

# 物 理 I B

(全 問 必 答)

第 1 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 20)

問 1 水面波が、点 P から広がり壁に入射して反射する。ある時点における入射波の波面は図 1 のようである。この時点における反射波の波面として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

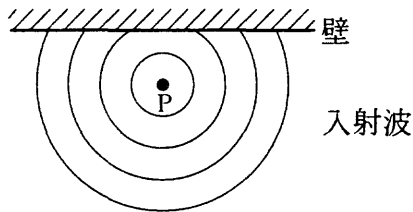
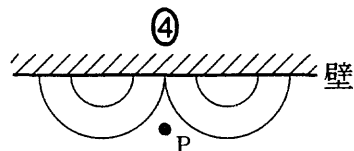
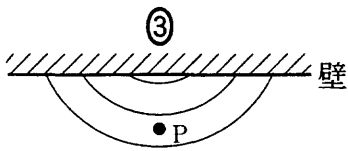
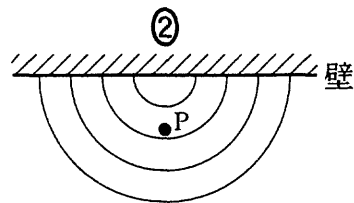
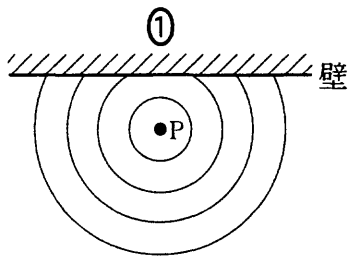


図 1



問 2 質量  $M$ 、太さおよび密度が一様で長さが  $L$  の角棒が図 2 のように水平に置かれている。支点 A は角棒の左端から  $0.1L$ 、支点 B は支点 A から  $0.7L$  の距離にある。この角棒の右端に質量  $m$  のおもりを、質量が無視できる糸を用いてつり下げたところ、角棒は水平のままであった。このとき、支点 A、B で支点が角棒におよぼす力は鉛直上向きである。その大きさをそれぞれ  $F_A$ 、 $F_B$  とする。角棒が支点 B のまわりに回転しないことを表す式はどうか。正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。 2

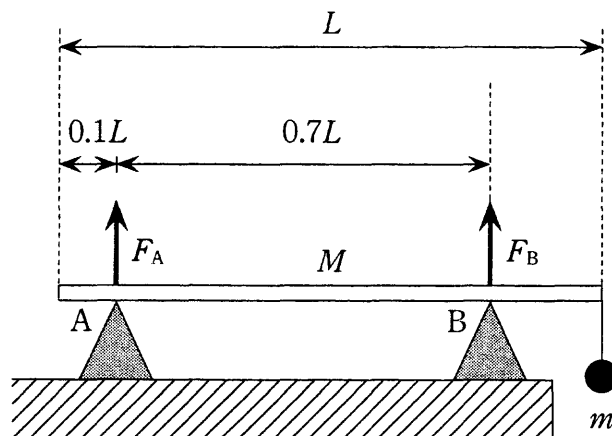


図 2

- ①  $LMg - Lmg - LF_A - LF_B = 0$
- ②  $0.3LMg - 0.7LF_A - 0.2Lmg = 0$
- ③  $0.3LMg - 0.7LF_B - 0.9Lmg = 0$
- ④  $0.5LMg - 0.9LF_A + 0.2LF_B = 0$

問 3 物理量の次元を考える。力学的な量の次元は、質量  $[M]$ 、長さ  $[L]$ 、時間  $[T]$  の組合せで表現できる。たとえば、速さの次元は  $[LT^{-1}]$ 、運動量の次元は  $[MLT^{-1}]$  である。エネルギーの次元はどうか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

- ①  $[MLT^{-2}]$                       ②  $[ML^2T^{-1}]$                       ③  $[M^2LT^{-2}]$
- ④  $[M^2LT^{-1}]$                       ⑤  $[M^2L^2T^{-2}]$                       ⑥  $[ML^2T^{-2}]$

物理 I B

問 4 図 3 のように、AB 間に半導体ダイオードを置き、B に対する A の電位を  $V$  としたとき、A から B に流れる電流  $I$  と  $V$  の関係は図 4 のように与えられる。AB 間に図 5 のように時間変化する電圧  $V$  [V] をかけたとき、ダイオードに流れる電流  $I$  [mA] と時間  $t$  [s] との関係を表すグラフはどれか。最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 4

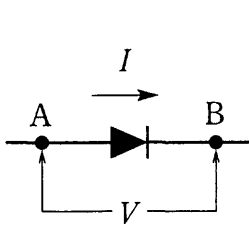


図 3

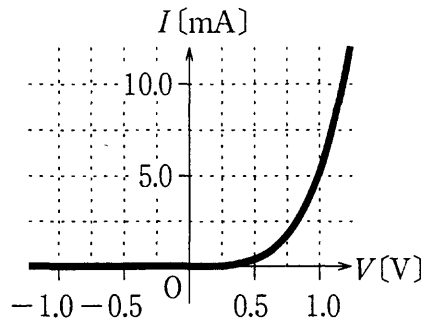


図 4

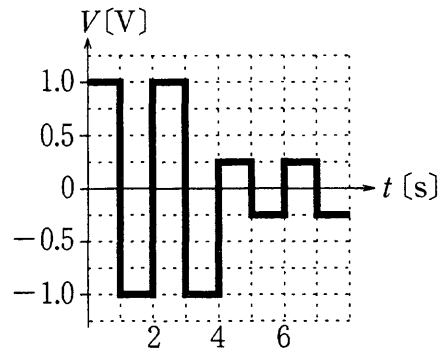
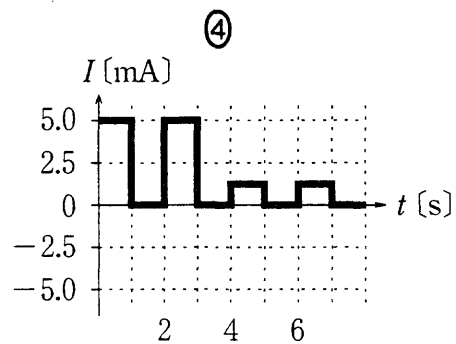
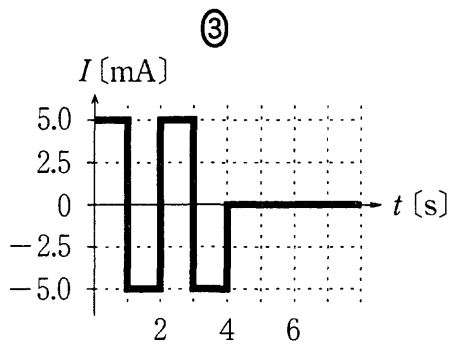
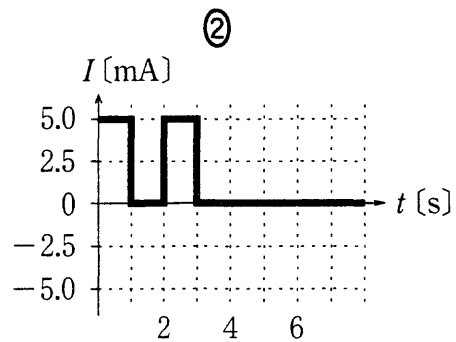
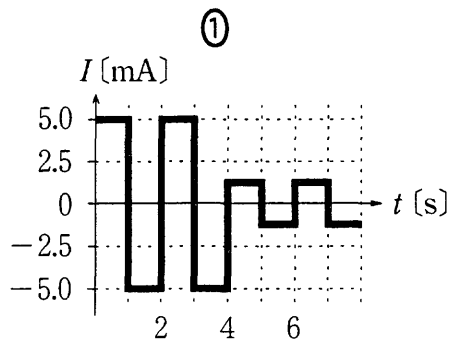
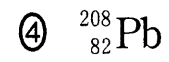
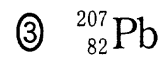
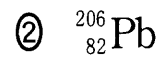
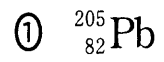


図 5



問 5 ウラン ${}_{82}^{235}\text{U}$ の原子核は $\alpha$ 崩壊と $\beta$ 崩壊を何度か繰り返し、安定な鉛 Pb の原子核になる。この原子核崩壊によって生じる鉛の同位体はどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5



物理 I B

第 2 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

A 図 1 のように, 滑車 A が天井に固定されている。水平な床面上に質量  $M$  の小物体 B を置き, B に伸び縮みしない糸をつけて滑車 A にかけて, 糸の他端に砂を入れた容器 C をつるした。はじめ, 容器 C と砂の質量の和が  $m$  のとき, 糸と床のなす角が  $\theta$  で小物体 B と容器 C は静止していた。その後, 容器 C に砂を加えてその質量を大きくしていくと, 小物体 B は床を右向きにすべり始めた。小物体 B と床の間の静止摩擦係数を  $\mu$ , 重力加速度の大きさを  $g$  とする。ただし, 糸と滑車の質量は無視でき, 滑車はなめらかにまわるものとする。

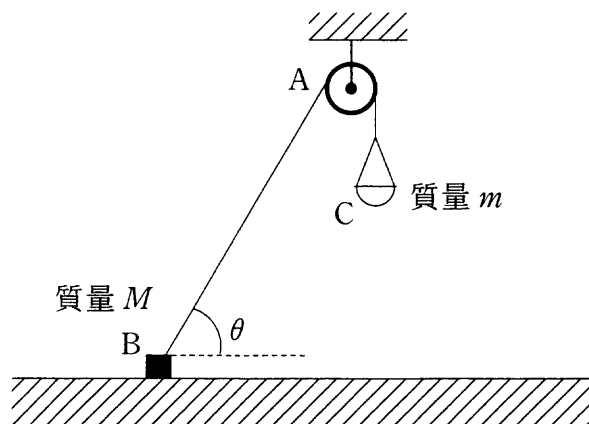


図 1

問 1 はじめ, 小物体 B と容器 C が静止しているとき, B が床から受ける摩擦力  $F$  の大きさはいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選

べ。  $F =$

①  $Mg$

②  $\mu Mg$

③  $mg \cos \theta$

④  $mg \sin \theta$

⑤  $\mu (Mg - mg \sin \theta)$

⑥  $\mu (Mg - mg \cos \theta)$

問 2 容器 C に砂を加えて小物体 B が運動し始めたときの容器 C と砂の質量の和はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

①  $\frac{\mu M}{\mu \sin \theta + \cos \theta}$

②  $\frac{\mu M}{\mu \cos \theta + \sin \theta}$

③  $\frac{\mu M}{\cos \theta}$

④  $\frac{\mu M}{\sin \theta}$

物理 I B

B 図2のように、水平面 A, B が、高さ  $h$  の斜面台をはさんで、なめらかにつながっている。平面と斜面台の交線  $L_A$ ,  $L_B$  は互いに平行で、交線に垂直な斜面台の断面の形は場所によらず同じである。交線  $L_A$  に垂直に交わる直線と角度  $\theta_A$  をなす方向から、質量  $m$  の小物体が速さ  $V_A$  で等速直線運動をしてきて、斜面を通過し、平面 B に到達した。平面 B 上では、小物体は交線  $L_B$  に垂直に交わる直線と角度  $\theta_B$  をなす方向に速さ  $V_B$  で等速直線運動をした。小物体と面との間に摩擦はなく、また、小物体は面から離れることなく運動する。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

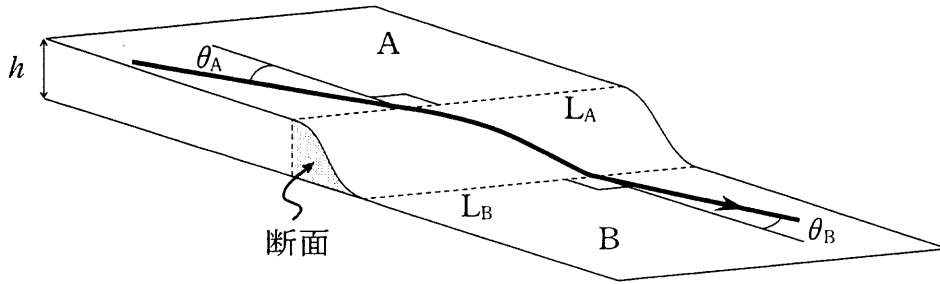


図 2

問 3 平面 B 上での小物体の速さ  $V_B$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  $V_B =$

- |                      |                        |         |
|----------------------|------------------------|---------|
| ① $V_A + \sqrt{gh}$  | ② $\sqrt{V_A^2 + gh}$  | ③ $V_A$ |
| ④ $V_A + \sqrt{2gh}$ | ⑤ $\sqrt{V_A^2 + 2gh}$ |         |

問 4 速さ  $V_A$ ,  $V_B$  および角度  $\theta_A$ ,  $\theta_B$  の間の関係として正しいものを, 次の

①~⑤のうちから一つ選べ。 4

①  $V_A = V_B, \theta_A = \theta_B$

②  $V_A \sin \theta_A = V_B \cos \theta_B$

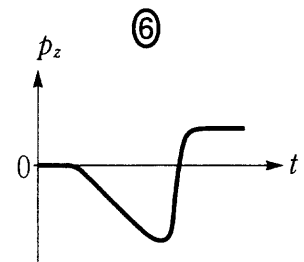
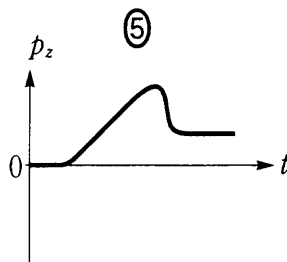
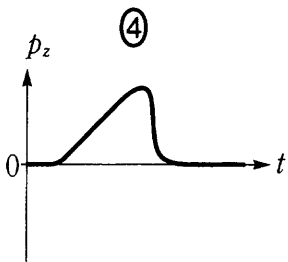
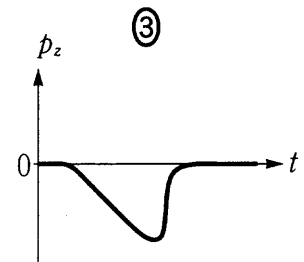
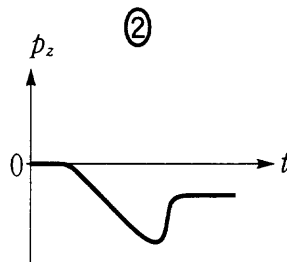
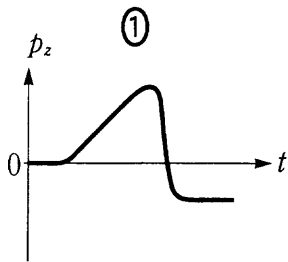
③  $V_A \cos \theta_A = V_B \sin \theta_B$

④  $V_A \sin \theta_A = V_B \sin \theta_B$

⑤  $V_A \cos \theta_A = V_B \cos \theta_B$

問 5 小物体の運動量の鉛直上向き成分  $p_z$  の時間変化を表すグラフとして最も

適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。 5





第 3 問 次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 12)

図 1 のように、栓 C が付いた細い管でつながれた二つの円筒容器 A, B がある。左の容器 A の体積は  $V_0$  で、右の容器 B には、なめらかに動く断面積  $S$  のピストンが取り付けられている。はじめ、栓 C は閉じられており、容器 A には温度  $T_0$  で外部と同じ圧力  $P_0$  の気体が入っている。また、容器 B の内部は真空であり、体積が  $\frac{V_0}{2}$  となるようにピストンが固定されている。ただし、円筒容器、栓、ピストンは熱を通さず、細い管の体積は無視してよいものとする。

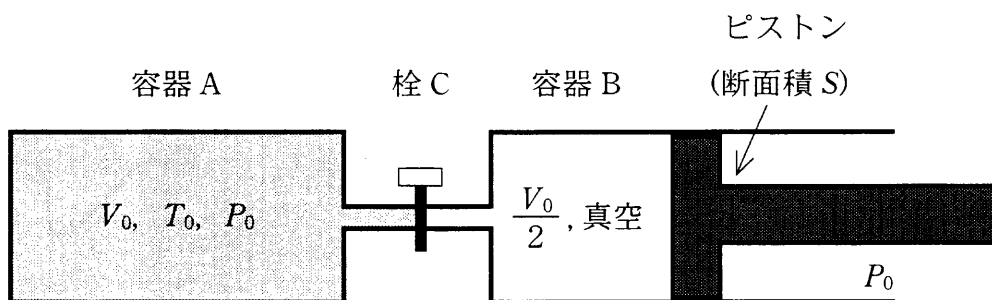


図 1

問 1 ピストンの位置を保ったまま栓 C を開くと、気体が容器 A, B 全体に均様に広がり、温度は変化しなかった。この過程に関する記述として正しいものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 気体は外部に対して仕事をせず、気体の圧力は減少した。
- ② 気体は外部に対して仕事をせず、気体の圧力は変化しない。
- ③ 気体は外部に対して仕事をし、気体の圧力は減少した。
- ④ 気体は外部に対して仕事をし、気体の圧力は変化しない。

問 2 問 1 で気体が一様に広がったのちも、ピストンの位置を一定に保つために、人がピストンに加えなければならない力はいくらか。正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、力は右向きを正とする。 2

- ①  $\frac{P_0}{3}$                       ②  $\frac{2P_0}{3}$                       ③  $-\frac{P_0}{3}$                       ④  $-\frac{2P_0}{3}$   
 ⑤  $\frac{P_0S}{3}$                       ⑥  $\frac{2P_0S}{3}$                       ⑦  $-\frac{P_0S}{3}$                       ⑧  $-\frac{2P_0S}{3}$

問 3 つづいて、ピストンを静かに動かして容器 B 内の気体を容器 A にすべて戻した。このとき、気体の温度  $T_1$ 、圧力  $P_1$  は  $T_0$ 、 $P_0$  に比べてどのようになるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ①  $T_1 > T_0, P_1 < P_0$                       ②  $T_1 < T_0, P_1 > P_0$   
 ③  $T_1 > T_0, P_1 > P_0$                       ④  $T_1 < T_0, P_1 < P_0$   
 ⑤  $T_1 = T_0, P_1 = P_0$

物理 I B

第 4 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1 ~ 6)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 24)

A 図 1 のように, 向かい合わせに置かれた二つのスピーカー  $S_1$  と  $S_2$  が発振器に接続され同一の振動数  $f$  の音波を発している。ただし, 風はなく, 空気中の音速は  $V = 342 \text{ m/s}$  とする。

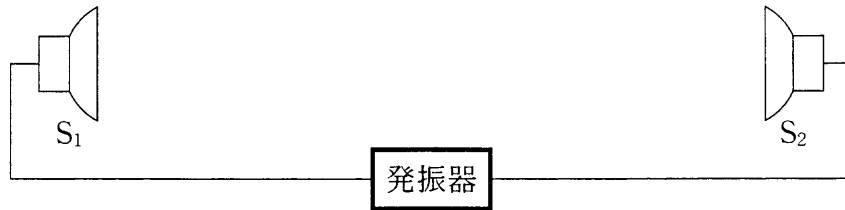


図 1

問 1 スピーカー  $S_1$  と  $S_2$  を結ぶ直線上で音波を観測したところ, 音の大きさが小さくなる場所が等間隔  $d$  で存在した。このことを説明する語として最も適当なものを, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 回折波                      ② 屈折波                      ③ 進行波  
④ 反射波                      ⑤ 定常波

問 2 音波の振動数が  $f = 300 \text{ Hz}$  であったとき, 問 1 の間隔  $d$  は何 m か。最も適当な数値を, 次の①~④のうちから一つ選べ。  $d =$   m

- ① 0.28                      ② 0.57                      ③ 1.14                      ④ 2.28

問 3 観測者が  $S_1$  から  $S_2$  に向かって一定の速さ  $v$  で歩くと、音の大きさが繰り返し変化して聞こえる。音が大きく聞こえる回数は 1 秒あたりいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

①  $f - \frac{v}{d}$

②  $f$

③  $f + \frac{v}{d}$

④  $\frac{v}{2d}$

⑤  $\frac{v}{d}$

⑥  $\frac{2v}{d}$

物理 I B

B 図2のように、波長 $\lambda$ の平行光線を透明で一様な厚さの薄膜に斜めに入射させ、右側で反射光を観察する。光線1は薄膜の表面の点Dで反射する。光線2は点Bで薄膜内に入り、薄膜の裏面の点Cで反射して点Dで再び空気中に出てくる。ただし、空気の絶対屈折率を1、薄膜の絶対屈折率を $n(n > 1)c$ とする。また、図の点線ABは光の波面である。

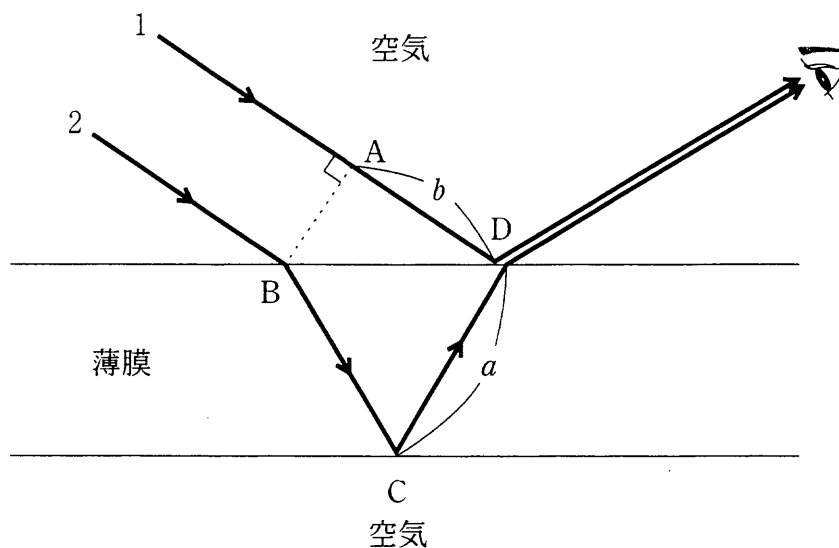


図 2

問 4 薄膜中での光の波長を $\lambda'$ 、光の速さを $c'$ とすると、それらを表す式は

$$\lambda' = \alpha\lambda, \quad c' = \beta c$$

となる。 $\alpha, \beta$ の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 $(\alpha, \beta) = \boxed{4}$

- |            |                      |                                |
|------------|----------------------|--------------------------------|
| ① $(1, n)$ | ② $(n, \frac{1}{n})$ | ③ $(\frac{1}{n}, \frac{1}{n})$ |
| ④ $(n, 1)$ | ⑤ $(\frac{1}{n}, n)$ | ⑥ $(n, n)$                     |

問 5 図 2 で CD の距離を  $a$ , AD の距離を  $b$  とするとき, 光線 1 と光線 2 とが薄膜から反射された後に弱め合う条件として正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし,  $m$  は正の整数とする。 5

$$\textcircled{1} \quad \left( \frac{2a}{\lambda'} - \frac{b}{\lambda'} \right) = m + \frac{1}{2}$$

$$\textcircled{2} \quad \left( \frac{2a}{\lambda} - \frac{b}{\lambda} \right) = m + \frac{1}{2}$$

$$\textcircled{3} \quad \left( \frac{2a}{\lambda'} - \frac{b}{\lambda'} \right) = m$$

$$\textcircled{4} \quad \left( \frac{2a}{\lambda} - \frac{b}{\lambda} \right) = m$$

$$\textcircled{5} \quad \left( \frac{2a}{\lambda'} - \frac{b}{\lambda} \right) = m$$

$$\textcircled{6} \quad \left( \frac{2a}{\lambda'} - \frac{b}{\lambda} \right) = m + \frac{1}{2}$$

問 6 薄膜からの反射光は, 入射角によって強め合ったり弱め合ったりする。この干渉現象と最も深く関係していることから, 次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 白色光を当てると, コンパクトディスクが回折格子の役割をし, 色づいて見える。
- ② 夕暮れ時の太陽は赤く見え, 晴れた日の空は青く見える。
- ③ プリズムに光を当てたら, 赤色よりも青色の光の方がより曲がった。
- ④ 偏光サングラスをかけると, 水面からの反射光が遮断される。
- ⑤ 気象条件によっては, 対岸の風景が浮かび上がって見える<sup>しんきろう</sup>蜃気楼が起こる。

物理 I B

第 5 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 24)

A 図 1 のように起電力  $V$ , 内部抵抗  $r$  の  $n$  個の電池  $E_1, E_2, \dots, E_n$  と  $n$  個のスイッチ  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , 抵抗  $R$  を接続した回路がある。

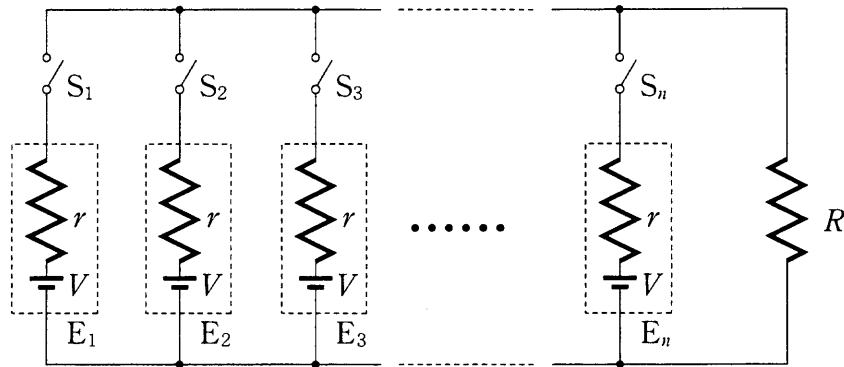


図 1

問 1 二つのスイッチ  $S_1, S_2$  のみを閉じたとき, 抵抗  $R$  に流れる電流はいくらか。正しいものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。

①  $\frac{V}{R + 2r}$

②  $\frac{2V}{2R + r}$

③  $\frac{2V}{R + r}$

④  $\frac{V}{2R + r}$

問 2 スイッチ  $S_1, S_2, \dots, S_n$  のすべてを閉じたとき, 電池  $E_1$  の内部抵抗に発生する単位時間あたりのジュール熱はいくらか。正しいものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。

①  $\frac{rV^2}{(nR + r)^2}$

②  $\frac{RV^2}{(R + nr)^2}$

③  $\frac{RV^2}{(nR + r)^2}$

④  $\frac{rV^2}{(R + nr)^2}$

問 3 すべてのスイッチ  $S_1, S_2, \dots, S_n$  を閉じた状態で抵抗  $R$  に流れる電流を  $I$  とする。 $n$  個の電池を図 2 のように起電力が  $V$  で内部抵抗が  $r'$  の 1 個の電池  $E$  に置き換え、抵抗  $R$  に同じ大きさ  $I$  の電流が流れるようにしたい。内部抵抗  $r'$  をどのようにとればよいか。正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 $r' =$

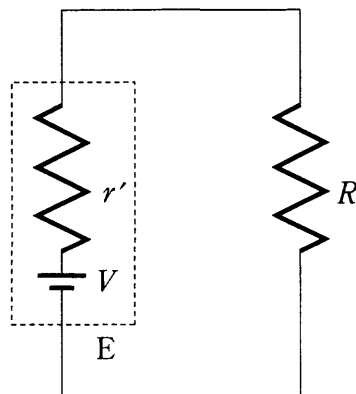


図 2

- ①  $n^2 r$       ②  $nr$       ③  $r$       ④  $\frac{r}{n}$       ⑤  $\frac{r}{n^2}$



物理 I B

B 図3のように、2枚の広い極板 A, B を向かい合わせた平行板コンデンサーがある。中央には電荷をもたない金属板 C が極板 A, B に平行に置かれている。極板 A, B, 金属板 C の面積はともに  $S$ 、金属板の厚さは  $d$ 、極板 A, B の間隔は  $5d$  である。極板 A, B に垂直に  $x$  軸をとり、極板 A の位置を座標の原点とする。ここで、極板 A を接地し、極板 B に  $Q$  の正電荷を与えた。

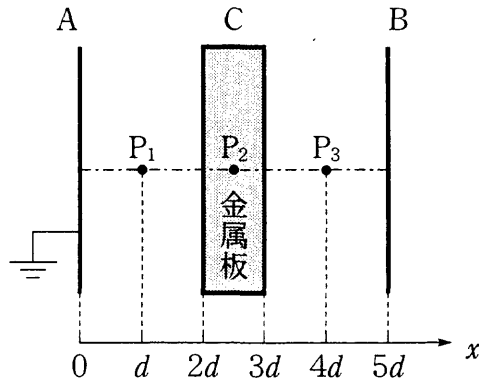


図 3

問 4 図3のように、極板 A, B の中心を結ぶ直線上に点  $P_1, P_2, P_3$  をとる。それぞれの座標は  $x = d, \frac{5d}{2}, 4d$  である。これら3点での電界(電場)の  $x$  成分  $E_1, E_2, E_3$  はそれぞれいくらか。組合せとして正しいものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、電界の  $x$  成分の符号は図3の右向きが正であり、 $E_0 = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$ 、 $\epsilon_0$  を真空の誘電率とする。 4

	①	②	③	④	⑤
$E_1$	$E_0$	$-E_0$	0	$E_0$	$-E_0$
$E_2$	0	0	$E_0$	$-E_0$	$E_0$
$E_3$	$E_0$	$-E_0$	0	$E_0$	$E_0$

問 5 極板 B の電位  $V_B$  は問4の  $E_0$  を用いて表すとどのようになるか。正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  $V_B =$  5

- ①  $-E_0 d$                       ②  $-4E_0 d$                       ③  $-5E_0 d$   
 ④  $E_0 d$                         ⑤  $4E_0 d$                         ⑥  $5E_0 d$

問 6 次に図 4 のように、金属板を  $x$  軸正方向に距離  $d$  だけ平行移動した。このとき、極板 A, B の中心を結ぶ直線上の点の  $x$  座標とその点での電位の関係を表すグラフはどのようになるか。正しいものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 6

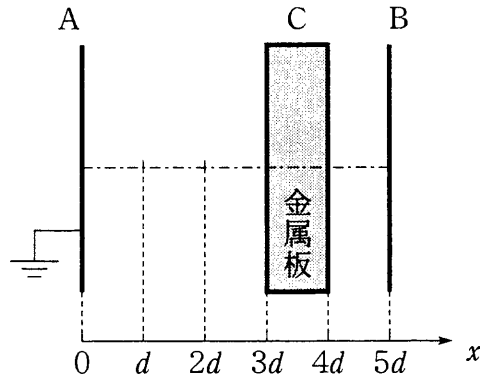
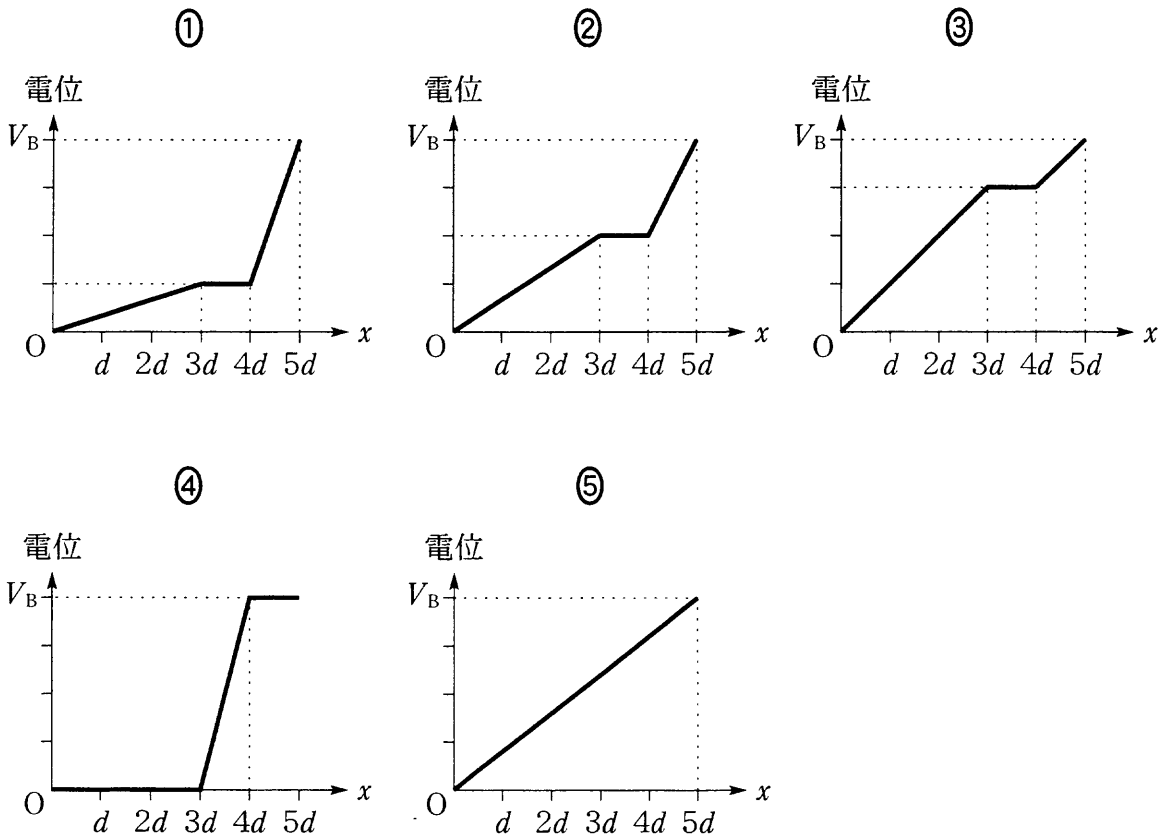


図 4



問題と解答は、独立行政法人 大学入試センターホームページより転載しています。  
ただし、著作権上の都合により、一部の問題・画像を省略しています。

日本一の学校情報



<http://www.js88.com>

インターネット塾・予備校情報サイト



<http://jyuku.js88.com>