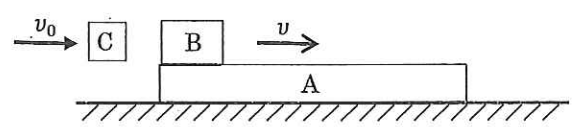


平成 26 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（物理）

次の [1] ～ [3] の問題に答えなさい。設問の解答は解答群より 1 つ選びなさい。[解答番号 [1] ～ [34]]

[1] 図のように、水平でなめらかな床の上に質量 M の長い台 A が静止して、その左端に質量 m の物体 B がおかれている。左方から質量 w の物体 C を水平に速度 v_0 で物体 B に衝突させたところ、物体 B は速度 v で動き始めた。物体 C は台 A にのらずに床に落ちた。物体 C の衝突直後の速度は v_1 であった。衝突は完全弾性衝突とし、台 A と物体 B の間の静止摩擦係数を μ_0 、動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。また、全ての速度は床に対する速度であり、右向きを正として、次の問いに答えなさい。



物体 B と物体 C の衝突は完全弾性衝突なので、反発係数 e は [1] と表せる。また、物体 B の衝突直後の速度 v は、[2] $\times v_0$ となる。

台 A の上を物体 B がすべっている間の台 A と物体 B の加速度を α 、 β とすれば、台 A と物体 B の運動方程式はそれぞれ $M\alpha =$ [3]、 $m\beta =$ [4] である。

しばらくして物体 B は台 A 上で静止して、一体となって速度 V で運動した。衝突してから、速度 V になるまでの時間 t と速度 V は次のように表せる。またこの間に失われた運動エネルギー E は次のようになる。

$$t = \frac{[5]}{[6]} \frac{v}{g} \quad V = \frac{[7]}{[8]} v \quad E = \frac{[9]}{[10]} v^2$$

物体 B が台 A の上から落ちないための台 A の最小の長さ L は次のようになる。ただし、物体 B の大きさは無視する。

$$L = \frac{[11]}{[12]} \frac{v^2}{g}$$

台 A に一定の力 F を左向きに加えて、台 A を静止させる。このとき物体 B が台 A 上をすべらない限度で、最大の力を加えたい。このとき加える力 F の大きさは次のようになる。

$$F = [13]$$

[1] の解答群

- ① $\frac{v_1 - v}{v_0}$ ② $\frac{v_1 + v}{v_0}$ ③ $\frac{v - v_1}{v_1}$ ④ $\frac{v - v_1}{v_0}$ ⑤ $\frac{v_0}{v_1 - v}$ ⑥ $\frac{v_0}{v_1 + v}$

[2] の解答群

- ① $\frac{w}{w + m}$ ② $\frac{w + m}{w}$ ③ $\frac{m}{w + m}$ ④ $\frac{2m}{w + m}$ ⑤ $\frac{2(w + m)}{w}$
⑥ $\frac{2w}{w + m}$ ⑦ $\frac{w}{2(w + m)}$ ⑧ $\frac{w + m}{2w}$ ⑨ $\frac{m}{2(w + m)}$ ⑩ $\frac{2(w + m)}{m}$

[3]、[4]、[13] の解答群

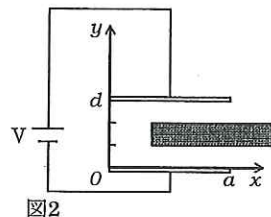
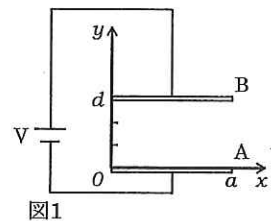
- ① μmg ② $-\mu mg$ ③ μMg ④ $-\mu Mg$ ⑤ $\mu(m + M)g$
⑥ $-\mu(m + M)g$ ⑦ $\mu_0 mg$ ⑧ $\mu_0 Mg$ ⑨ $\mu_0(m + M)g$ ⑩ $\mu_0(M - m)g$

[5] ～ [12] の解答群

- ① m ② M ③ mM ④ $(m + M)$ ⑤ $2(m + M)$
⑥ μm ⑦ μM ⑧ $2\mu m$ ⑨ $\mu(m + M)$ ⑩ $2\mu(m + M)$

平成 26 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（物理）

- 2 一辺の長さが a の正方形の極板 A, B からなる平行板コンデンサーがある。このコンデンサーに起電力 V の電池を図 1, 2 のように接続し、十分に時間を経過させた。また、図 1, 2 において、直交座標系を設定した。極板間は真空であるとし、真空の誘電率を ϵ_0 、極板 A, B の間隔を d として、次の (1) から (4) の設問に答えなさい。ただし、 a は d と比べて十分に大きいものとし、極板間の電場の乱れはないものとする。



- (1) 図 1 において、この状態におけるコンデンサーの電気容量は **14** である。また、極板間の電位と y 座標との関係、および電場の強さと y 座標との関係を示すグラフは、それぞれ **15**, **16** である。
- (2) 次に、極板と同形で厚さ $\frac{d}{3}$ の帯電していない金属板を、極板 A, B と平行な状態で両極板から等しい位置に挿入した。この状態におけるコンデンサーの電気容量は **17** である。また、極板間の電位と y 座標との関係、および電場の強さと y 座標との関係を示すグラフは、それぞれ **18**, **19** である。

- (3) 図 2 において、設問 (2) の金属板をゆっくり挿入する過程を考える。挿入する金属板は極板 A, B と平行な状態を保ち、両極板から等しい位置において、金属板の左端は $x=a$ から $x=0$ の間を移動するものとする。ここで、設問 (1) で求めた電気容量を C とした場合、コンデンサーの電気容量 C_1 は式①で表すことができる。また、挿入する金属板を同形の誘電体（比誘電率 $\epsilon_r = 2$ ）に変更すると、電気容量 C_2 は式②で表すことができる。

$$C_1 = \frac{C}{\mathbf{20}} \left(\mathbf{21} - \frac{x}{a} \right) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

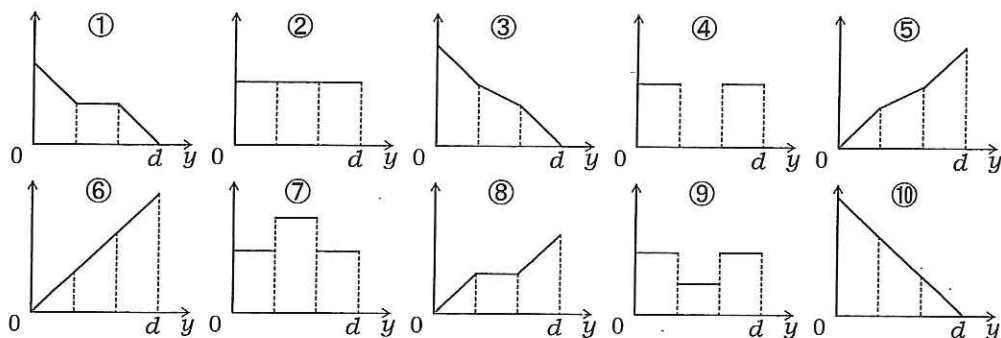
$$C_2 = \frac{C}{\mathbf{22}} \left(\mathbf{23} - \frac{x}{a} \right) \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

- (4) 設問 (3) において、金属板および誘電体の左端を $x=a$ から $x=0$ まで移動させたときに電池がした仕事は、それぞれ **24**, **25** である。

14, **17** の解答群

- ① $\frac{\epsilon_0 a}{d}$ ② $\frac{\epsilon_0 a^2}{d}$ ③ $\frac{\epsilon_0 d}{a}$ ④ $\frac{\epsilon_0 d}{a^2}$ ⑤ $\frac{3\epsilon_0 a}{2d}$ ⑥ $\frac{3\epsilon_0 a^2}{2d}$ ⑦ $\frac{3\epsilon_0 d}{2a^2}$ ⑧ $\frac{3\epsilon_0 a}{d}$ ⑨ $\frac{3\epsilon_0 a^2}{d}$ ⑩ $\frac{3\epsilon_0 d}{a^2}$

15, **16**, **18**, **19** の解答群 (下図の横軸は直交座標系の y 軸に相当し、縦軸は電位、または電場の強さとする。)



20 ~ **23** の解答群

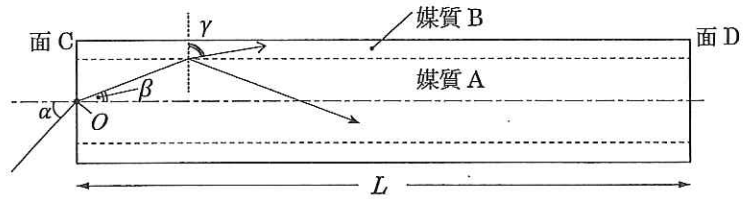
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

24, **25** の解答群

- ① CV^2 ② $\frac{1}{2}CV^2$ ③ $\frac{1}{3}CV^2$ ④ $\frac{2}{3}CV^2$ ⑤ $\frac{1}{4}CV^2$ ⑥ $\frac{3}{4}CV^2$ ⑦ $\frac{1}{5}CV^2$ ⑧ $\frac{2}{5}CV^2$ ⑨ $\frac{3}{5}CV^2$ ⑩ $\frac{4}{5}CV^2$

平成 26 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（物理）

- 3 図のように、屈折率の異なる 2 種類の透明な媒質からなる光ファイバーがある。円柱の中心部分は屈折率 n_a の媒質 A であり、その外側の円筒部分は屈折率 n_b の媒質 B である。光ファイバーの全長を L とし、空気中に置かれているものとする。空気の屈折率を 1 とし、常に $n_a > n_b > 1$ の関係にあるとする。この図は円柱の中心軸を通る平面で切った断面図であり、光ファイバーの両端面 C, D は中心軸に垂直である。



今、面 C の中心 O を通って入射角 α で単色光を入射させたとき、入射角 α と屈折率、屈折角 β の間には、 $\sin \alpha = \boxed{26} \times \boxed{27}$ の関係がある。また、媒質 A に入射した光は媒質 B との境界面の一部は反射し、残りは屈折角 γ で媒質 B に入る。このとき屈折角 γ と角 β の間には、 $\sin \gamma = \boxed{28} \times \boxed{29}$ の関係がある。

媒質 A と媒質 B の境界面での入射角が、ある特別な値 δ 以上になると全反射が起こり、光は媒質 B に入らなくなった。入射角 δ と屈折率の間には、 $\sin \delta = \boxed{30}$ の関係がある。さらに、 δ に対応する α の値を α' とすると $\sin \alpha'$ は屈折率 n_a , n_b を用いて、 $\sin \alpha' = \boxed{31}$ と表せる。

次に全反射する条件下で、光が面 C から面 D に到達する所要時間を求める。ただし、真空中の光の速さを c [m/s] とする。中心 O を通って入射角 $\alpha = 0^\circ$ で入射させたときの所要時間を T_0 , $\alpha = \alpha'$ で入射させて反射を繰り返しながら進むときの所要時間を T_1 とすると、

$$T_0 = \boxed{32} \times \frac{L}{c} \text{ [s]}, \quad T_1 = \boxed{33} \times \frac{L}{c} \text{ [s]} \text{ となる。}$$

入射角 α が 0° から α' までの光を、右図のように、一定時間間隔 t [s] で明暗を繰り返すパルス信号として、面 C から送信した。このとき、面 D で観測すると、明信号の時間が長く、暗信号の時間が短くなった。面 D で明暗信号を観測するためには、 $t > \boxed{34}$ とする必要がある。



$\boxed{26}$, $\boxed{28}$, $\boxed{30}$, $\boxed{31}$, $\boxed{32}$ の解答群

- ① n_a ② $\frac{1}{n_a}$ ③ n_b ④ $\frac{1}{n_b}$ ⑤ $n_a n_b$ ⑥ $\frac{n_a}{n_b}$ ⑦ $\frac{n_b}{n_a}$ ⑧ $\sqrt{n_a^2 + n_b^2}$ ⑨ $\sqrt{n_a^2 - n_b^2}$

$\boxed{27}$, $\boxed{29}$ の解答群

- ① $\sin \beta$ ② $\frac{1}{\sin \beta}$ ③ $\cos \beta$ ④ $\frac{1}{\cos \beta}$ ⑤ $\tan \beta$ ⑥ $\frac{1}{\tan \beta}$

$\boxed{33}$ の解答群

- ① $n_a n_b$ ② $\frac{n_a}{n_b}$ ③ $\frac{n_b}{n_a}$ ④ $\frac{n_a^2}{n_b}$ ⑤ $\frac{n_a}{n_b^2}$ ⑥ $\frac{1}{n_a n_b}$ ⑦ $\frac{1}{n_a^2 n_b}$ ⑧ $\frac{1}{n_a n_b^2}$

$\boxed{34}$ の解答群

- ① T_0 ② T_1 ③ $T_0 - T_1$ ④ $T_0 + T_1$ ⑤ $T_1 - T_0$
⑥ $n_a T_1 - n_b T_0$ ⑦ $n_a T_0 + n_b T_1$ ⑧ $n_a T_0$ ⑨ $n_b T_1$