2018年度　センター試験 物理（本試験）　ワンポイント解説

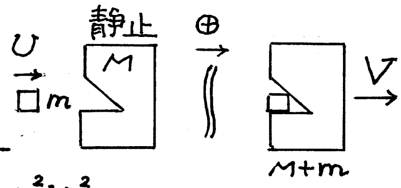
第1問

問1. 運動量保存則

$+mv = +(M+m)V$ [$=p$ とおく]

一体となった物体の運動エネルギー

$K = \frac{1}{2}(M+m)V^2 = \frac{p^2}{2(M+m)} = \frac{m^2v^2}{2(M+m)}$ ⑤

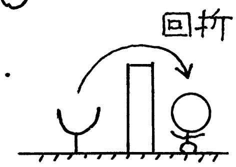


問2. ③が正しい. ①：音の速さは気温で決まる.

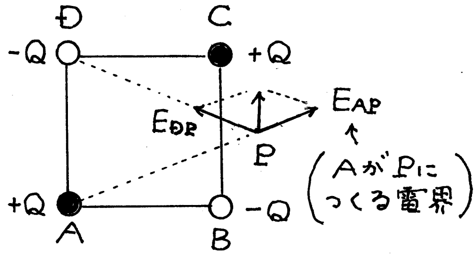
②：1オクターブ高いと振動数が2倍.

④：うなりは振動数が少し異なる音.

⑤：近づく速さが大きいほど，振動数は大きくなる.



問3. まずAとDの電界を合成すると③の方向になる.（右図）同様にBとCの電界を合成すると⑦の方向となるが，こちらの方がPに電荷が近いため大きくなる. よってすべてを合成した向きは ⑦



問4. 温度の定義式 $\frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}kT$ (k：ボルツマン定数) において，分子量をM，アボガドロ定数をN_Aとすると

$m = \frac{M\times10^{-3}}{N_A}$ だから $\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M\times10^{-3}}}$ (R：気体定数)

よって平均運動エネルギーはTに比例し，分子量によらない.

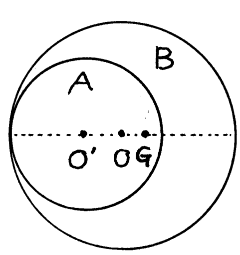
2乗平均速度は$\sqrt{M}$に反比例するので，Heの方が大きい. ①

問5. 円板Aと物体Bをはりつけるともとの円板になると考える. AとBの面積比は

A：B = 4：5 だから $\overline{O'O} : \overline{OG} = 5:4$.

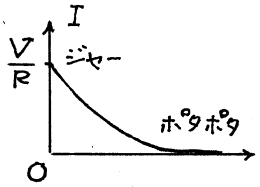
∴ $\overline{OG} = \frac{4}{5}\overline{OO'} = 0.8$ cm ②

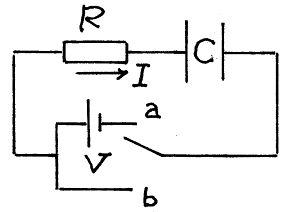
★「バランスバード」ではGがくちばしになっている.



第2問　A

問1. コンデンサーの充電過程はタンクに水をためるイメージでよい. ①



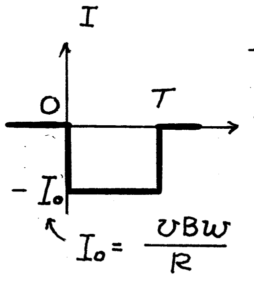


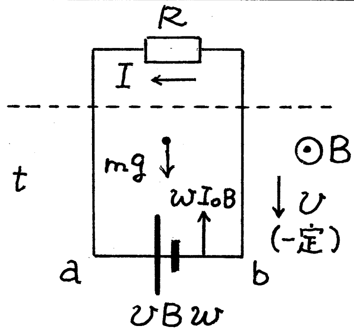
問2. コンデンサーが電池のような役割となる放電過程. たくわえられていた静電エネルギー $\frac{1}{2}CV^2$ がすべてジュール熱となる. ⑧

Copyright (C) 2018 Johnan Prep School

B

問3. 金属線 ab 部分は右図のような一定の起電力（b→a の向きに大きさ vBw）の電池と同じ状態となる.





コイルが完全に磁場の中に入ってしまうと, cd 部分と打ち消しあってしまうのでグラフは ④ のようになる.（I の正の向きに注意）

問4. コイルのつりあいより $mg = wI_0B = w\cdot\dfrac{vBw}{R}\cdot B$

$\therefore\ v = \dfrac{mgR}{B^2w^2}$ ④

第3問

A

問1. $x = 0\,\mathrm{m}$ の媒質は時間とともに右のように振動するから $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$

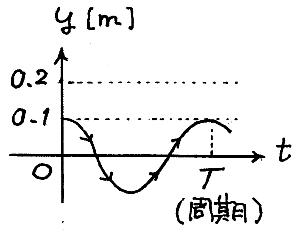
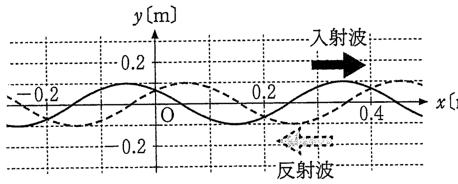


図1より波は 0.1 s で長さ 0.1 m 進んでいるので速さ $v = 1\ \mathrm{m/s}$ とわかる.

波の波長は $\lambda = 0.4\,\mathrm{m}$ なので $T = \dfrac{\lambda}{v} = 0.4\,\mathrm{s}$ ⑥

問2. 図2の反射波と入射波の山と山, 谷と谷が重なりあうところを見れば,（腹間隔は $\dfrac{\lambda}{2}$ となるわけだし）すぐに腹の



位置は … −0.2, 0, 0.2, 0.4, … とわかる.（単位は m）

よって $x = 1.0\,\mathrm{m}$ は, 腹だから自由端で, 節は −0.1 と 0.1 ②

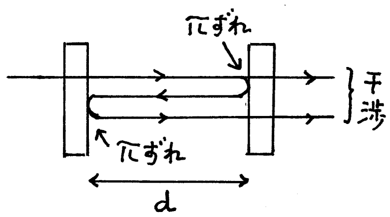
問3. 基本振動の $\dfrac{5T}{8}$ は, へこみが戻り始めるので, $\dfrac{3T}{8}$ と同じ形.

2倍振動の $\dfrac{5T}{8}$ は, 左側がふくらみ切る $\dfrac{T}{8}$ と同じ状態.

これらを合成すれば $\dfrac{3T}{8}$ の左右が反転したような形. ①

B

問4. ガラスの方が屈折率が大きいから反射のときに位相は π ずれる.



間隔が d で強めあったあと, さらに $\dfrac{\lambda}{4}$ 広げると経路差が $\dfrac{\lambda}{2}$ 増え.

そこで一度弱めあった後 $\dfrac{\lambda}{2}$ 広げたところで再び強めあう. ④

問5. 強めあう条件：$2d = \dfrac{\lambda}{2}2m$ $\therefore\ f = \dfrac{c}{2d}m$ $(\because c = f\lambda)$ ③

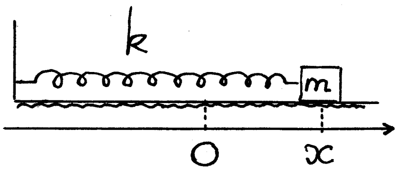
また $f + \Delta f = \dfrac{c}{2d}\underset{\uparrow\text{次の強条件}}{(m+1)}$ だから $\Delta f = \dfrac{c}{2d} = 1.5\times10^{9}\ \mathrm{Hz}$ ⑥

Copyright (C) 2018 Johnan Prep School

第4問

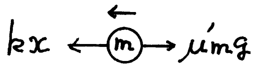
A

問1. $x=x_M$ における弾性力と最大静止摩擦力がつりあうから



$kx_M=\mu mg \quad \therefore x_M=\dfrac{\mu mg}{k}$ ②

問2. 左向きに運動中の合力の水平成分は



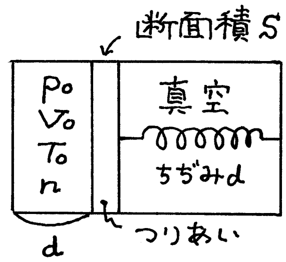
$F=+\mu' mg-kx=-k\left(x-\dfrac{\mu' mg}{k}\right)$

この力は $x=\dfrac{\mu' mg}{k}$ を中心とする単振動を起こす．よって

t_1 は単振動の周期の半分なので $\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ ⑤

B

問3. $V_0=Sd$ が成り立つ．



ピストンのつりあい：$p_0S=kd$

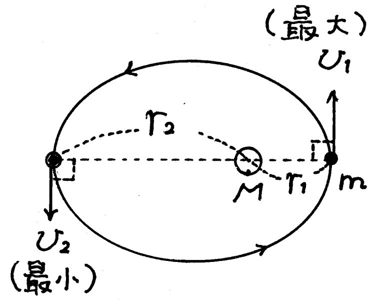
$\therefore \begin{cases} k=\dfrac{p_0S}{d}=\dfrac{p_0S^2}{V_0} \\ \dfrac{1}{2}kd^2=\dfrac{1}{2}p_0V_0=\dfrac{1}{2}nRT_0 \end{cases}$ 状態方程式 ④

問4. $\Delta U=\dfrac{3}{2}nR(T-T_0)$ ⑨

問5. 仕事は，グラフと $V_0 \sim V$ で囲まれた面積 ⑤

第5問

問1. ケプラーの第二法則より



$\dfrac{1}{2}r_1v_1=\dfrac{1}{2}r_2v_2 \quad \therefore r_1v_1=r_2v_2$ ⑥

問2. 運動エネルギーは近日点の r_1 で最大となり r_2 まで単調に減少する.

力学的エネルギー保存則より，

運動エネルギーと位置エネルギーの和が一定（負の値）となっている組合せとして ③

問3. 半径 r の等速円運動では $m\dfrac{v^2}{r}=G\dfrac{Mm}{r^2}$ より

$v=\sqrt{\dfrac{GM}{r}}$. 近日点では円運動と位置エネルギーは共通で，運動エネルギーが大きいから軌道を引きのばして楕円となる. ∴ ⑦

第6問

問1. 素粒子に関する内容はとても難しいが，質量欠損に関する ② の記述が正しいことはすぐわかる.

問2. α崩壊を x 回，β崩壊を y 回とすると，

$238-4x=206,\ 92-2x+y=82$ より $x=8,\ y=6$ ⑨

問3. おなじみの半減期のグラフをえらべばよい.

半減期の2倍の時間経過では $\dfrac{1}{4}$ の250個となる. ⑦

Copyright (C) 2018 Johnan Prep School