂線の足を H とすると，三角形 AOH と三角形 A′BB′ は相似なので，$\angle \mathrm{A'AB'} = \angle \mathrm{AOH} = \dfrac{\theta}{2}$

④ $\mathrm{A'B'} = \mathrm{BB'}\tan\angle \mathrm{A'BB'} = v\varDelta t\tan\dfrac{\theta}{2} = \dfrac{\left(v\varDelta t\right)^2}{2R}$

⑤ ① = ④，つまり，$\dfrac{1}{2}a\varDelta t^2 = \dfrac{\left(v\varDelta t\right)^2}{2R}$ より，$a = \dfrac{v^2}{R}$

⑥ $F = ma = \dfrac{\rho v^2\varDelta\ell}{R}$

⑦ $F = 2T\sin\dfrac{\phi}{2}$

⑧ $F \fallingdotseq T\phi = \dfrac{T\varDelta\ell}{R}$

⑨ ⑥ = ⑧，つまり，$\dfrac{\rho v^2\varDelta\ell}{R} = \dfrac{T\varDelta\ell}{R}$ より，$\sqrt{\dfrac{T}{\rho}}$

⑩ 波長は 2ℓ なので，$f = \dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{T}{\rho}}$

⑪ n 本束ねると線密度が n 倍になるので，$\dfrac{f}{2} = \dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{T}{n\rho}}$．従って，$n = 4$ 本.

⑫ 閉管の基本振動の波長は管長 s の 4 倍 $4s$ に等しい.
弦の基本振動の波長 $2L$ は音波の波長の b 倍なので，$4bs = 2L$ より，$s = \dfrac{L}{2b}$

＜次頁につづく＞

Ⅲ

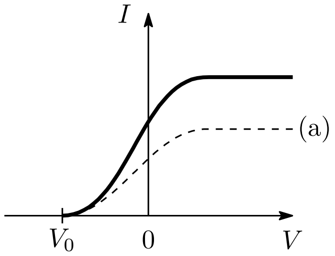
(1) ① イ　② ア　③ ウ

(2) $\dfrac{hc}{\lambda_0}$ [J]

(3) $\dfrac{I_{\rm a}}{e}$ [個]，$e(V_{\rm c}-V_0)$ [J]

(4) $W=\dfrac{hc}{\lambda_0}+eV_0$ [J]

(5)



(6) (d)，(e)

(7) $h=\dfrac{e(V_{\rm H}-V_{\rm L})\lambda_1\lambda_2}{c(\lambda_1-\lambda_2)}$ [J・s]

(8) $\lambda_{\rm m}=\dfrac{(V_{\rm L}-V_{\rm H})\lambda_1\lambda_2}{V_{\rm L}\lambda_2-V_{\rm H}\lambda_1}$

解説

(3) 光電流は「単位時間に陽極に達する電気量の大きさ」を示している．
陰極を飛び出した直後の光電子の運動エネルギーの最大値は $-eV_0$ [J]．陽極に達するまでに，光電子は eV_c [J] のエネルギーを得るので，陽極に当たる直前では $e(V_c-V_0)$ [J]．

(4) $e\,|V_0|=\dfrac{hc}{\lambda_0}-W$．$V_0<0$ であることに注意．

(5) 他の条件を変えずに，光の強度を上げることは単位時間に入射する光子の数を増やすことに対応するので，光電流は増加する．一方，光子 1 個あたりのエネルギーが変化しないことから，阻止電圧は変化しない．

(6) 光子 1 個あたりのエネルギーが小さくなっているので，光電子の運動エネルギーの最大値は小さくなり，阻止電圧（の大きさ）が小さくなる．

(7) (d)(e) より $W=\dfrac{hc}{\lambda_1}+eV_{\rm H}$．(b)(c) より $W=\dfrac{hc}{\lambda_2}+eV_{\rm L}$．これらから W を消去する．

(8) 前問の 2 式より，h を消去し W を求めると，$W=\dfrac{e(V_{\rm H}\lambda_1-V_{\rm L}\lambda_2)}{\lambda_1-\lambda_2}$ [J]．

$W=\dfrac{hc}{\lambda_{\rm m}}$ より，$\lambda_{\rm m}=\dfrac{hc}{W}$

＜次頁につづく＞

Ⅳ (1) 99 軒　(2) $\sqrt{2}a$ [m]　(3) 毎秒 $\dfrac{2cv}{c^2-v^2}f$ [回]　(4) A : 液体，B : 気体，C : 固体

解説

(1) 一軒あたりの消費電力を P，一軒のときの損失電力を Q とすると，題意より，

$$\frac{Q}{P+Q}=\frac{1}{100}$$

が成り立つ．したがって，$P=99Q$.

n 軒同時に電気を使用すると，送電電流は n 倍になるので，損失電力は n^2 倍，すなわち，n^2Q となる．このとき，電力損失が 50 % に達すれば良いので，

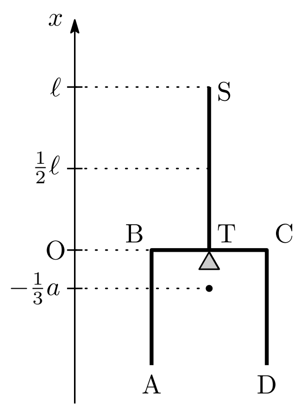
$$\frac{n^2Q}{nP+n^2Q}\geqq\frac{50}{100}\qquad\therefore\ n\geqq 99$$

以上より，99 軒.

(2) 図のように，T の位置を原点，T → S の向きを正として座標軸をとると，針金全体の重心が $x\geqq 0$ のとき不安定になる．ST の長さを ℓ とすると針金の重さは長さに比例するので，求める条件は，

$$\frac{-\frac{a}{2}\cdot a\times 2+\frac{\ell}{2}\cdot\ell}{3a+\ell}\geqq 0$$

とかける．したがって，$\ell\geqq\sqrt{2}a$



(3) 「うなりの振動数」= 「反射音の周波数」− 「直接音の周波数」

$$=\frac{c}{c-v}f-\frac{c}{c+v}f=\frac{2cv}{c^2-v^2}f\ [回/s]$$

＜次頁につづく＞

講評

大問Ⅰ 単振動と放物運動
大問Ⅱ 弦の上を伝わる波の速度の理論的導出
大問Ⅲ 光電効果
大問Ⅳ 小問集合 (電力輸送，重心，ドップラー効果とうなり，物質の三態)

大問Ⅰは標準的な問題．(4) ⑬は振動の中心がずれることに注意する．
大問Ⅱは，やや難しい理論的計算．誘導に上手く乗れないときちんとした結論を出すのは難しい．
大問Ⅲは内容は標準的であるが，阻止電圧の符号が逆であったり，計算の表式がやや複雑になったりするので，正確に計算結果を求めるのは難しい．
大問Ⅳ (1) の電力輸送は大医では頻出．(2) は手を抜くとミスしやすい．
総じて，ボーダーラインは7割．

医歯学部進学予備校 メビオ
〒540-0033 大阪市中央区石町2-3-12 ベルヴォア天満橋
TEL 06-6946-0109 FAX 06-6941-9416
http://www.mebio.co.jp/
MeBio Scholastics