

理 科

(1～43ページ)

注 意

- 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
- この問題用紙には、次の3科目の問題が収められています。
 物 理 (1～12ページ)
 化 学 (14～26ページ)
 生 物 (28～43ページ)
- 3科目の中から、医学部出願者は2科目、その他の出願者は1科目を選択し、解答は解答用紙にマークしてください。解答用紙は3科目共通です。
- 解答用紙に受験番号・氏名・選択科目を記入してください。
 受験番号と選択科目は、下記の「受験番号欄記入例」「選択科目欄記入例」に従って正確にマークしてください。
- 試験時間は **60分** (2科目受験者は1科目につき60分) です。
- 試験開始後、問題用紙に不備(ページのふぞろい・印刷不鮮明など)があったら申し出てください。
- 中途退出は認めません。試験終了後、問題用紙は持ち帰ってください。

受験番号欄記入例・選択科目欄記入例

(アルファベットと数字の位置に注意してマークしてください)
(アルファベットのI・O・Qはありません)

受 験 番 号 欄					
	H	5	7	0	9
(A)	○	○	●	○	○
(B)	○	○	○	○	○
(C)	○	○	○	○	○
(D)	○	○	○	○	○
(E)	○	○	○	○	○
(F)	○	○	○	○	○
(G)	○	○	○	○	○
(H)	○	○	○	○	○
(I)	○	○	○	○	○
(J)	○	○	○	○	○
(K)	○	○	○	○	○
(L)	○	○	○	○	○
(M)	○	○	○	○	○
(N)	○	○	○	○	○
(O)	○	○	○	○	○
(P)	○	○	○	○	○
(Q)	○	○	○	○	○
(R)	○	○	○	○	○

「物理」を選択した場合

選 択 科 目 欄	
●	物 理
○	化 学
○	生 物

↑
解答する1科目に
必ずマークしてください

マーク式解答欄記入上の注意

- 解答は、HBの黒鉛筆を使用して丁寧にマークしてください。
 〈マーク例〉
 良い例 ●
 悪い例 ○ ⊕ ⊗ ⊙ ⊖
- 訂正する場合は、プラスチック消しゴムで、きれいにマークを消し取ってください。
- 所定の記入欄以外には、何も記入してはいけません。
- 解答用紙を汚したり、折り曲げたりしてはいけません。

物 理

この問題はⅠからⅤまであります。解答用紙には問題番号が から までありますが、解答に使用する問題番号は から までです。

- Ⅰ 図1のように、水平面に立てた柱と粗い平板をピンで接続し、粗い平板が水平面と角度 θ をなすように固定した。この粗い平板の上に置かれた質量 m の物体Aと質量 $2m$ の物体Bは伸び縮みしない軽い棒によってつながれ、さらに質量 M の物体Cが物体Bと柱に取り付けられた滑車を介して伸び縮みしない軽い糸でつながれて静止している。ただし、物体Aおよび物体Bと粗い平板との静摩擦係数を μ ($\mu < \tan \theta$)、動摩擦係数を $\frac{\mu}{2}$ とする。また、物体A、物体Bおよび物体Cは同一鉛直平面内で運動するものとし、重力加速度の大きさを g とする。

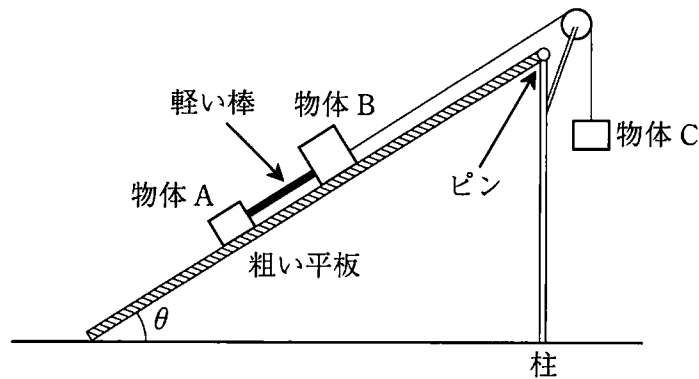


図1

次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

- (1) 物体Bと物体Cをつなぐ糸の張力の大きさを求めよ。

の解答群

- | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $mg \sin \theta$ | ② $2mg \sin \theta$ | ③ $3mg \sin \theta$ |
| ④ Mg | ⑤ $(M - 3m \sin \theta)g$ | ⑥ $(M + 3m \sin \theta)g$ |

(2) 物体 C が静止していることから、 M のとりうる最小値を求めよ。 2

2 の解答群

- ① $3m \left(\sin \theta - \frac{\mu}{2} \cos \theta \right)$ ② $3m (\sin \theta - \mu \cos \theta)$ ③ $3m \left(\frac{\mu}{2} \sin \theta - \cos \theta \right)$
 ④ $3m (\mu \sin \theta - \cos \theta)$ ⑤ $3m \left(\sin \theta + \frac{\mu}{2} \cos \theta \right)$ ⑥ $3m (\sin \theta + \mu \cos \theta)$
 ⑦ $3m \left(\frac{\mu}{2} \sin \theta + \cos \theta \right)$ ⑧ $3m (\mu \sin \theta + \cos \theta)$ ⑨ $3m (\sin \theta + \cos \theta)$

次に、図 2 のように、粗い平板を徐々に水平に近づけていくと、平板が水平になった瞬間に物体 A、物体 B および物体 C が静かに動きはじめたので、そのまま平板を水平状態で固定した。物体が動きはじめた瞬間、物体 C は水平面から高さ h の位置にあったとする。物体 B と物体 C をつなぐ糸は十分に長く、物体 C が水平面に到達するよりも前に、物体 B が滑車まで到達することはないとする。

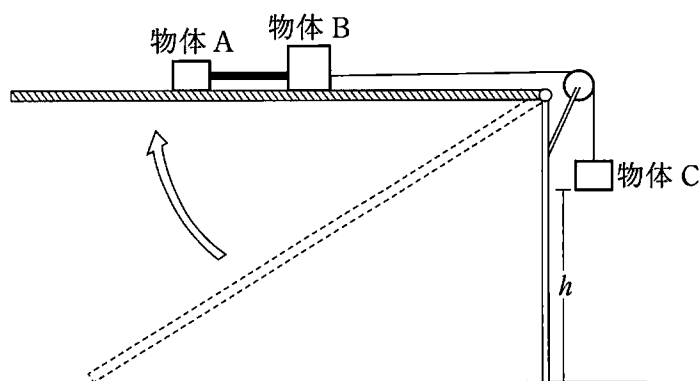


図 2

(3) 静止摩擦係数 μ を求めよ。 3

3 の解答群

- ① $\frac{m}{2m + M}$ ② $\frac{2m}{m + M}$ ③ $\frac{M}{3m}$
 ④ $\frac{2m + M}{m}$ ⑤ $\frac{m + M}{2m}$ ⑥ $\frac{3m}{M}$

(4) 運動中の物体 A と物体 B をつなぐ棒の張力の大きさを求めよ。 4

4 の解答群

- ① $\frac{M(6m + M)}{6(3m + M)} g$ ② $\frac{M(6m + M)}{2(3m + M)} g$ ③ $\frac{3mM}{3m + M} g$
 ④ Mg ⑤ $\frac{M - 3m}{2} g$ ⑥ $(M - 3m)g$

(5) 物体 C が動きはじめてから水平面に到達するまでにかかる時間を求めよ。 5

5 の解答群

① $\sqrt{\frac{Mh}{(3m + M)g}}$

② $2\sqrt{\frac{Mh}{(3m + M)g}}$

③ $\sqrt{\frac{h}{g}}$

④ $2\sqrt{\frac{h}{g}}$

⑤ $\sqrt{\frac{(3m + M)h}{Mg}}$

⑥ $2\sqrt{\frac{(3m + M)h}{Mg}}$

- Ⅱ 図1のように、振動数 f_0 の音波を出す音源Sが速さ u で運動し、静止している観測装置Oに近づく場合を考える。空気中の音速は V であり、 $u < V$ である。また、風は吹いていない。



図1

次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

- (1) 時間 t の間に、音源が出す波の個数を求めよ。 6

6 の解答群

- | | | |
|--------------------|--------------------|------------|
| ① $\frac{f_0}{t}$ | ② $\frac{t}{f_0}$ | ③ $f_0 t$ |
| ④ $\frac{f_0}{ut}$ | ⑤ $\frac{ut}{f_0}$ | ⑥ $f_0 tu$ |

- (2) 音源から観測装置Oに向かう音波の波長 λ_s を求めよ。 7

7 の解答群

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $\frac{Vf_0}{V - u}$ | ② $\frac{V - u}{Vf_0}$ | ③ $\frac{Vf_0}{V + u}$ |
| ④ $\frac{V + u}{Vf_0}$ | ⑤ $\frac{V - u}{f_0}$ | ⑥ $\frac{V + u}{f_0}$ |

次に、図2のように、速さ u で運動する音源Sと、速さ v で運動する反射板Rの間に、観測装置Oが静止している場合を考える。音源Sは観測装置Oに近づいているが、反射板Rは観測装置Oから遠ざかっている。音源Sから観測装置Oに直接届く音波を直接音、反射板Rで反射されてから観測装置Oに届く音波を反射音と呼ぶことにする。音源Sから出た直接音と反射音が観測装置Oに届いてから十分に時間が経過している状態を考える。



図2

(3) 時間 t の間に、音源 S から反射板 R に到達する波の個数を求めよ。 8

8 の解答群

① $\frac{\lambda_s t}{V + v}$

② $\frac{\lambda_s t}{V - v}$

③ $\frac{V + v}{\lambda_s t}$

④ $\frac{V - v}{\lambda_s t}$

⑤ $\frac{(V + v)t}{\lambda_s}$

⑥ $\frac{(V - v)t}{\lambda_s}$

(4) 反射板 R から観測装置 O に向かう反射音の波長を求めよ。 9

9 の解答群

① $\frac{(V + u)(V + v)}{(V - v)f_0}$

② $\frac{(V - u)(V + v)}{(V - v)f_0}$

③ $\frac{(V + u)(V - v)}{(V + v)f_0}$

④ $\frac{(V - u)(V - v)}{(V + v)f_0}$

⑤ $\frac{V - v}{f_0}$

⑥ $\frac{V + v}{f_0}$

(5) 直接音の振動数 f_1 と反射音の振動数 f_2 の比 $\frac{f_1}{f_2}$ が 1.1 であった。音速を $V = 340[\text{m/s}]$ とするとき、反射板 R の速さ $v[\text{m/s}]$ を求めよ。 10 m/s

10 の解答群

① 3.4

② 3.7

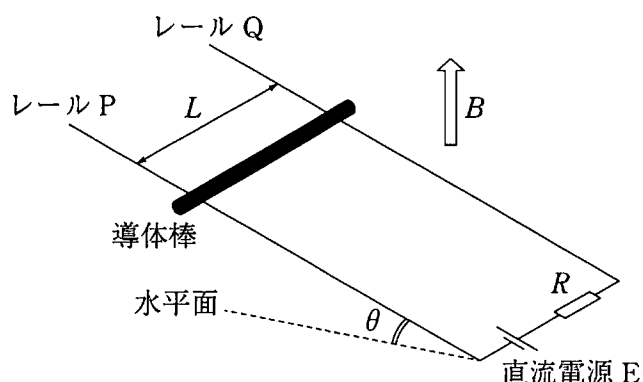
③ 7.2

④ 16

⑤ 31

⑥ 34

- Ⅲ 図のように、鉛直上向きで磁束密度の大きさが B の磁場中に、水平面に対する傾きが θ の 2 本の平行な導体レール P, Q がある。2 本のレールの間隔は L であり、レール P, Q の下端は抵抗値 R の電気抵抗と、直流電源 E が接続されており、2 本のレールの上端は接続されていない。レール P, Q の上に、質量 m の導体棒をレール P, Q に対して垂直にのせて静かにはなすとき、直流電源 E の電圧の大きさによって、導体棒がレール上をどのように運動するかを考える。はじめに直流電源 E の電圧の大きさを E_1 に設定し、導体棒をレール P, Q 上で静かにはなしたところ、導体棒は運動せずにレール P, Q 上で静止した。ただし、直流電源 E の内部抵抗、レール P, Q および導体棒の電気抵抗、導体棒とレール P, Q の間の摩擦、空気抵抗は無視できるものとする。また、レール P, Q は十分に長いものとし、重力加速度の大きさを g とする。



次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

- (1) 磁場が導体棒におよぼす力の大きさを求めよ。 11

11 の解答群

- | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| ① $\frac{E_1 BL}{R}$ | ② $\frac{E_1}{RBL}$ | ③ $\frac{E_1 L}{RB}$ |
| ④ $\frac{R}{E_1 BL}$ | ⑤ $\frac{RBL}{E_1}$ | ⑥ $\frac{RB}{E_1 L}$ |

- (2) 直流電源 E の電圧の大きさ E_1 を求めよ。 12

12 の解答群

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $\frac{mgR \sin \theta}{BL}$ | ② $\frac{mgR \cos \theta}{BL}$ | ③ $\frac{mgR \tan \theta}{BL}$ |
| ④ $\frac{mgR}{BL \sin \theta}$ | ⑤ $\frac{mgR}{BL \cos \theta}$ | ⑥ $\frac{mgR}{BL \tan \theta}$ |

次に、直流電源 E の電圧の大きさを $2E_1$ に変化させて、導体棒をレール P, Q 上で静かにはなしたところ、導体棒はレール P, Q と垂直を保ちながら、レール P, Q に沿って上向きに動き始めた。

(3) 導体棒の速さが v のとき、導体棒に生じる誘導起電力の大きさ V を求めよ。 13

13 の解答群

- | | | |
|------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① vBL | ② $vBL\sin\theta$ | ③ $vBL\cos\theta$ |
| ④ $\frac{BL}{v}$ | ⑤ $\frac{BL\sin\theta}{v}$ | ⑥ $\frac{BL\cos\theta}{v}$ |

(4) 導体棒の速さが v のとき、導体棒の加速度の大きさを求めよ。 14

14 の解答群

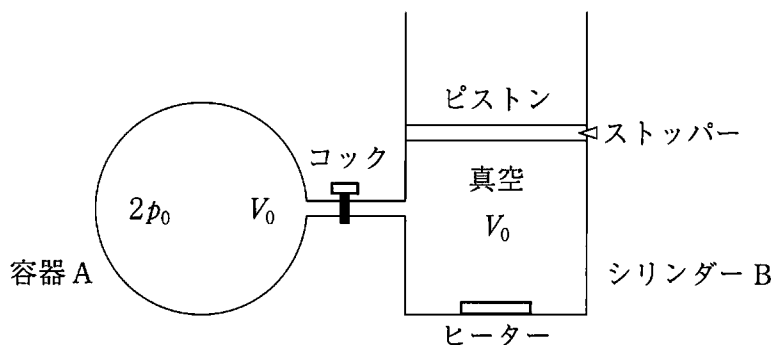
- | | |
|---|---|
| ① $\frac{(2E_1 + V)BL\sin\theta}{mR} - g\sin\theta$ | ② $\frac{(2E_1 - V)BL\sin\theta}{mR} - g\sin\theta$ |
| ③ $\frac{(2E_1 + V)BL\cos\theta}{mR} - g\sin\theta$ | ④ $\frac{(2E_1 - V)BL\cos\theta}{mR} - g\sin\theta$ |
| ⑤ $\frac{(2E_1 + V)BL}{mR\sin\theta} - g\sin\theta$ | ⑥ $\frac{(2E_1 - V)BL}{mR\sin\theta} - g\sin\theta$ |
| ⑦ $\frac{(2E_1 + V)BL}{mR\cos\theta} - g\sin\theta$ | ⑧ $\frac{(2E_1 - V)BL}{mR\cos\theta} - g\sin\theta$ |

(5) 導体棒はやがて一定の速さで運動するようになる。その速さを求めよ。 15

15 の解答群

- | | | |
|--|---|--|
| ① $\frac{mgR\sin\theta}{(BL\cos\theta)^2}$ | ② $\frac{mgR}{(BL)^2\cos\theta}$ | ③ $\frac{mgR\cos\theta}{(BL\sin\theta)^2}$ |
| ④ $\frac{mgR}{(BL)^2\sin\theta}$ | ⑤ $\frac{2mgR\sin\theta}{(BL\cos\theta)^2}$ | ⑥ $\frac{2mgR}{(BL)^2\cos\theta}$ |

IV 図のように、大気圧 p_0 の大気中に容積が V_0 の容器 A とシリンダー B がコックのついた細い管で接続されている。シリンダー B にはなめらかに動く軽いピストンが取り付けられており、底面には内部の気体に熱を加えることのできるヒーターが取り付けられている。はじめ、コックは閉じていて、容器 A 内には圧力 $2p_0$ 、絶対温度 T_0 の単原子分子理想気体が封入されている。また、シリンダー B 内部の体積が V_0 となる位置でピストンがストッパーによって固定されており、シリンダー B 内は真空となっている。容器 A、シリンダー B、コックと細い管およびピストンは熱を通さず、これらの熱容量は無視でき、コックと細い管およびヒーターの容積は無視できるものとする。



次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) はじめの状態で容器 A に封入されている気体の内部エネルギーを求めよ。 16

16 の解答群

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{1}{2} p_0 V_0$ | ② $p_0 V_0$ | ③ $\frac{3}{2} p_0 V_0$ |
| ④ $2 p_0 V_0$ | ⑤ $\frac{5}{2} p_0 V_0$ | ⑥ $3 p_0 V_0$ |

次に、コックを静かに開くと、容器 A からシリンダー B 内に気体の流れ出て両容器に均一に広がり、しばらくすると容器 A とシリンダー B 内の気体の圧力がともに p_0 となった。

(2) 均一な状態になったときの気体の絶対温度 T_1 を求めよ。 17

17 の解答群

- | | | |
|---------------------|---------------------|-----------|
| ① $\frac{1}{4} T_0$ | ② $\frac{1}{2} T_0$ | ③ T_0 |
| ④ $2 T_0$ | ⑤ $4 T_0$ | ⑥ $8 T_0$ |

次に、コックを閉じて、ストッパーを外した後、ヒーターによりシリンダー B 内の気体をゆっくり加熱すると、気体が膨張していった。シリンダー B 内の気体の体積が $\frac{3}{2} V_0$ となったところで加熱をやめ、再びストッパーでピストンを固定した。

- (3) 体積が $\frac{3}{2} V_0$ となったときのシリンダー B 内の気体の絶対温度を求めよ。 18

18 の解答群

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $\frac{1}{2} T_1$ | ② T_1 | ③ $\frac{3}{2} T_1$ |
| ④ $2 T_1$ | ⑤ $\frac{5}{2} T_1$ | ⑥ $3 T_1$ |

- (4) この過程で気体が外部にした仕事を求めよ。 19

19 の解答群

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{1}{2} p_0 V_0$ | ② $p_0 V_0$ | ③ $\frac{3}{2} p_0 V_0$ |
| ④ $2 p_0 V_0$ | ⑤ $\frac{5}{2} p_0 V_0$ | ⑥ $3 p_0 V_0$ |

次に、ピストンを固定したまま静かにコックを開き、十分に時間が経過すると、気体が均一に混ざり合って定常状態となった。

- (5) この気体の混合において、気体の内部エネルギーの和が保存されることをふまえて、均一な状態となったときの気体の絶対温度を求めよ。 20

20 の解答群

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① T_1 | ② $\frac{5}{4} T_1$ | ③ $\frac{3}{2} T_1$ |
| ④ $\frac{7}{4} T_1$ | ⑤ $2 T_1$ | ⑥ $\frac{9}{4} T_1$ |

V 金属に振動数の大きな光を照射すると金属表面から電子(光電子)が飛び出す。この現象を光電効果という。この現象は光が光子(光量子)として粒子性をもち、その振動数 ν に比例したエネルギー $E = h\nu$ をもつと考えるとうまく説明できる。ここで、 h はプランク定数である。

次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) 光速 c 、波長 λ の光子のもつエネルギー E を求めよ。 21

21 の解答群

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{h\lambda}{c}$ | ② $\frac{hc}{\lambda}$ | ③ $\frac{h\lambda}{2c}$ |
| ④ $\frac{hc}{2\lambda}$ | ⑤ $\frac{h\lambda}{c^2}$ | ⑥ $\frac{hc^2}{\lambda}$ |

(2) 光電効果に関する記述として正しいものを一つ選べ。 22

22 の解答群

- ① 光子は正の電荷を帯び、波動性を備えた粒子である。
- ② 金属に照射する光の角度を変化させると、飛び出す光電子の運動エネルギーが変化する。
- ③ 金属に照射する光の振動数を変化させても、飛び出す光電子の運動エネルギーは変化しない。
- ④ 金属に照射する光の振動数を変えなければ、金属の種類を変化させても、飛び出す光電子の運動エネルギーの最大値は変化しない。
- ⑤ 金属に照射する光の振動数は変えず、強度(光子の数)を増すと、飛び出す光電子の数が増える。
- ⑥ 金属に照射する光の振動数は変えず、強度(光子の数)を増すと、飛び出す光電子の運動エネルギーが大きくなる。

光電効果が発生させるためには、金属内の電子にあたえる光子のエネルギーが、金属の仕事関数 W より大きくなければならず、照射する光の振動数がある値 ν_0 (限界振動数) 以上でなければならない。

(3) 光の限界振動数 ν_0 を求めよ。 23

23 の解答群

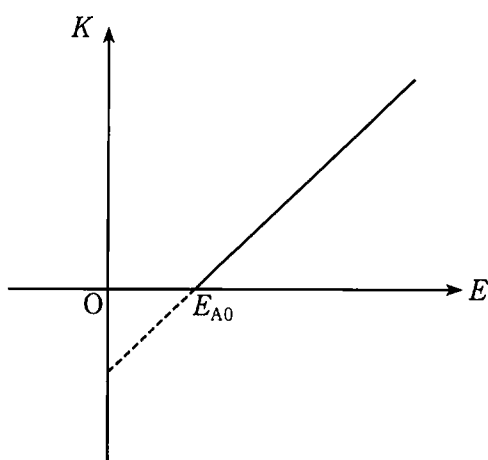
- | | | |
|-----------------|------------------|-------------------|
| ① hW | ② $2hW$ | ③ $\frac{1}{2}hW$ |
| ④ $\frac{W}{h}$ | ⑤ $\frac{2W}{h}$ | ⑥ $\frac{W}{2h}$ |

(4) 振動数 ν_1 ($\nu_1 > \nu_0$) をもつ光子を金属に照射して光電効果を起こした場合の、光電子のもつ運動エネルギーの最大値 K を求めよ。 24

24 の解答群

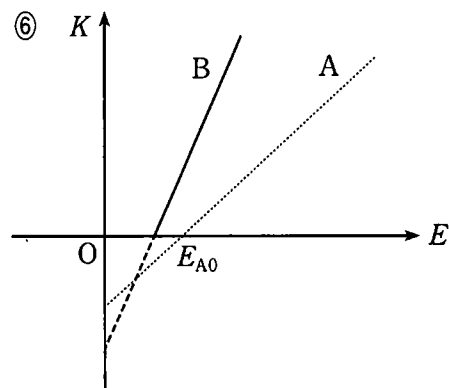
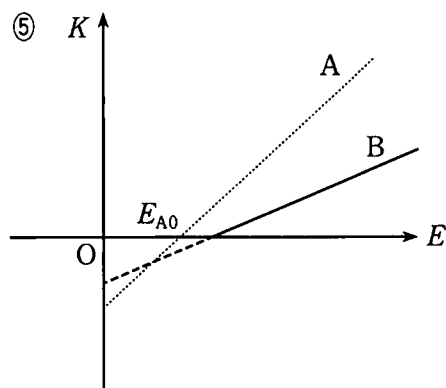
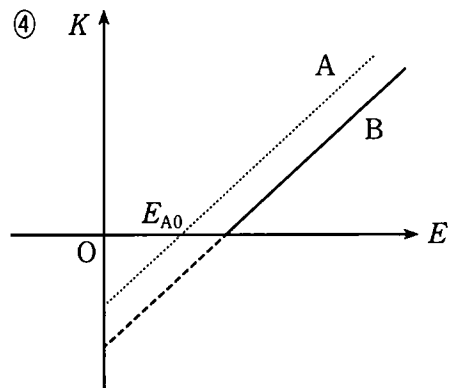
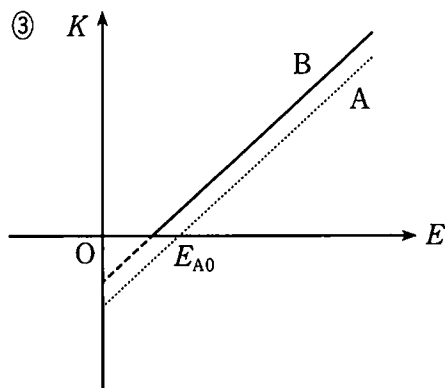
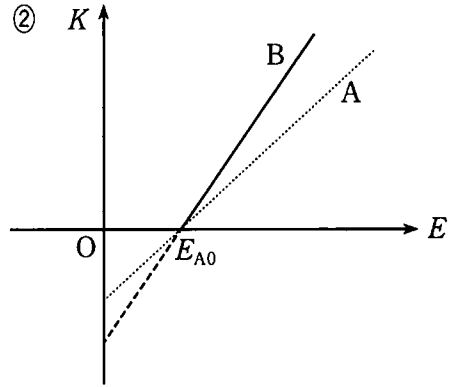
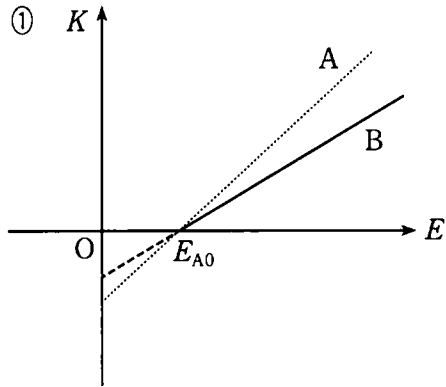
- | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| ① $h(\nu_0 + 2\nu_1)$ | ② $2h(\nu_0 + \nu_1)$ | ③ $h(\nu_0 + \nu_1)$ |
| ④ $h(2\nu_1 - \nu_0)$ | ⑤ $2h(\nu_1 - \nu_0)$ | ⑥ $h(\nu_1 - \nu_0)$ |

図は、ある金属 A で光電効果の実験を行なった際に、照射する光子のエネルギー E と金属から飛び出す光電子の最大運動エネルギー K の関係をグラフに表したものである。ここで、図の E_{A0} は金属 A で光電効果が発生させるために必要な光子のエネルギーの最小値を表している。



- (5) 金属 A よりも仕事関数 W の大きな金属 B による光電効果の実験の結果を表したグラフとして最も適当なものはどれか。ただし、図の点線は金属 A についての実験結果を表すものとする。 25

25 の解答群



物理の問題はここまでです

このページは余白です。