

日本医科大学(前期) 物理

2024年2月1日実施

[I]

ア 45° イ 15° ウ 75° エ 1.0 オ 6.3 カ 13 キ 1.0

[II]

ア 2 イ 1 ウ 1 エ $\frac{11}{20}$ オ $\frac{9}{11}$ カ $\frac{279}{220}$ キ $\frac{81}{220}$

[III]

ア 2.0 イ 4.0 ウ 2.8 エ 0 オ -2.0 カ 2.0

【講評】

[I] (1)放物運動 (2)粗い床上での単振動

- (1)基本問題であり完答したい。
- (2)典型問題。カとキで差が付くと思われる。

[II] コンデンサーへの物体の挿入

内容としては難しくない。後半における分数計算の正確さが問われる。

[III] 波の反射

丁寧に作図しさえすれば内容自体は平易だが、差が付くだろう。

【総評】

時間的に余裕はあるが、昨年に比べて計算ミスしやすいという点で難化。正規合格ラインは、[I] 1~2 ミス, [II] 2 ミス, [III] 1~2 ミスで20問中15問正解の「合計75%」程度ではないか。1次通過ラインは「合計65%」程度か。

【ポイント解説】

[I]

(1) 初速を v_0 , 投げ出してから地面に落下するまでの時間を t_0 とし、等加速度運動の式（鉛直上向きは速度）は

$$-v_0 \sin \theta = v_0 \sin \theta - gt_0 \Leftrightarrow t_0 = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

飛距離 L は、 $L = v_0 \cos \theta \times t_0 = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$

飛距離 L を最大にする角度を θ_0 とすると、 $\sin 2\theta_0 = 1 \quad \therefore 2\theta_0 = 90^\circ \quad \therefore \theta_0 = 45^\circ$

飛距離を最大値の半分にする角度を θ_1 とすると、

$$\frac{v_0^2 \sin 2\theta_1}{g} = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} \Leftrightarrow \sin 2\theta_1 = \frac{1}{2} \quad \therefore 2\theta_1 = 60^\circ, 150^\circ \quad \therefore \theta_1 = 30^\circ, 75^\circ$$

(2) 速度が負の物体についての運動方程式

$$m\ddot{x} = -kx + \mu mg \Leftrightarrow \ddot{x} = -k \left(x - \frac{\mu mg}{k} \right)$$

したがって、振動中心は $x = \frac{\mu mg}{k} = +1.0 \text{ m}$, 周期は $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

これと同様にして、速度が正の物体の単振動の振動中心は $x = -\frac{\mu mg}{k} = -1.0 \text{ m}$

$x = +9.0 \text{ m}$ の位置で初速ゼロからスタートする物体の、その後の折り返し点の位置は以下の通り。

[1 回目の折り返し点] $x = -7.0 \text{ m}$

[2 回目の折り返し点] $x = +5.0 \text{ m}$

[3 回目の折り返し点] $x = -3.0 \text{ m}$

[4 回目の折り返し点] $x = +1.0 \text{ m}$

4 回目の折り返し点は振動中心と一致しているため、それ以降は静止したままとなる。なお、題意から、1~3 回目の折り返し点で静止し続けることはないものとする。

また、上記の運動は単振動の 2 周期分に相当する。

[II]

(ア) 容量を C とすると、スイッチを開く前の電荷は $Q = CV$ となる。スイッチを開いた後は、電荷は変

わらず容量が $\frac{C}{2}$ となるので、B の電位は $\frac{Q}{C/2} = \frac{CV}{C/2} = 2V$

(イ) スイッチは開かれているので、B の電荷は Q のままであり、G の上側には $(-Q)$ 、下側には Q 、さらに A には $(-Q)$ が分布する。よって、BG 間と AG 間の電場は(ア)のときと同じ $E = \frac{V}{d}$ となるので、B の電位は $Ed = V$

(ウ) B、G の電荷は Q のままなので、BG 間の電場は G を挿入する前と変わらない。

(エ) $C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{d/4} = 4C$ と $C_2 = \frac{5}{2} \epsilon_0 \frac{S}{3d/4} = \frac{10}{3}C$ の直列なので、合成容量は $C_{\text{合}} = \frac{20}{11}C$

よって、変化後の静電エネルギーは、 $U' = \frac{(CV)^2}{\frac{20}{11}C} = \frac{11}{40}CV^2$ となり、変化前は $U = \frac{1}{2}CV^2$ であることか

ら、 $\frac{U'}{U} = \frac{11}{20}$

(オ) 変化後の電荷は $\frac{20}{11}CV$ となるので、電荷の変化量は $\Delta Q = \frac{20}{11}CV - CV = \frac{9}{11}CV$

(カ) 静電エネルギー変化は $\Delta U = \frac{120}{240}CV^2 - \frac{11}{40}CV^2 = \frac{279}{440}CV^2$ となるので、 $\frac{\Delta U}{U} = \frac{279}{220}$

(キ) 電池の仕事は $\Delta QV = \frac{9}{11}CV^2$ なので、生じるジュール熱を H とすると、エネルギー収支は、

$$\Delta QV = \Delta U + H \quad \therefore H = \frac{81}{440}CV^2$$

$$\therefore \frac{H}{U} = \frac{81}{220}$$

III

ア 図より

イ $vT = \lambda$ に代入する

ウ 作図すると 入射波の変位が $y_1 = \sqrt{2}$
 反射波の変位が $y_2 = \sqrt{2}$

重ね合わせの原理より，合成波の変位は $Y_1 = y_1 + y_2 = 2\sqrt{2} \approx 2.8 \text{ m}$

エ $x = -1.00 \text{ m}$ は定常波の節であるので $Y_2 = 0 \text{ m}$

オ ウと同様に 入射波の変位が $y_3 = 0$
 反射波の変位が $y_4 = -2.0 \text{ m}$

重ね合わせの原理より，合成波の変位は $Y_3 = y_3 + y_4 = -2.0 \text{ m}$

カ ウ・オと同様にして， 入射波の変位が $y_5 = 2.0 \text{ m}$
 反射波の変位が $y_6 = 0$

重ね合わせの原理より，合成波の変位は $Y_4 = y_5 + y_6 = 2.0 \text{ m}$

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 ▶

