平成29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 $\boxed{1}$ ~ $\boxed{4}$ の問題に答えなさい。設問の解答は最も適切な数式，数値，語句またはグラフを指定の解答群より１つ選びなさい。分数形で解答する場合，解答欄に合わせてそれ以上約分できない形で答えなさい。〔解答番号 $\boxed{1}$ ~ $\boxed{60}$ 〕

$\boxed{1}$ 　次の（1）~（4）の設問に答えなさい。解答欄 $\boxed{1}$ ~ $\boxed{10}$ に入る数字をマークしなさい。ただし，円周率を3.14として計算し，解答欄に合わせて適宜小数を四捨五入すること。

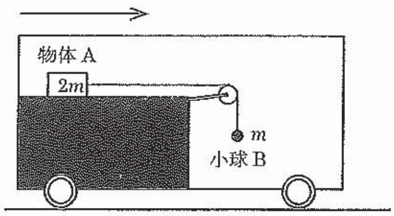
（1）角速度ωの単位はラジアン毎秒であるが，１ラジアンを度数法で表すとおおよそ $\boxed{1}\boxed{2}$ ° である。

（2）${}^{226}_{88}\mathrm{Ra}$の半減期を 1.6×10^3 年とする。100g の ${}^{226}_{88}\mathrm{Ra}$のうち，3.2×10^3 年後に崩壊せずに残っているのは $\boxed{3}\boxed{4}$ g である。

（3）x軸上を正の向きに進む正弦波について，位置 x[m]の媒質の変位 y[m]が，時刻 t[s]において $y=4\sin\pi(5t-\frac{10}{3}x)$と表されるとき，この正弦波の周期は $\boxed{5}.\boxed{6}$ [s]，速さは $\boxed{7}.\boxed{8}$ [m/s]である。

（4）600[Hz]の音源A，Bをある距離はなしておいてあり，音源A，観測者，音源Bが一直線上に並んでいる。A，B間を一定の速さで歩く観測者が毎秒４回のうなりを観察した。この観測者の歩く速さは $\boxed{9}.\boxed{10}$ [m/s]である。ただし，音速を330 [m/s] とする。

$\boxed{2}$ 　図のように，水平な線路上を動く電車がある。電車の中には，水平に固定された表面が滑らかな台の上に質量 $2m$の物体Aが置かれている。物体Aから水平に張った糸を滑車にかけ，質量mの小球Bにつないだ。なお台の高さや長さは十分にあるものとし，重力加速度の大きさを g とする。



（1） 電車が図の矢印の方向に一定の速さ Vでまっすぐ進んでいるとき，物体Aを手で固定し，小球Bを振動しないように静かに鉛直方向につるした。

次に手をはなすと，物体Aは動きはじめた。このとき，小球Bをつるした糸と鉛直線がなす角は $\boxed{11}$ である。また物体Aの加速度の大きさは，電車内で観測した場合には $\boxed{12}$ $\times g$，電車外の地上から観測した場合には $\boxed{13}$ $\times g$である。

（2） 次に矢印の方向に一定の速さ Vでまっすぐ進んでいる状態から，ブレーキをかけ，電車が等加速度運動で停止するまでの，物体Aと小球Bを考える。ただし電車の加速度は $-g$とする。ブレーキをかける前に物体Aを手で固定し，小球Bを振動しないように静かに鉛直方向につるした。ブレーキをかけると同時に手を静かにはなすと，物体Aと小球Bは動きはじめた。このとき，小球Bを吊した糸と鉛直線がなす角は $\boxed{14}$ である。また電車内で観測した物体Aの加速度の大きさを a，糸の張力の大きさをT，ブレーキをかけた瞬間から電車が停止するまでに物体Aが台の上を移動した距離を Lとすると，それぞれ次式で示される。解答欄 $\boxed{15}$ ~ $\boxed{24}$ に入る数字をマークしなさい。

$$a=\frac{\boxed{15}+\sqrt{\boxed{16}}}{\boxed{17}}\times g \qquad \mathrm{T}=\frac{\boxed{18}\sqrt{\boxed{19}}-\boxed{20}}{\boxed{21}}\times mg \qquad L=\frac{\boxed{22}+\sqrt{\boxed{23}}}{\boxed{24}}\times\frac{V^2}{g}$$

$\boxed{11}$ ，$\boxed{14}$ の解答群

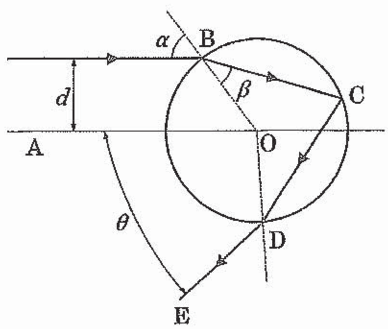
① 0°　② 15°　③ 30°　④ 45°　⑤ 60°　⑥ 75°　⑦ 90°

$\boxed{12}$ ，$\boxed{13}$ の解答群

① 1　② $\frac{1}{2}$　③ $\frac{1}{3}$　④ $\frac{1}{4}$　⑤ $\frac{1}{5}$　⑥ $\frac{1}{6}$　⑦ $\frac{1}{7}$　⑧ $\frac{1}{8}$　⑨ $\frac{1}{9}$　⓪ $\frac{1}{10}$

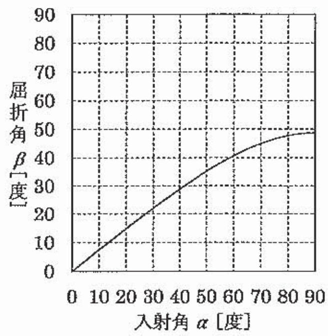
3

虹が発生する原理を考えてみよう。空気中に浮かんだ球形の水滴が太陽から平行光線を受ける場合を考える。右図において，球の中心 O に向かう光線 AO から距離 d だけ離れた光線が点 B において球に入射する。図のように入射角を α，屈折角を β とする。屈折した光線は点 C で球面に達し，その一部は屈折して空気中に出ていく。ここでは，点 C で反射し，点 D で屈折して空気中に出ていく光線を考える。AO，DE のなす角を出射角 θ と呼ぶこととする。解答欄 26 ~ 29，31 ~ 39 に入る数字をマークしなさい。ただし，空気に対する水の屈折率を n とする。



（1）n は α と β を用いて $n=$ 25 と表される。

（2）入射光線，OC，DE の交点を F とすると，∠DFO = 26 β − 27 α となる。したがって θ は $\theta=$ 28 β − 29 α となる。



（3）α と β を計測したところ右のグラフのようになった。α と θ の関係を示す最も適切なグラフは 30 である。

ここで θ の最大値を θ_1 とする。$\theta=\theta_1$ のときの α，β を α_1，β_1 とし，距離 d がわずかに変化したときの α，β，θ を $\alpha_1+\Delta\alpha$，$\beta_1+\Delta\beta$，$\theta_1+\Delta\theta$ とする。θ が θ_1 に近い値をとるときは d が変化しても θ はほとんど変化しない。そのため，θ_1 近傍での光の強度は他の角度における光の強度よりはるかに大きい。

（4）$\Delta\theta$ を 0 とし，（2）の関係を用いると $\dfrac{\Delta\beta}{\Delta\alpha}=\dfrac{\boxed{31}}{\boxed{32}}$ となる。

（5）ある角度 γ が十分に小さい場合，$\sin\gamma \fallingdotseq \gamma$，$\cos\gamma \fallingdotseq 1$ の関係を用いると，$\dfrac{\cos\alpha_1}{\cos\beta_1}=\dfrac{\boxed{33}}{\boxed{34}}\times n$ となる。

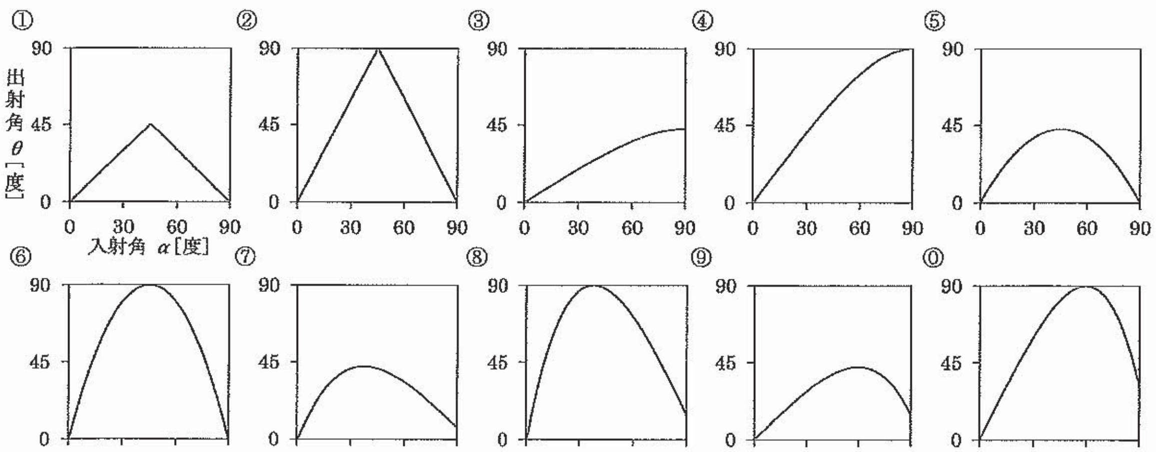
（6）上記の関係から $\sin\alpha_1=\sqrt{\dfrac{\boxed{35}-n^{\boxed{36}}}{\boxed{37}}}$ となる。同様にして $\sin\beta_1$ も屈折率のみで表される。

したがって n が決定すると α_1 と β_1 が決まり，さらに θ_1 が求められる。また，水の屈折率は光の波長によってわずかに異なっており，赤色の光に比べて紫色の光の屈折率が大きくなる。そのため，紫色の円弧が内側に，赤色の円弧が外側になった虹がおおよそ θ_1 の方向に見えることとなる。また，θ_1 の方向の虹（主虹）の外側に第二の虹（副虹）を観察できることがある。副虹は光が水滴中で 2 回反射した後に空気中に出た光を観測したものである。副虹の入射角 α，屈折角 β，出射角 θ の関係は $\theta=180°+\boxed{38}\,\alpha-\boxed{39}\,\beta$ で表される。

25 の解答群

① $\dfrac{\cos\alpha}{\cos\theta}$　② $\dfrac{\cos\alpha}{\cos\beta}$　③ $\dfrac{\cos\theta}{\cos\alpha}$　④ $\dfrac{\cos\beta}{\cos\alpha}$　⑤ $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\theta}$　⑥ $\dfrac{\sin\beta}{\sin\alpha}$　⑦ $\dfrac{\sin\theta}{\sin\beta}$　⑧ $\dfrac{\sin\theta}{\sin\alpha}$　⑨ $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta}$　⓪ $\dfrac{\sin\beta}{\sin\theta}$

30 の解答群　すべてのグラフの横軸は入射角 α［度］とし，縦軸は出射角 θ［度］とする。



$\boxed{4}$ 図 1 のような装置を用いて実験を行った。ほぼ真空のガラス管内に金属板 K と陽極 P が封入されている。電子の質量をm，電子の電荷を$-e$，光の速さをc，プランク定数をhとする。金属板 K は接地されているので電位は $\boxed{40}$ 。金属板 K に光を照射すると電子はそこから陽極 P に向かって飛び出した。この現象を $\boxed{41}$ 効果という。振動数および光の強さが一定の光を K に照射し，KP 間の電圧を可変抵抗によって変えながら電流の変化を調べたところ，図 2 のようになった。電圧が$-V_0$のときに電流が 0 であることから，電子の最大運動エネルギーは V_0を用いて $\boxed{42}$ と表せる。この電圧が正のとき，電子は $\boxed{43}$ されるので，$\boxed{44}$ 。

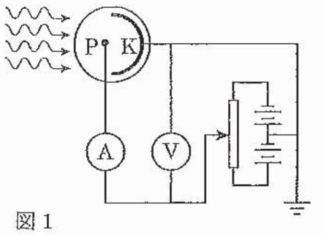


図 1

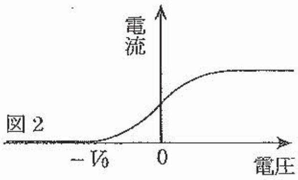


図 2

次に KP 間の電圧を$-V_0$より大きな値で一定にして，光の振動数を変えながら実験すると，振動数がν_0より小さい値では電子は飛び出さなかった。このとき，ν_0を $\boxed{45}$ という。振動数ν_0より大きな振動数ν_1の光を照射したとき，飛び出す 1 個の電子の最大運動エネルギーは式 $\boxed{46}$ で示される。金属表面から 1 個の電子が飛び出すのに必要な最小のエネルギーを $\boxed{47}$ とよび，これを W_0 で表すと $W_0 =$ $\boxed{48}$ となる。

（1） 次の関係を示すグラフを選択しなさい。ただし，点線は初期状態の電流と電圧の関係を示しているものとする。

(i) 照射する光の波長を変えずに強さを 2 倍にしたときの電流と電圧の関係は $\boxed{49}$ である。

(ii) 照射する光の強さを変えずに振動数を大きくしたときの電流と電圧の関係は $\boxed{50}$ である。

（2）照射光の波長 が 4.4×10^{-7} [m]で電子が飛び出してきた。以下の問いに答えなさい。ただし，$c=3.0\times10^{8}$ [m/s]，$h=6.6\times10^{-34}$ [J・s]，電子の電荷の大きさを 1.6×10^{-19} [C]とする。解答欄$\boxed{51}$~$\boxed{60}$ に入る数字をマークしなさい。解答は有効数字 2 桁で求めること。

(i) W_0は$\boxed{51}.\boxed{52}\times10^{-\boxed{53}\boxed{54}}$ [J] である。

(ii) 金属板に当たる照射光の強さは 3.6 [W]であった。1 分間に照射された光子の数は$\boxed{55}.\boxed{56}\times10^{\boxed{57}\boxed{58}}$ [個]である。

(iii) この光子すべてが電子を飛び出させ，陽極 P に到達したとき，回路に流れる電流は$\boxed{59}.\boxed{60}$ [A]である。

$\boxed{40}$ の解答群

① 最大である ② 最小である ③ 6V である ④ 3V である ⑤ 0V である ⑥ −3V である ⑦ −6V である

$\boxed{41}$ ，$\boxed{43}$ の解答群

① 高電 ② 光量子 ③ 光電 ④ コンプトン ⑤ ブラッグ ⑥ 加圧 ⑦ 減圧 ⑧ 加速 ⑨ 減速 ⓪ 誘導

$\boxed{42}$ の解答群

① $-V_0$ ② V_0 ③ $-mV_0$ ④ mV_0 ⑤ $-eV_0$ ⑥ eV_0 ⑦ $-\frac{V_0}{m}$ ⑧ $\frac{V_0}{m}$ ⑨ $-\frac{V_0}{e}$ ⓪ $\frac{V_0}{e}$

$\boxed{44}$ の解答群

① ほぼすべての電子が P に達する。この状態で電圧を上げていくと，電流も上がる

② 一部の電子のみが P に達する。この状態で電圧を上げていくと，電流も上がる

③ ほぼすべての電子が P に達する。この状態で電圧を上げていくと，電流はやがて飽和する

④ 一部の電子のみが P に達する。この状態で電圧を上げていくと，電流はやがて飽和する

$\boxed{45}$ ，$\boxed{47}$ の解答群

① 境界振動数 ② 極限振動数 ③ 限界振動数 ④ 固有振動数 ⑤ 特性振動数
⑥ 光量子関数 ⑦ 仕事関数 ⑧ 電子関数 ⑨ 電離エネルギー ⓪ 励起エネルギー

$\boxed{46}$ ，$\boxed{48}$ の解答群

① $h\nu_0$ ② $h\nu_1$ ③ $hc\nu_0$ ④ $hc\nu_1$ ⑤ $h(\nu_0+\nu_1)$ ⑥ $h(\nu_0-\nu_1)$ ⑦ $h(\nu_1-\nu_0)$ ⑧ $hc(\nu_0+\nu_1)$ ⑨ $hc(\nu_0-\nu_1)$ ⓪ $hc(\nu_1-\nu_0)$

$\boxed{49}$ ，$\boxed{50}$ の解答群