平成 28 年度
入学試験問題

理　　　科

注　意　事　項

(1) 出題科目およびページは，下表のとおりです。

科　目	頁	科　目	頁	科　目	頁
物　理	1～11	化　学	1～11	生　物	1～21

(2) 解答欄にマークする時は，HBの黒鉛筆（シャープペンシルは〔HB〕0.5 mm 以上の芯であれば使用可）で正確に記入してください。

(3) マークにおける正しい例・悪い例。

イ　正しい例

例えば３と解答したいならば 1 ① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ のように記入ワクを正確に塗りつぶしてください。

ロ　悪い例

1	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	○印で囲む	このような記入をしないでください。
2	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	∨印をつける	
3	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	正確に塗っていない	
4	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	記入がナナメになっている	
5	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	上下のワクをつきぬけている	
6	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	中心を塗りつぶしていない	

(4) 一度記入したマークを訂正する場合は，プラスチック製消しゴムで完全に消してから記入してください。

1 ① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ のように×印をしても消したことになりません。

(5) 解答は，解答用紙の所定欄に記入し，その他の部分には何も書かないでください。

(6) 解答用紙を折りまげたり，破ったり汚したりしないでください。

C 1 ―理科
理工・薬・農・医・
生物理工・工

（平成28年３月８日実施）

物　　　理

以下の $\boxed{1}$ から $\boxed{38}$ にあてはまる最も適切な答えを各解答群から１つ選び，解答用紙（マークシート）にマークせよ。ただし，同じ番号をくり返し選んでもよい。数値を選ぶ場合は最も近い値を選ぶものとする。

Ⅰ　真空中で，水平でなめらかな床面上に直交座標系の x 軸をとり，鉛直上向きに y 軸をとる。x 軸の正の向きに強さ E〔V/m〕の一様な電場が加えられている。この電場中において，質量が m〔kg〕で正の電荷 Q〔C〕をもつ荷電粒子を考える。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。

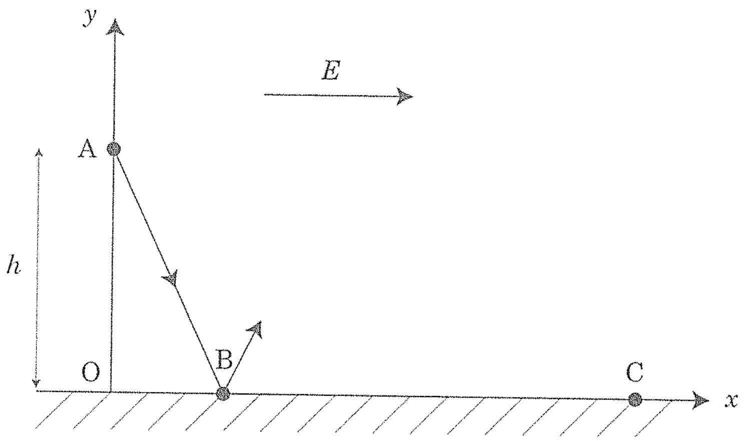


図１

(1)　図１のように，y 軸上の高さ h〔m〕の点Ａにおいて荷電粒子を静かにはなしたところ，粒子は xy 平面内を直線運動して x 軸上の点Ｂに達し，点Ｂにおいて床面と弾性衝突してはねかえった後，再び x 軸上の点Ｃに落下した。荷電粒子が点Ａから点Ｂまで行くのにかかる時間は $t_0 = \boxed{1}$〔s〕であり，原点Ｏから点Ｂまでの距離は $x_0 = \boxed{2}$〔m〕である。また，荷電粒子が点Ｂに達する直前の運動エネルギーは $\boxed{3}$〔J〕である。さらに，荷電粒子が点Ｂから点Ｃまで行くのにかかる時間は $\boxed{4}$ $\times t_0$〔s〕であり，原点Ｏから点Ｃまでの距離は $\boxed{5}$ $\times x_0$〔m〕である。

$\boxed{\quad 1 \quad}$ の解答群

① $\sqrt{\dfrac{h}{g}}$　② $\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　③ $2\sqrt{\dfrac{h}{g}}$

④ $2\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{mh}{mg+EQ}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{2mh}{mg+EQ}}$

⑦ $\sqrt{\dfrac{mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$

$\boxed{\quad 2 \quad}$ の解答群

① $\dfrac{EQh}{mg}$　② $\dfrac{2EQh}{mg}$　③ $\dfrac{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}{mg}h$　④ $2\dfrac{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}{mg}h$

⑤ $\dfrac{mgh}{EQ}$　⑥ $\dfrac{2mgh}{EQ}$　⑦ $\dfrac{mgh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}$　⑧ $\dfrac{2mgh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}$

$\boxed{\quad 3 \quad}$ の解答群

① mgh　② $2mgh$　③ $\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}\,h$

④ $2\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}\,h$　⑤ $mgh+\dfrac{E^2Q^2}{mg}h$　⑥ $mgh+\dfrac{2E^2Q^2}{mg}h$

⑦ $mgh+\dfrac{m^2g^2}{EQ}h$　⑧ $mgh+\dfrac{2m^2g^2}{EQ}h$

$\boxed{\quad 4 \quad}$, $\boxed{\quad 5 \quad}$ の解答群

① 2　② 3　③ 4　④ 5　⑤ 6　⑥ 7　⑦ 8　⑧ 9　⑨ 10

(2) 今度は点Aから同じ荷電粒子をx軸の負の向きに水平に放出したところ，図2のような軌道を通ってx軸上の点Dに達した。さらに，点Dにおいて床面と弾性衝突をした後，同じ軌道を逆向きにたどって点Aに戻った。荷電粒子を放出した初速度の大きさをv_0〔m/s〕として，これを求めよう。荷電粒子が放出されてから点Dに達するまでの時間は $\boxed{\;6\;}$ 〔s〕であり，原点Oから点Dまでの距離は $\boxed{\;7\;}$ 〔m〕である。さらに，荷電粒子が点Dから点Aに戻るまでの時間は $\boxed{\;8\;}$ 〔s〕であり，点Aに戻ったときの荷電粒子のx軸方向の速度は $\boxed{\;9\;}$ 〔m/s〕である。したがって，荷電粒子を放出したときの初速度の大きさは$v_0 =$ $\boxed{\;10\;}$ 〔m/s〕であることがわかる。

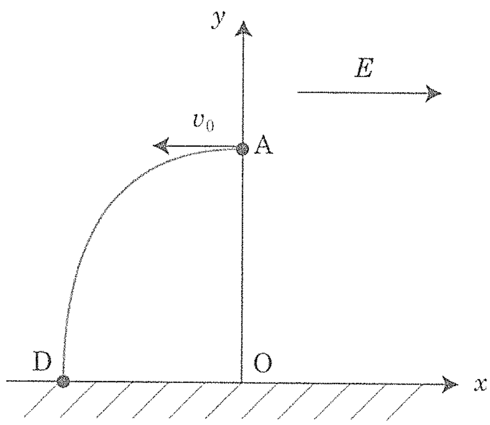


図2

$\boxed{\;6\;}$ の解答群

① $\sqrt{\dfrac{h}{g}}$　② $\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　③ $2\sqrt{\dfrac{h}{g}}$　④ $2\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{mh}{mg+EQ}}$

⑥ $\sqrt{\dfrac{2mh}{mg+EQ}}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$

$\boxed{\quad 7 \quad}$ の解答群

① $v_0\sqrt{\dfrac{h}{g}} - \dfrac{EQ}{mg}h$　② $v_0\sqrt{\dfrac{2h}{g}} - \dfrac{EQ}{mg}h$　③ $\sqrt{{v_0}^2\dfrac{h}{g} + \dfrac{E^2Q^2}{m^2g^2}h^2}$

④ $\sqrt{{v_0}^2\dfrac{2h}{g} + \dfrac{E^2Q^2}{m^2g^2}h^2}$　⑤ $v_0\sqrt{\dfrac{h}{g}} - \dfrac{mg}{EQ}h$　⑥ $v_0\sqrt{\dfrac{2h}{g}} - \dfrac{mg}{EQ}h$

⑦ $\sqrt{{v_0}^2\dfrac{h}{g} + \dfrac{m^2g^2}{E^2Q^2}h^2}$　⑧ $\sqrt{{v_0}^2\dfrac{2h}{g} + \dfrac{m^2g^2}{E^2Q^2}h^2}$

$\boxed{\quad 8 \quad}$ の解答群

① $\sqrt{\dfrac{h}{g}}$　② $\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　③ $2\sqrt{\dfrac{h}{g}}$

④ $2\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{mh}{mg+EQ}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{2mh}{mg+EQ}}$

⑦ $\sqrt{\dfrac{mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{2mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$

$\boxed{\quad 9 \quad}$ の解答群

① $\dfrac{1}{2}v_0$　② v_0　③ $\dfrac{3}{2}v_0$　④ $2v_0$　⑤ 0

⑥ $-\dfrac{1}{2}v_0$　⑦ $-v_0$　⑧ $-\dfrac{3}{2}v_0$　⑨ $-2v_0$

$\boxed{\quad 10 \quad}$ の解答群

① $\dfrac{EQ}{m}\sqrt{\dfrac{h}{g}}$　② $\dfrac{EQ}{m}\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　③ $\sqrt{\dfrac{EQ}{m} + \dfrac{h}{g}}$

④ $\sqrt{\dfrac{EQ}{m} + \dfrac{2h}{g}}$　⑤ $\dfrac{EQ}{m}\sqrt{\dfrac{mh}{mg+EQ}}$　⑥ $\dfrac{EQ}{m}\sqrt{\dfrac{2mh}{mg+EQ}}$

⑦ $\dfrac{EQ}{m}\sqrt{\dfrac{mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$　⑧ $\dfrac{EQ}{m}\sqrt{\dfrac{2mh}{\sqrt{m^2g^2+E^2Q^2}}}$

II (1) 物質には半導体とよばれる，電気の通しやすさが導体と絶縁体の中間的性質を示すものがある。半導体では温度が高くなると原子の熱運動が激しくなり，一部の電子は原子からはなれて半導体内部を動き回るようになる。このとき電子がはなれたあとにできる電子が不足した部分をホール（正孔）とよぶ。ホールは近くの価電子が移動して埋められ，価電子の移動したあとには新たなホールができる。そのためホールはあたかも正の電荷をもつ粒子のようにふるまう。電子やホールのように，半導体の内部を移動して電荷を運ぶものをキャリアという。ケイ素やゲルマニウムなど，単体からなる真性半導体に微量の不純物を含ませることでキャリアを生じやすくしたものを，不純物半導体とよぶ。不純物半導体にはキャリアが $\boxed{11}$ 電荷であるｐ型半導体と，$\boxed{12}$ 電荷のｎ型半導体がある。

ｐ型半導体とｎ型半導体が接した構造をpn接合といい，それぞれの半導体に電極を付けた素子は一般に $\boxed{13}$ とよばれる。$\boxed{13}$ に順方向，すなわちｐ型半導体側を電池の $\boxed{14}$ 極に，ｎ型半導体側を電池の $\boxed{15}$ 極に接続して電圧をかけると，それぞれの半導体内のキャリアが $\boxed{16}$ 側へ移動することにより電流が流れるが，逆方向に電圧をかけると $\boxed{17}$ 付近にキャリアのない領域（空乏層）ができ，電流がほとんど流れなくなるという整流作用をもつ。

$\boxed{11}$，$\boxed{12}$，$\boxed{14}$，$\boxed{15}$ の解答群

① 正　② 負　③ 中　性

$\boxed{13}$ の解答群

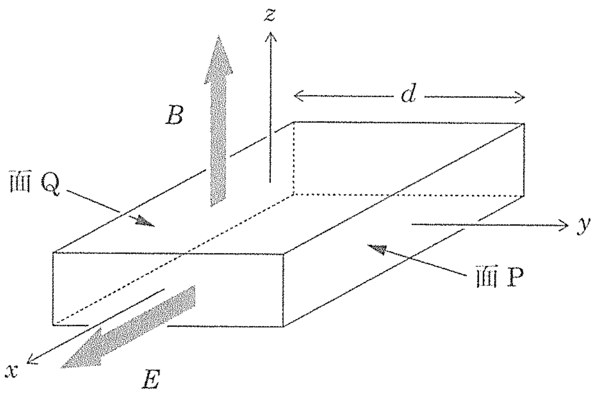
① コイル　② 抵抗器　③ 可変抵抗器　④ コンデンサー
⑤ ダイオード　⑥ トランジスター　⑦ 変圧器　⑧ アース

$\boxed{16}$，$\boxed{17}$ の解答群

① N　極　② S　極　③ 電　極　④ pn接合部

(2) 直方体の半導体試料に対して，図のようにx，y，z座標を設定する。試料のy軸方向の幅はd〔m〕とする。x軸の正の向きに大きさE〔V/m〕の電場を，z軸の正の向きに磁束密度の大きさB〔T〕の磁場をかける。

この半導体のキャリアが電子の場合は，x軸の $\boxed{18}$ の向きに移動し，その速さをv〔m/s〕($v>0$)，電子の電気量を$-e$〔C〕($e>0$)とすると，電子にはy軸の $\boxed{19}$ の向きに大きさ $\boxed{20}$〔N〕のローレンツ力が働く。そのため試料の面Pの側は $\boxed{21}$ に帯電し，y軸の $\boxed{22}$ の向きに電場を作る。この電場による力とローレンツ力とがつり合ったところで電流はx軸の $\boxed{23}$ の向きに流れる。このとき図の面Pと面Qの間の電位差は $\boxed{24}$〔V〕となる。このように電場と磁場の両方に垂直な方向に電位差が生じる現象を $\boxed{25}$ とよぶ。キャリアの電気量がe〔C〕の場合，電場E〔V/m〕によりキャリアはx軸の $\boxed{26}$ の向きに移動する。その速さをv〔m/s〕とすると，キャリアはy軸の $\boxed{27}$ の向きに大きさ $\boxed{20}$〔N〕のローレンツ力を受ける。このため電子の場合とは逆に，面Pは $\boxed{28}$ に帯電する。このように $\boxed{25}$ によって，試料のキャリアの電気量の正・負の判定や単位体積あたりのキャリアの数，キャリアの速さなどの測定をすることができる。



$\boxed{18}$，$\boxed{19}$，$\boxed{21}$ ～ $\boxed{23}$ の解答群

① 正　　② 負　　③ 中性

$\boxed{20}$, $\boxed{24}$ の解答群

① Bd　② Be　③ Bv　④ de　⑤ dv　⑥ ev　⑦ Bde　⑧ Bdv

⑨ Bev　⓪ dev　ⓐ $Bdev$　ⓑ $\dfrac{Bd}{e}$　ⓒ $\dfrac{Bd}{v}$　ⓓ $\dfrac{B}{de}$　ⓔ $\dfrac{B}{dv}$　ⓕ $\dfrac{B}{ev}$

$\boxed{25}$ の解答群

① アース効果　② コンプトン効果　③ トンネル効果

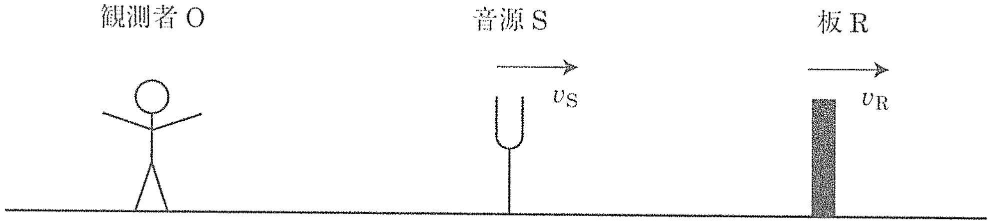
④ 電界効果　⑤ ドップラー効果　⑥ ホール効果

⑦ マイスナー効果　⑧ 光電効果

$\boxed{26}$ ～ $\boxed{28}$ の解答群

① 正　② 負　③ 中　性

Ⅲ　図のように，観測者O，音源S，板Rが一直線上に並んでいる。音源は v_S〔m/s〕の速さで，板は v_R〔m/s〕の速さで，ともに観測者から遠ざかっている。音源の振動数を f〔Hz〕，音の速さを V〔m/s〕とする。ただし，v_S〔m/s〕と v_R〔m/s〕は V〔m/s〕より小さいとする。音源Sから観測者Oに直接届く音波と，板Rにより反射して観測者Oに届く音波との干渉によるうなりについて考えよう。



(1)　まず，音源Sから観測者Oに直接届く波について考える。時間 t_1〔s〕の間にSは $\boxed{29}$ $\times t_1$ 個の波を送り出す。その間にSは $\boxed{30}$ $\times t_1$〔m〕移動しているので，OとSの間にある音波の波長は $\boxed{31}$〔m〕であり，観測者に届く音波の振動数は $\boxed{32}$〔Hz〕となる。

$\boxed{29}$ の解答群

①　$\dfrac{v_S}{V}f$　　②　$\dfrac{V}{v_S}f$　　③　f　　④　$\dfrac{V-v_S}{V}f$

⑤　$\dfrac{V}{V-v_S}f$　　⑥　$\dfrac{V+v_S}{V}f$　　⑦　$\dfrac{V}{V+v_S}f$

$\boxed{30}$ の解答群

①　$\dfrac{v_S}{f}$　　②　$\dfrac{V}{f}$　　③　$\dfrac{V-v_S}{f}$　　④　$\dfrac{V+v_S}{f}$

⑤　v_S　　⑥　V　　⑦　$(V-v_S)$　　⑧　$(V+v_S)$

$\boxed{31}$ の解答群

①　$\dfrac{V-v_S}{f}$　　②　$\dfrac{V}{f}$　　③　$\dfrac{V+v_S}{f}$　　④　$\dfrac{v_S}{f}$

⑤　$\dfrac{f}{V-v_S}$　　⑥　$\dfrac{f}{V}$　　⑦　$\dfrac{f}{V+v_S}$　　⑧　$\dfrac{f}{v_S}$

$\boxed{32}$ の解答群

① $\dfrac{V}{V+v_S}f$　② $\dfrac{V}{V-v_S}f$　③ $\dfrac{V}{v_S}f$　④ $\dfrac{V+v_S}{V}f$　⑤ $\dfrac{V-v_S}{V}f$　⑥ $\dfrac{v_S}{V}f$

(2) 次に，音源Sから出て板Rで反射した音を観測者Oが聞くときの振動数を求めよう。

(a) まず，Rを観測者と考える。Rが静止しているとした場合，(1)と同様に考えると，静止しているRの受け取る音波の波長は $\boxed{33}$〔m〕である。

(b) 次に，Rが速さ v_R〔m/s〕で遠ざかっていることを考慮する。ある瞬間にRを通り過ぎた音波を考える。通り過ぎてから時間 t_2〔s〕経過したときのその音波の先端と，Rとの距離は $\boxed{34}$ $\times t_2$〔m〕となるので，Rが聞く音波の振動数は $\boxed{35}$〔Hz〕となる。

(c) 実際には，音波はRで反射するので，Rを振動数 $\boxed{35}$〔Hz〕の音源と考えてよい。音波がRで反射してから時間 t_3〔s〕後に観測者Oに達したとすると，音波がOに達した瞬間のRとOの距離は $\boxed{36}$ $\times t_3$〔m〕となる。したがって，Oが聞くこの音波の振動数は，$\boxed{37}$〔Hz〕である。

(d) (1)の結果と合わせて考えると，Oが1秒間に聞くうなりは $\boxed{38}$ 回となる。

$\boxed{33}$ の解答群

① $\dfrac{V-v_S}{f}$　② $\dfrac{V}{f}$　③ $\dfrac{V+v_S}{f}$　④ $\dfrac{v_S}{f}$

⑤ $\dfrac{f}{V-v_S}$　⑥ $\dfrac{f}{V}$　⑦ $\dfrac{f}{V+v_S}$　⑧ $\dfrac{f}{v_S}$

$\boxed{34}$ の解答群

① $(V+v_R)$　② $(V-v_R)$　③ (v_S+v_R)　④ V　⑤ v_S　⑥ v_R

$\boxed{35}$ の解答群

① $\dfrac{V+v_R}{V+v_S}f$　② $\dfrac{V-v_R}{V+v_S}f$　③ $\dfrac{V+v_R}{V-v_S}f$　④ $\dfrac{V-v_R}{V-v_S}f$

⑤ $\dfrac{V+v_S}{V+v_R}f$　⑥ $\dfrac{V-v_S}{V+v_R}f$　⑦ $\dfrac{V+v_S}{V-v_R}f$　⑧ $\dfrac{V-v_S}{V-v_R}f$

$\boxed{36}$ の解答群

① $(V+v_R)$　② $(V-v_R)$　③ (v_S+v_R)　④ V　⑤ v_S　⑥ v_R

$\boxed{37}$ の解答群

① $\dfrac{(V+v_R)V}{(V+v_S)(V-v_R)}f$　② $\dfrac{(V+v_R)V}{(V-v_S)(V-v_R)}f$　③ $\dfrac{(V-v_R)V}{(V+v_S)(V+v_R)}f$

④ $\dfrac{(V-v_R)V}{(V-v_S)(V+v_R)}f$　⑤ $\dfrac{(V+v_S)(V-v_R)}{(V+v_R)V}f$　⑥ $\dfrac{(V-v_S)(V-v_R)}{(V+v_R)V}f$

⑦ $\dfrac{(V+v_S)(V+v_R)}{(V-v_R)V}f$　⑧ $\dfrac{(V-v_S)(V+v_R)}{(V-v_R)V}f$

$\boxed{38}$ の解答群

① $\dfrac{2|v_S-v_R|V^2}{(V^2-v_S{}^2)(V+v_R)}f$　② $\dfrac{2|v_S-v_R|V^2}{(V^2+v_S{}^2)(V-v_R)}f$　③ $\dfrac{2|v_S-v_R|V^2}{(V^2-v_S{}^2)(V-v_R)}f$

④ $\dfrac{2|v_S-v_R|V^2}{(V^2+v_S{}^2)(V+v_R)}f$　⑤ $\dfrac{2(v_S+v_R)V^2}{(V^2-v_S{}^2)(V+v_R)}f$　⑥ $\dfrac{2(v_S+v_R)V^2}{(V^2+v_S{}^2)(V-v_R)}f$

⑦ $\dfrac{2(v_S+v_R)V^2}{(V^2-v_S{}^2)(V-v_R)}f$　⑧ $\dfrac{2(v_S+v_R)V^2}{(V^2+v_S{}^2)(V+v_R)}f$