令和４年度　一般採用試験

理科（物理）試験問題

（理工学専攻）

（注　意）

1．理科（物理）試験問題の余白は計算に使用してもよい。

2．理科（物理・マークセンス）解答用紙の注意事項を確認のうえ，例にならって氏名及び受験番号を理科（物理・マークセンス）解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例　【氏名】　防大　渚　【受験番号】　神奈川理Ｗ１２３４　の場合

※氏名及び受験番号の記入について

	氏	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢　字	防大	渚

	志願地本名	専攻区分	番　号
受験番号	神奈川	理	Ｗ１２３４

※受験番号等のマークについて（女子受験者は，番号のＷはマークしない。）

志願地本名		
	札　幌：(01)	福　島：(10)
	函　館：(02)	茨　城：(11)
	旭　川：(03)	栃　木：(12)
	帯　広：(04)	群　馬：(13)
	青　森：(05)	埼　玉：(14)
	岩　手：(06)	千　葉：(15)
	宮　城：(07)	東　京：(16)
	秋　田：(08)	神奈川：●
	山　形：(09)	新　潟：(18)

専攻区分
理工 ●

性　別
男　(1)
女　●

番　号			
(0)	(0)	(0)	(0)
●	(1)	(1)	(1)
(2)	●	(2)	(2)
(3)	(3)	●	(3)
(4)	(4)	(4)	●
(5)	(5)	(5)	(5)
(6)	(6)	(6)	(6)
(7)	(7)	(7)	(7)
(8)	(8)	(8)	(8)
(9)	(9)	(9)	(9)

3．試験時間中は，すべて試験係官の指示に従うこと。

4．解答方法は，設問ごとの指示に従い，理科（物理・マークセンス）解答用紙の解答欄に一つマークすること。

例えば，[1]の(1)と表示のある問題に対して①と解答する場合は，次の例のように[1]の(1)の解答欄の(1)にマークすること。

例

解答欄							
[1]	(1)	●	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

5．理科（物理・マークセンス）解答用紙の余白には何も書き込まないこと。

1

図１に示すような，時刻$t=0$sに水平な地面にある原点Oから水平面と角θをなす方向に速さv_0〔m/s〕で斜方投射した小球の運動を考える。水平右向きにx軸，鉛直上向きにy軸をとる。重力加速度の大きさをg〔m/s²〕とし，空気抵抗は無視できるものとして，以下の問いに答えよ。

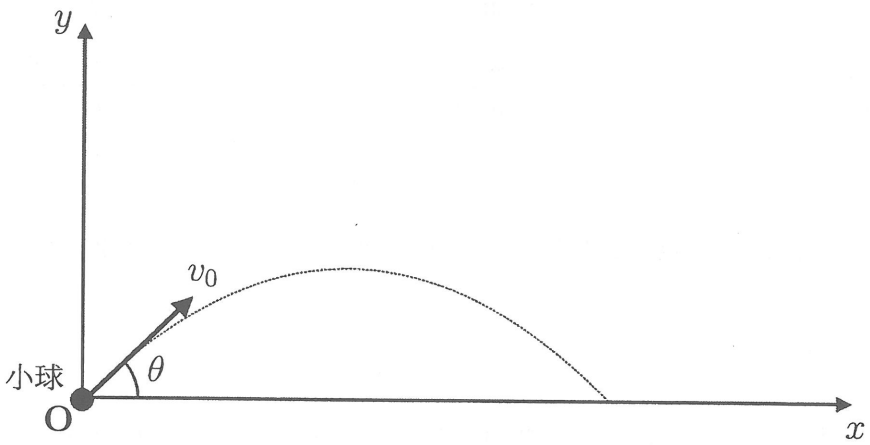

図１

(1)　小球のx座標がx_0〔m〕になるときの時刻t_0〔s〕を表す式として最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{x_0}{v_0 \sin\theta}$　② $\dfrac{x_0}{v_0 \cos\theta}$　③ $\dfrac{x_0}{v_0 \tan\theta}$

④ $\dfrac{x_0 \tan\theta}{v_0}$　⑤ $\dfrac{x_0 \sin\theta}{v_0}$　⑥ $\dfrac{x_0 \cos\theta}{v_0}$

(2)　時刻t_0における小球のy座標を表す式として最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $v_0 t_0 \sin\theta - g{t_0}^2$　② $v_0 t_0 \cos\theta - g{t_0}^2$　③ $v_0 t_0 \tan\theta - g{t_0}^2$

④ $v_0 t_0 \sin\theta - \dfrac{g{t_0}^2}{2}$　⑤ $v_0 t_0 \cos\theta - \dfrac{g{t_0}^2}{2}$　⑥ $v_0 t_0 \tan\theta - \dfrac{g{t_0}^2}{2}$

(3)　投射後，小球が地面に到達したときのx座標を表す式として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{{v_0}^2}{g}$　② $\dfrac{{v_0}^2 \sin\theta}{g}$　③ $\dfrac{{v_0}^2 \cos\theta}{g}$

④ $\dfrac{{v_0}^2 \tan\theta}{g}$　⑤ $\dfrac{{v_0}^2}{g\tan\theta}$　⑥ $\dfrac{{v_0}^2 \sin 2\theta}{g}$

⑦ $\dfrac{{v_0}^2 \cos 2\theta}{g}$　⑧ $\dfrac{{v_0}^2}{g\tan 2\theta}$　⑨ $\dfrac{{v_0}^2 \tan 2\theta}{g}$

(4)　小球が到達する最高点の高さを表す式として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{{v_0}^2 \sin\theta}{2g}$　② $\dfrac{{v_0}^2 \cos\theta}{2g}$　③ $\dfrac{{v_0}^2 \tan\theta}{2g}$

④ $\dfrac{{v_0}^2 \sin^2\theta}{2g}$　⑤ $\dfrac{{v_0}^2 \cos^2\theta}{2g}$　⑥ $\dfrac{{v_0}^2 \tan^2\theta}{2g}$

⑦ $\dfrac{{v_0}^2 \sin^2\theta}{g}$　⑧ $\dfrac{{v_0}^2 \cos^2\theta}{g}$　⑨ $\dfrac{{v_0}^2 \tan^2\theta}{g}$

以下では，図２に示すような２つの小球の鉛直面内の運動を考える。小球２が座標（x_2，y_2）で水平面と30°の角度をなす左上方向に速さv_2〔m/s〕で飛んでいた瞬間に，小球１を原点Ｏから水平面と45°の角度をなす右上方向に速さv_1〔m/s〕で打ち出した。そのt_A〔s〕後に小球１と小球２は座標（x_A，y_A）の点Ａで衝突した。

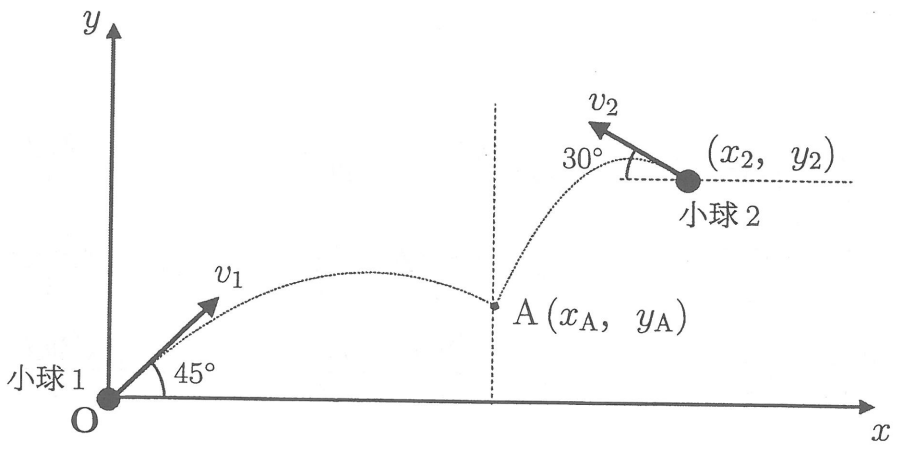

図 2

(5)　t_A を x_A，x_2，v_2 を用いて表す式として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{2(x_2 - x_A)}{3v_2}$　② $\dfrac{5(x_2 - x_A)}{6v_2}$　③ $\dfrac{2\sqrt{2}(x_2 - x_A)}{3v_2}$

④ $\dfrac{x_2 - x_A}{v_2}$　⑤ $\dfrac{2\sqrt{3}(x_2 - x_A)}{3v_2}$　⑥ $\dfrac{\sqrt{2}(x_2 - x_A)}{v_2}$

⑦ $\dfrac{8\sqrt{3}(x_2 - x_A)}{9v_2}$　⑧ $\dfrac{4\sqrt{2}(x_2 - x_A)}{3v_2}$　⑨ $\dfrac{2(x_2 - x_A)}{v_2}$

(6)　速さ v_1 と v_2 の比 $\dfrac{v_1}{v_2}$ を x_A，x_2 を用いて表す式として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{x_A}{2(x_2 - x_A)}$　② $\dfrac{\sqrt{2}x_A}{2(x_2 - x_A)}$　③ $\dfrac{\sqrt{3}x_A}{2(x_2 - x_A)}$

④ $\dfrac{x_A}{x_2 - x_A}$　⑤ $\dfrac{\sqrt{5}x_A}{2(x_2 - x_A)}$　⑥ $\dfrac{\sqrt{6}x_A}{2(x_2 - x_A)}$

⑦ $\dfrac{\sqrt{2}x_A}{x_2 - x_A}$　⑧ $\dfrac{\sqrt{10}x_A}{2(x_2 - x_A)}$　⑨ $\dfrac{\sqrt{3}x_A}{x_2 - x_A}$

(7)　y_A を g，y_2，v_2，t_A を用いて表す式として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $y_2 + \dfrac{v_2 t_A}{2} - g{t_A}^2$　② $y_2 + \dfrac{\sqrt{2} v_2 t_A}{2} - g{t_A}^2$　③ $y_2 + \dfrac{\sqrt{3} v_2 t_A}{2} - g{t_A}^2$

④ $y_2 + \dfrac{v_2 t_A}{2} - \dfrac{g{t_A}^2}{2}$　⑤ $y_2 + \dfrac{\sqrt{2} v_2 t_A}{2} - \dfrac{g{t_A}^2}{2}$　⑥ $y_2 + \dfrac{\sqrt{3} v_2 t_A}{2} - \dfrac{g{t_A}^2}{2}$

⑦ $y_2 + \dfrac{v_2 t_A}{2} - \dfrac{g{t_A}^2}{4}$　⑧ $y_2 + \dfrac{\sqrt{2} v_2 t_A}{2} - \dfrac{g{t_A}^2}{4}$　⑨ $y_2 + \dfrac{\sqrt{3} v_2 t_A}{2} - \dfrac{g{t_A}^2}{4}$

(8)　x_A を x_2，y_2 を用いて表す式として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{\sqrt{2}-1}{2} x_2 + \dfrac{2-\sqrt{2}}{2} y_2$　② $\dfrac{\sqrt{3}-1}{2} x_2 + \dfrac{3-\sqrt{3}}{2} y_2$

③ $\dfrac{\sqrt{2}+1}{2} x_2 + \dfrac{2-\sqrt{2}}{2} y_2$　④ $\dfrac{\sqrt{3}+1}{2} x_2 + \dfrac{3-\sqrt{3}}{2} y_2$

⑤ $\dfrac{\sqrt{2}+1}{2} x_2 + \dfrac{2+\sqrt{2}}{2} y_2$　⑥ $\dfrac{\sqrt{3}+1}{2} x_2 + \dfrac{3+\sqrt{3}}{2} y_2$

⑦ $\dfrac{\sqrt{2}-1}{2} x_2 + \dfrac{2+\sqrt{2}}{2} y_2$　⑧ $\dfrac{\sqrt{3}-1}{2} x_2 + \dfrac{3+\sqrt{3}}{2} y_2$

(9)　小球１は図２のような軌道を描き，最高点に到達した後に小球２と衝突した。y_Aは小球１が到達した最高点の高さの４分の３であった。v_1をg，x_Aを用いて表す式として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\frac{1}{3}\sqrt{gx_A}$　② $\frac{1}{2}\sqrt{gx_A}$　③ $\frac{2}{3}\sqrt{gx_A}$

④ $\frac{1}{3}\sqrt{2gx_A}$　⑤ $\frac{1}{2}\sqrt{2gx_A}$　⑥ $\frac{2}{3}\sqrt{2gx_A}$

⑦ $\frac{1}{3}\sqrt{3gx_A}$　⑧ $\frac{1}{2}\sqrt{3gx_A}$　⑨ $\frac{2}{3}\sqrt{3gx_A}$

2

真空中の点電荷にはたらく静電気力について，以下の問いに答えよ。ただし，xy平面上の位置は，x，y〔m〕を用いて，(x, y)と表すものとする。また，クーロンの法則の比例定数をk_0〔N・m²/C²〕とし，静電気力による位置エネルギーの基準点は無限遠にとるものとする。

(1)　図1に示すように，原点Oに正電荷$+Q$〔C〕を，x軸上の位置$x = a$の点Aに正の電気量$+q$〔C〕をもつ質量m〔kg〕の小球をそれぞれ固定する。

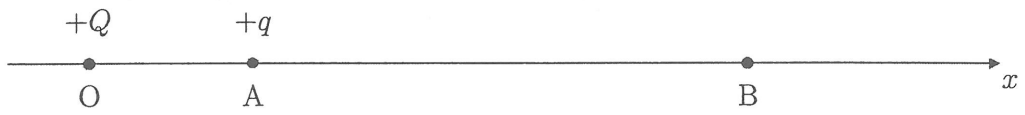

図1

(a)　点Aにおける小球が受ける静電気力の大きさF_A〔N〕を表す式として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{k_0qQ}{a^2}$　② $\dfrac{k_0qQ}{a}$　③ $\dfrac{qQ}{k_0a^2}$　④ $\dfrac{qQ}{k_0a}$

⑤ $\dfrac{k_0qQ}{2a^2}$　⑥ $\dfrac{k_0qQ}{2a}$　⑦ $\dfrac{qQ}{2k_0a^2}$　⑧ $\dfrac{qQ}{2k_0a}$

(b)　x軸上の位置$x = 4a$の点Bにおける電場の強さE_B〔N/C〕として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{k_0Q}{4a}$　② $\dfrac{k_0q}{3a}$　③ $\dfrac{k_0Q}{a}+\dfrac{k_0q}{3a}$　④ $\dfrac{k_0Q}{4a}+\dfrac{k_0q}{3a}$

⑤ $\dfrac{k_0Q}{16a^2}$　⑥ $\dfrac{k_0q}{9a^2}$　⑦ $\dfrac{k_0Q}{a^2}+\dfrac{k_0q}{9a^2}$　⑧ $\dfrac{k_0Q}{16a^2}+\dfrac{k_0q}{9a^2}$

(c)　点Aで小球がもつ静電気力による位置エネルギー U_A〔J〕を表す式として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\dfrac{k_0qQ}{a}$　② $\dfrac{qQ}{k_0a}$　③ $\dfrac{k_0q}{a}$　④ $\dfrac{k_0Q}{a}$

⑤ $\dfrac{k_0qQ}{a^2}$　⑥ $\dfrac{qQ}{k_0a^2}$　⑦ $\dfrac{k_0q}{a^2}$　⑧ $\dfrac{k_0Q}{a^2}$

(d)　小球の固定を静かに外すと，小球は静電気力を受けて運動し，点Bを速さ v〔m/s〕で通過した。v を表す式として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $\sqrt{\dfrac{qQ}{k_0am}}$　② $\dfrac{2}{3}\sqrt{\dfrac{3qQ}{k_0am}}$　③ $\dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{6am}{k_0qQ}}$　④ $\dfrac{2}{5}\sqrt{\dfrac{10am}{k_0qQ}}$

⑤ $\sqrt{\dfrac{k_0qQ}{am}}$　⑥ $\dfrac{2}{3}\sqrt{\dfrac{3k_0qQ}{am}}$　⑦ $\dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{6k_0qQ}{am}}$　⑧ $\dfrac{2}{5}\sqrt{\dfrac{10k_0qQ}{am}}$

(2)　図2に示すように，原点Oに正電荷 $+q$，x 軸上の位置 $x=a$ の点Cに正電荷 $+4q$，原点Oと点Cの間の点Dに負電荷 $-q'$〔C〕を同時に静かにおいた。各電荷が受ける静電気力の合力はいずれも0であったため，それぞれの電荷はすべて x 軸上に静止していた。

図2

(a)　点Dの位置として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $x=\dfrac{a}{2}$　② $x=\dfrac{2a}{3}$　③ $x=\dfrac{3a}{4}$　④ $x=\dfrac{2a}{5}$

⑤ $x=\dfrac{a}{3}$　⑥ $x=\dfrac{a}{4}$　⑦ $x=\dfrac{a}{5}$　⑧ $x=\dfrac{3a}{5}$

(b)　点Dにおいた負電荷の電気量$-q'$として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① $-q$　　② $-\dfrac{3q}{2}$　　③ $-\dfrac{9q}{4}$　　④ $-2q$

⑤ $-\dfrac{q}{2}$　　⑥ $-\dfrac{2q}{3}$　　⑦ $-\dfrac{5q}{6}$　　⑧ $-\dfrac{4q}{9}$

(3)　図3に示すように，xy平面上の点E $(0, d)$ と点F $(0, -d)$ にそれぞれ正電荷$+q$と負電荷$-q$を固定する。2つの電荷がx軸上の点R $(r, 0)$ とy軸上の点S $(0, r)$ につくる電場について以下の問いに答えよ。

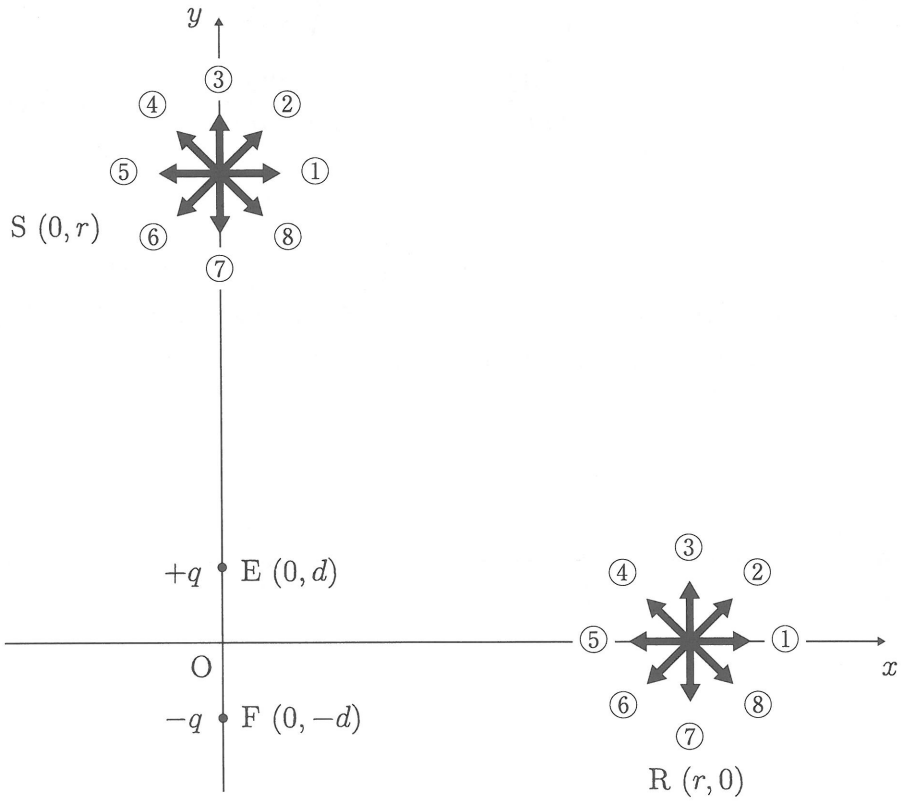

図3

(a)　点Rにおける電場の向きとして最も適切なものを図中の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

(b)　点Sにおける電場の向きとして最も適切なものを図中の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

(c)　点Sにおける電場の強さ E_S〔N/C〕を表す式として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。ただし，d は r に比べて十分に小さく，$\left(1+\dfrac{d}{r}\right)^{-2} \fallingdotseq 1-\dfrac{2d}{r}$，および $\left(1-\dfrac{d}{r}\right)^{-2} \fallingdotseq 1+\dfrac{2d}{r}$ の近似が成り立つものとする。

① $\dfrac{k_0qd}{r}$　② $\dfrac{k_0qd}{r^2}$　③ $\dfrac{2k_0qd}{r^2}$　④ $\dfrac{4k_0qd}{r^2}$

⑤ $\dfrac{qd}{k_0r}$　⑥ $\dfrac{qd}{k_0r^3}$　⑦ $\dfrac{2k_0qd}{r^3}$　⑧ $\dfrac{4k_0qd}{r^3}$

3

(1)　次に示す文（a），（b）は光の性質について説明したものである。文中の空欄に入る語句として最も適切なものを，（ア）～（エ）については選択肢Ａの①～⑩のうちから，（オ）～（ケ）については選択肢Ｂの①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選び，解答欄にマークせよ。

(a)　電波などと同様に光は電場と磁場の変動が波として伝ぱする［（ア）］の一種である。その中で人間が見ることが可能な波長の光を［（イ）］という。太陽光のようにいろいろな波長の光を含み，色合いを感じない光を［（ウ）］といい，一つの波長からなる光は［（エ）］という。

選択肢Ａ

① 白色光　② 偏光　③ 回折光　④ 単色光　⑤ 反射光

⑥ 可視光　⑦ 定常波　⑧ 電磁波　⑨ 衝撃波　⑩ 入射波

(b)　光をある媒質から異なる媒質へ角度をもって入射させるとき，光はその界面で一部は反射し，残りは［（オ）］する。［（オ）］は，光の［（カ）］が媒質によって異なることにより起こる。太陽光をプリズムに入射させ，プリズムを通った光をスクリーンに映すと，様々な波長の光（色）が映し出される。この現象を光の［（キ）］という。光を波長によって分けたものをスペクトルといい，たとえば波長の短いものから順にスペクトルを色（波長）で分けると，それぞれ紫（400～430nm），青（430～490nm），緑（490～550nm），黄（550～590nm），橙（590～640nm），赤（640～760nm）のようになる†。人間が見ることのできる光の波長より短いものを［（ク）］，長いものを［（ケ）］と呼ぶ。（$1\,\mathrm{nm} = 1 \times 10^{-9}\,\mathrm{m}$）

†出典：理科年表2019

選択肢Ｂ

① 散乱　② 屈折　③ 干渉　④ 明線　⑤ 紫外線

⑥ 分散　⑦ 回折　⑧ 速さ　⑨ 暗線　⑩ 赤外線

(2)　図1に示すように，水面から深さd〔m〕の位置に光源をおいた。空気および水の屈折率をそれぞれ1，n（$n>1$）とする。

(a)　真上近くの空気中から見ると，この光源の深さはd'〔m〕に見えた。d'として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。ただし，θ〔rad〕が十分に小さいときは，$\sin\theta \fallingdotseq \tan\theta$の近似が成り立つものとする。

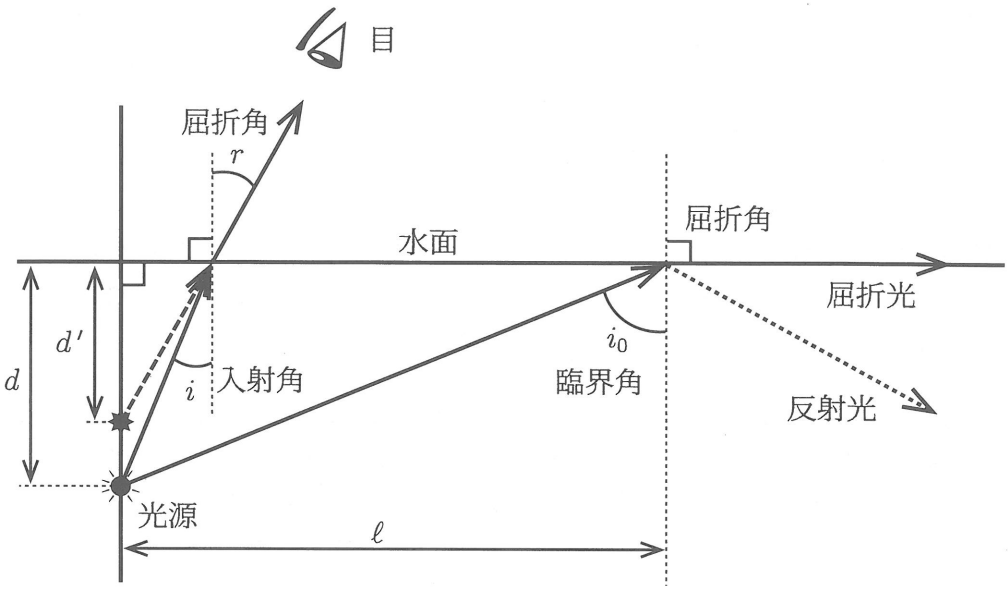

図1

① d　　② $\dfrac{1}{nd}$　　③ nd　　④ $\dfrac{d}{n}$

⑤ $\dfrac{d}{n^2}$　　⑥ $\dfrac{d}{\sqrt{n}}$　　⑦ $\dfrac{\sqrt{d}}{n}$　　⑧ $\dfrac{1}{n}$

(b)　光源からの光の入射角が臨界角を超えると，光は水面で全反射する。入射角が臨界角となる位置は光源から水平方向に ℓ〔m〕離れたところであった。ℓ を表す式として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。

① nd　　② d　　③ $\dfrac{d}{n}$　　④ $\dfrac{d}{\sqrt{n-1}}$

⑤ $\dfrac{d}{\sqrt{n^2-1}}$　　⑥ $\dfrac{d}{n^2-1}$　　⑦ $\dfrac{d}{n-1}$　　⑧ $\dfrac{d}{(n^2-1)^2}$

(3)　薄膜による干渉について，以下の問いに答えよ。

(a)　次に示す文は，屈折率が異なる２つの媒質の境界面で光が反射したときの様子について説明したものである。文中の空欄（ア），（イ）に入る語句として最も適切なものを次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選び，解答欄にマークせよ。

光が屈折率のより大きな媒質との境界面で反射したときの光の位相は［（ア）］。 光が屈折率のより小さな媒質との境界面で反射したときの光の位相は［（イ）］。

① 変わらない　　② $\dfrac{\pi}{4}$だけ変わる　　③ $\dfrac{3\pi}{4}$だけ変わる　　④ πだけ変わる

(b)　図２に示すように，屈折率 n が1.5，厚さ t_1 が400nmの薄膜を空気中におき，光を垂直に入射させた。反射光を観察したところ，ある波長の光は，薄膜の表面と裏面からの反射で互いに強め合い明るく見えた。その光の色として最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。波長と色の関係については問(1)(b) を参照すること。

① 紫　　② 青　　③ 緑
④ 黄　　⑤ 橙　　⑥ 赤

(c)　図３に示すように，厚いガラスの上に薄膜を付けた。ガラスおよび薄膜の屈折率はn' ($n'>1$)，n ($n>1$) である。薄膜の厚さt_2〔m〕を光の干渉現象を利用して求める。単色光を薄膜に垂直に入射させ，光の波長を連続的に長波長側へ変化させる。反射光を観察すると，図４に示すように，単色光の波長がλ_1〔m〕になったとき，反射光が明るくなった。次に，単色光の波長がλ_2〔m〕($\lambda_1<\lambda_2$) になったとき，再び明るくなった。薄膜の厚さt_2を表す式として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び，解答欄にマークせよ。ただし，屈折率は波長によって変わらないものとする。

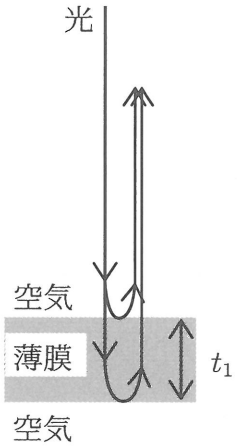

図２

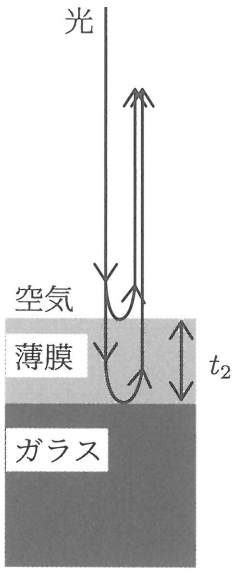

図３

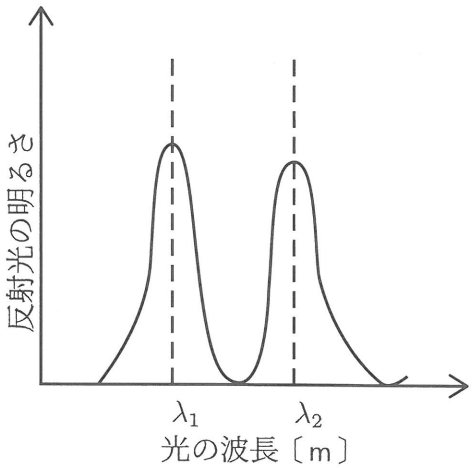

図４

① $\dfrac{{\lambda_1}^2}{2n\lambda_2}$　② $\dfrac{{\lambda_2}^2}{2n\lambda_1}$　③ $\dfrac{\lambda_1}{2n}$　④ $\dfrac{\lambda_2}{2n}$

⑤ $\dfrac{{\lambda_2}^2}{2n(\lambda_2-\lambda_1)}$　⑥ $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{2n\sqrt{\lambda_2-\lambda_1}}$　⑦ $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{2n(\lambda_2-\lambda_1)}$　⑧ $\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{2n(\lambda_2-\lambda_1)^2}$