令和３年度 東北医科薬科大学入学試験問題

医学部 一般・理科

《注意事項》

1．解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって ◯ にマークしなさい。

（例）受験番号１０００１の場合

フリガナ	
氏　名	

受験番号				
万	千	百	十	一
1	0	0	0	1
	●	●	●	⓪
●	①	①	①	●
②	②	②	②	②
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

2．出題科目、ページ及び選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選択方法
物　理	1～18	左の３科目のうちから２科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間（120分）の配分は自由です。
化　学	19～31	
生　物	32～54	

3．試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。

4．２枚の解答用紙のそれぞれの解答科目欄に，解答する科目のいずれか１つをマークしなさい。

5．解答方法は次のとおりです。

（1）解答は解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば，$\boxed{1}$ と表示のある問いに対して③と解答する場合は解答番号１の解答欄の ③ にマークしなさい。

解答番号	解答欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

物　　理

[I]

図1に示すように，床の上を運動する質量 M の台の上面に質量 m（$< M$）の小物体が置かれており，台の左上端に固定された器具と糸でつながれている。床，台の上面および糸は水平であり，台および小物体は水平方向（図の左右方向）にのみ運動する。糸はたるむことなく伸び縮みもしないとし，糸および糸を固定する器具の質量は無視できるとする。また床と台の間の摩擦および台と小物体の間の摩擦は無視してよい。

台に一定の大きさ F の力を図の左向きに加えると，台は水平面上を滑り始めた。

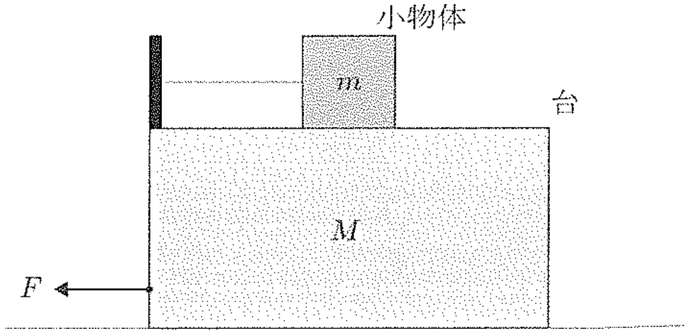


図1

問1　糸の張力の大きさを T，台の加速度を，図の左向きを正として A とおくとき，台および小物体の運動方程式として，正しい組み合わせは $\boxed{\quad 1 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 1 \quad}$ の解答群

	台の運動方程式	小物体の運動方程式
①	$MA = F$	$mA = T$
②	$MA = F + T$	$mA = T$
③	$MA = F - T$	$mA = T$
④	$MA = F$	$mA = -T$
⑤	$MA = F + T$	$mA = -T$
⑥	$MA = F - T$	$mA = -T$

問2　台とともに動く観測者から見た小物体の運動を考える。その観測者から見ると小物体は静止している。小物体にはたらく慣性力の大きさと向きについて，正しい組み合わせは $\boxed{\quad 2 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 2 \quad}$ の解答群

	大きさ	向き
①	$\dfrac{m}{M+m}F$	右向き
②	$\dfrac{m}{M-m}F$	右向き
③	$\dfrac{m}{M-m}F$	左向き
④	$\dfrac{m}{M+m}F$	左向き
⑤	$\dfrac{m}{M}F$	左向き
⑥	$\dfrac{m}{M}F$	右向き

次に糸を台に固定していた器具を取り外し，図2に示すように，小物体と質量 m' のおもりを，滑車を介して糸でつなぐ。小物体と滑車の間では糸は水平である。滑車は台の左上端に固定されており，おもりは台の左側面に接して鉛直に吊り下げられている。糸はたるむことなく伸び縮みもしないとし，糸および滑車の質量は無視できるとする。また台とおもりの間の摩擦および糸と滑車の間の摩擦は無視してよい。

台，小物体，おもりがすべて床に対して静止した状態から，台に一定の大きさ F の力を図の左向きに加えて動かしたところ，小物体とおもりは糸をたるませることなく運動した。また，考えている時間において，小物体とおもりは滑車や床と衝突することはないとする。糸の張力の大きさを T，おもりが台の側面から受ける水平方向の抗力の大きさを N とする。重力加速度の大きさを g とする。

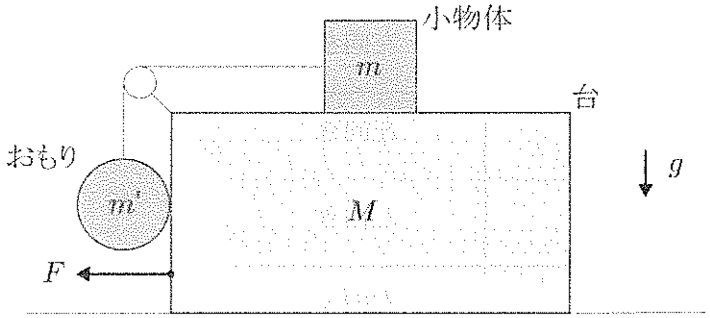


図 2

問 3　床上に静止している観測者から見た台の加速度を，図の左向きを正として A とおく。同じ観測者から見た台の運動方程式は $\boxed{\quad 3 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 3 \quad}$ の解答群

① $MA = F + T$　② $MA = F - T$　③ $MA = F + T + N$

④ $MA = F + T - N$　⑤ $MA = F - T + N$　⑥ $MA = F - T - N$

問 4　台とともに動く観測者から見た小物体の加速度を，図の左向きを正として a とおく。同じ観測者から見た小物体の運動方程式は $\boxed{\quad 4 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 4 \quad}$ の解答群

① $ma = T$　② $ma = T + m'g$　③ $ma = T - mA$

④ $ma = T + m'g - mA$　⑤ $ma = T + mA$　⑥ $ma = T + m'g + mA$

⑦ $ma = m'g - mA$

問５　台とともに動く観測者から見たおもりの鉛直方向の加速度を，図の下向きを正として a' とする。同じ観測者から見た，おもりの鉛直方向の運動方程式と，おもりにはたらく水平方向の力のつりあいの式として，正しい組み合わせは $\boxed{\quad 5 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 5 \quad}$ の解答群

	鉛直方向の運動方程式	水平方向の力のつりあい
①	$m'a' = m'g - T$	$0 = F - N$
②	$m'a' = m'g - T$	$0 = N + m'A$
③	$m'a' = m'g - T$	$0 = N - m'A$
④	$m'a' = m'g$	$0 = F - N$
⑤	$m'a' = m'g$	$0 = N + m'A$
⑥	$m'a' = m'g$	$0 = N - m'A$

問６　おもりが上昇するための条件は $\boxed{\quad 6 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 6 \quad}$ の解答群

① $F < \dfrac{m}{m'}(M + m + m')g$　　② $F > \dfrac{m'}{m}(M + m)g$

③ $F < \dfrac{m'}{m}(M + m + m')a$　　④ $F > \dfrac{m}{M}(M + m + m')g$

⑤ $F > \dfrac{m'}{m}(M + m + m')g$　　⑥ $F = \dfrac{m'}{m}(M + m + m')a$

図3に示すように，水平に対して角度θだけ傾いた斜面上に質量Mの台が置かれている。台の上面は水平であり，その上に質量mの小物体がある。小物体は滑車を介して糸で質量m'のおもりとつながっている。小物体と滑車の間では糸は水平である。滑車は台の左上端に固定されており，おもりは台の左側面に接して鉛直に吊り下げられている。糸は伸び縮みしないとし，糸および滑車の質量は無視できるとする。また台と斜面，台と小物体，台とおもり，および糸と滑車の間の摩擦はいずれも無視してよい。

台，小物体，おもりがすべて斜面に対して静止した状態から，台は斜面を滑り降り，小物体とおもりは糸をたるませることなく運動した。また，考えている時間において，小物体とおもりは滑車や斜面と衝突することはないとする。重力加速度の大きさをgとする。

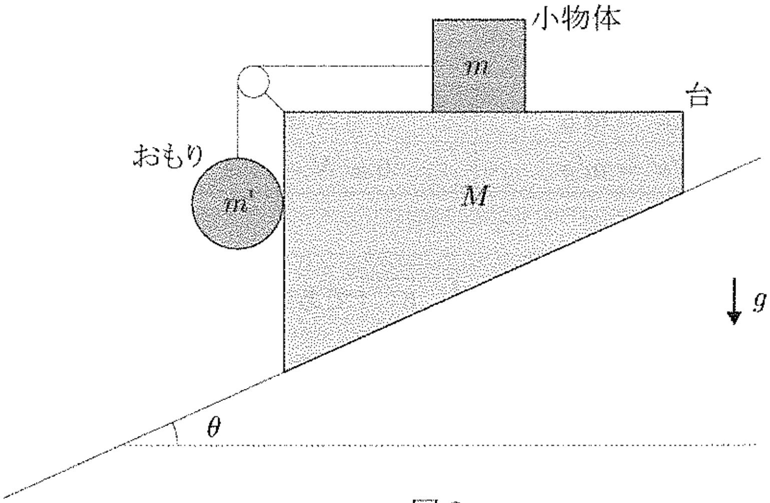


図3

問7　糸の張力の大きさをT，おもりが台の側面から受ける水平方向の抗力の大きさをN，小物体が台から受ける鉛直方向の抗力の大きさをN'とする。斜面に沿った方向の台の加速度を，斜面に沿って下向きを正としてAとおく。斜面上に静止している観測者から見た台の運動方程式は $\boxed{7}$ である。

$\boxed{7}$ の解答群

① $MA = (Mg + N' + T)\cos\theta + (N + T)\sin\theta$

② $MA = (Mg + N' - T)\cos\theta + (N - T)\sin\theta$

③ $MA = (Mg + N' + T)\sin\theta - (N + T)\cos\theta$

④ $MA = (Mg + N' - T)\sin\theta - (N - T)\cos\theta$

問8　台とともに動く観測者から見た小物体の水平方向の加速度を，図の左向きを正として a とする。同じ観測者から見た，小物体にはたらく鉛直方向の力のつりあいの式と，小物体の水平方向の運動方程式として正しい組み合わせは $\boxed{\ 8\ }$ である。

$\boxed{\ 8\ }$ の解答群

	鉛直方向の力のつりあい	水平方向の運動方程式
①	$0 = mg - N'$	$ma = T$
②	$0 = mg - N'$	$ma = -T$
③	$0 = mg - N' + mA\sin\theta$	$ma = T + mA\cos\theta$
④	$0 = mg - N' + mA\sin\theta$	$ma = T - mA\cos\theta$
⑤	$0 = mg - N' - mA\sin\theta$	$ma = T + mA\cos\theta$
⑥	$0 = mg - N' - mA\sin\theta$	$ma = T - mA\cos\theta$

問9　台とともに動く観測者から見たおもりの鉛直方向の加速度を，図の下向きを正として a' とする。同じ観測者から見た，おもりの鉛直方向の運動方程式と，おもりにはたらく水平方向の力のつりあいの式として正しい組み合わせは $\boxed{\ 9\ }$ である。

$\boxed{\ 9\ }$ の解答群

	鉛直方向の運動方程式	水平方向の力のつりあい
①	$m'a' = m'g + T$	$0 = N - m'A\cos\theta$
②	$m'a' = m'g - T$	$0 = N - m'A\cos\theta$
③	$m'a' = m'g - T + m'A\sin\theta$	$0 = N - m'A\cos\theta$
④	$m'a' = m'g - T - m'A\sin\theta$	$0 = N - m'A\cos\theta$
⑤	$m'a' = m'g - T + m'A\cos\theta$	$0 = N - m'A\sin\theta$
⑥	$m'a' = m'g - T - m'A\cos\theta$	$0 = N - m'A\sin\theta$

問 10　斜面の傾き角 θ がある値をとるとき，小物体およびおもりは台に対して静止したまま台が斜面を滑り降りる。このとき，斜面上に静止している観測者から見た台の加速度の大きさは $\boxed{\ \ 10\ \ }$ となる。

$\boxed{\ \ 10\ \ }$ の解答群

① $g\tan\theta$　② $g\sin\theta$　③ $g\sin\theta\cos\theta$

④ $\dfrac{M}{m+m'+M}g\tan\theta$　⑤ $\dfrac{M}{m+m'+M}g\sin\theta$　⑥ $\dfrac{M}{m+m'+M}g\sin\theta\cos\theta$

問 11　問 10 のとき，斜面の傾き角 θ は関係式 $\boxed{\ \ 11\ \ }$ を満たす。

$\boxed{\ \ 11\ \ }$ の解答群

① $\cos\theta=\sqrt{\dfrac{m}{m'}}$　② $\cos\theta=\dfrac{m}{m'}$　③ $\sin\theta=\dfrac{m'}{m}$　④ $\tan\theta=\dfrac{m'}{m}$

⑤ $\tan\theta=\left(\dfrac{m'}{m}\right)^2$

――――――――― このページは白紙です ―――――――――

[Ⅱ]

図1に示す，内部抵抗が無視できる起電力 V の直流電源，抵抗値 R_1, R_2 の2つの抵抗，電気容量 C のコンデンサーとスイッチSからなる回路を考える。以下の問いの操作によって生じる現象を最も適切に説明する選択肢を選びなさい。ただし，抵抗1と抵抗2を直接つなぐ導線は接地されているものとする。

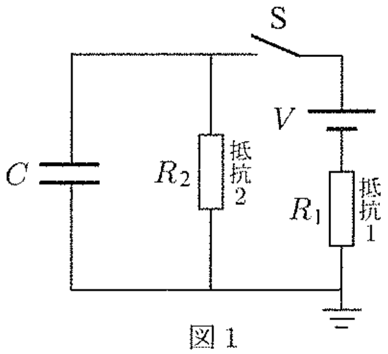


図1

問1 スイッチSを開いた状態で十分に長い時間が経過してから，スイッチを閉じた。その直後に，抵抗1に流れる電流の大きさは 12 であり，抵抗1で消費される電力は 13 である。

12 の解答群

① 0　② $\dfrac{V}{R_1}$　③ $\dfrac{V}{R_2}$　④ $\dfrac{V}{R_1+R_2}$　⑤ $\dfrac{VR_1}{(R_1+R_2)^2}$　⑥ $\dfrac{VR_2}{(R_1+R_2)^2}$

⑦ $\dfrac{V}{2R_1}$　⑧ 無限大

13 の解答群

① 0　② $\dfrac{V^2}{R_1}$　③ $\dfrac{V^2}{R_2}$　④ $\dfrac{V^2}{R_1+R_2}$　⑤ $\dfrac{V^2R_1}{(R_1+R_2)^2}$　⑥ $\dfrac{V^2R_2}{(R_1+R_2)^2}$

⑦ $\dfrac{V^2}{2R_1}$　⑧ 無限大

問 2 スイッチ S を閉じて十分に時間が経過した後，抵抗 1 および抵抗 2 で消費される電力は，それぞれ $\boxed{\quad 14 \quad}$ と $\boxed{\quad 15 \quad}$ になる。

$\boxed{\quad 14 \quad}$, $\boxed{\quad 15 \quad}$ の解答群

① 0　② $\dfrac{V^2}{R_1}$　③ $\dfrac{V^2}{R_2}$　④ $\dfrac{V^2}{R_1 + R_2}$　⑤ $\dfrac{V^2 R_1}{(R_1 + R_2)^2}$　⑥ $\dfrac{V^2 R_2}{(R_1 + R_2)^2}$

⑦ $\dfrac{V^2 R_1}{R_1^2 + R_2^2}$　⑧ $\dfrac{V^2 R_2}{R_1^2 + R_2^2}$　⑨ 無限大

問 3 スイッチ S を閉じてから十分に時間が経過したとき，コンデンサーに蓄えられている電気量は $\boxed{\quad 16 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 16 \quad}$ の解答群

① 0　② CV　③ $\dfrac{CV}{2}$　④ $\dfrac{CVR_1}{R_1 + R_2}$　⑤ $\dfrac{CVR_2}{R_1 + R_2}$　⑥ $\dfrac{CVR_1}{R_2}$　⑦ $\dfrac{CVR_2}{R_1}$

⑧ $\dfrac{CVR_1}{2R_2}$　⑨ $\dfrac{CVR_2}{2R_1}$

問 4 スイッチ S を閉じて十分に時間が経過した後，スイッチを再び開いた。その後，抵抗 2 で発生するジュール熱の総量は $\boxed{\quad 17 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 17 \quad}$ の解答群

① 0　② $\dfrac{CV^2}{2}$　③ $\dfrac{CV^2 R_1}{2(R_1 + R_2)}$　④ $\dfrac{CV^2 R_2}{2(R_1 + R_2)}$　⑤ $\dfrac{CV^2 R_1^2}{2(R_1 + R_2)^2}$

⑥ $\dfrac{CV^2 R_2^2}{2(R_1 + R_2)^2}$　⑦ $\dfrac{CV^2 R_1}{2R_2}$　⑧ $\dfrac{CV^2 R_2}{2R_1}$

次に，図2に示すように，自己インダクタンスLのコイルを図1の回路に加えた。以下の問いの操作によって生じる現象を最も適切に説明する選択肢を選びなさい。

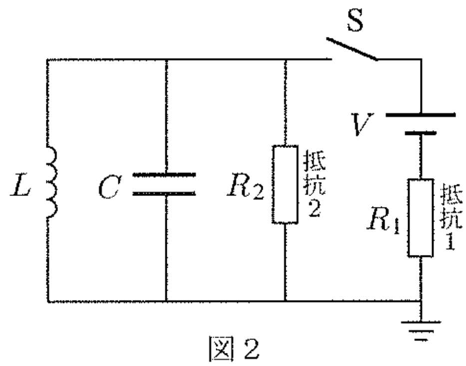


図2

問5 スイッチSを開いた状態でしばらく放置してから，スイッチを閉じた。その直後に，抵抗1，及び，抵抗2で消費される電力は，それぞれ $\boxed{18}$ と $\boxed{19}$ になる。

$\boxed{18}$ ，$\boxed{19}$ の解答群

① 0　② $\dfrac{V^2}{R_1}$　③ $\dfrac{V^2}{R_2}$　④ $\dfrac{V^2}{R_1+R_2}$　⑤ $\dfrac{V^2R_1}{(R_1+R_2)^2}$　⑥ $\dfrac{V^2R_2}{(R_1+R_2)^2}$

⑦ $\dfrac{V^2R_1}{R_1^2+R_2^2}$　⑧ $\dfrac{V^2R_2}{R_1^2+R_2^2}$　⑨ 無限大

問6 スイッチSを閉じてから十分に時間が経過したとき，コンデンサーに蓄積されている電気量は $\boxed{20}$ である。

$\boxed{20}$ の解答群

① 0　② CV　③ $\dfrac{CV}{2}$　④ $\dfrac{CVR_1}{R_1+R_2}$　⑤ $\dfrac{CVR_2}{R_1+R_2}$　⑥ $\dfrac{CVR_1}{R_2}$　⑦ $\dfrac{CVR_2}{R_1}$

⑧ $\dfrac{CVR_1}{2R_2}$　⑨ $\dfrac{CVR_2}{2R_1}$

問 7 スイッチ S を閉じて十分に時間が経過した後，スイッチを再び開いた。その後，抵抗 2 で発生するジュール熱の総量は $\boxed{\ 21\ }$ であり，スイッチを開いた後にコンデンサーに蓄えられる電気量 Q が満たす最も適切な条件を抵抗値 R_2 が十分に大きい場合を考えることで求めると $\boxed{\ 22\ }$ になる。

$\boxed{\ 21\ }$ の解答群

① 0　② $\dfrac{LV^2}{2R_1^2}$　③ $\dfrac{LV^2}{2R_2^2}$　④ $\dfrac{LV^2}{R_1^2}$　⑤ $\dfrac{LV^2}{R_2^2}$　⑥ $\dfrac{LV^2}{(R_1+R_2)^2}$　⑦ $\dfrac{CV^2R_2}{R_1+R_2}$

⑧ $\dfrac{CV^2R_2}{2(R_1+R_2)}$　⑨ $\dfrac{CV^2R_2^2}{2(R_1+R_2)^2}$

$\boxed{\ 22\ }$ の解答群

① $Q=0$　② $Q \leqq CV$　③ $Q \leqq \dfrac{CV}{2}$　④ $Q \leqq 2CV$　⑤ $Q \leqq \sqrt{LC}\dfrac{2V}{R_1}$

⑥ $Q \leqq \sqrt{2LC}\dfrac{V}{R_1}$　⑦ $Q \leqq \sqrt{LC}\dfrac{V}{R_1}$　⑧ $Q \leqq \sqrt{LC}\dfrac{V}{2R_1}$

[Ⅲ]

x 軸に沿って張った十分に長い弦を xy 平面内で振動させるとき，この弦を伝わる波について以下の問いに答えよ。

問 1　ある一様な弦 S_1 を x 軸の正の向きに伝わる正弦波を考える。図 1 は，時刻 t_0 における，位置 x での変位 y を表したグラフである。また，図 2 は，S_1 の位置 $x = 2\,\mathrm{m}$ における，時刻 t での変位 y を表したグラフである。これらのグラフより，この波の振幅は，$A_1 = \boxed{23}$ mm であり，振動数 f_1 および波の速さ v_1 は $\boxed{\quad 24 \quad}$ と求められる ($\boxed{23}$ には数字 (1 ～ 9) で答えよ)。

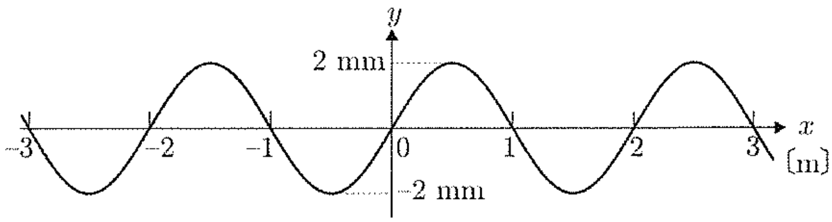


図1

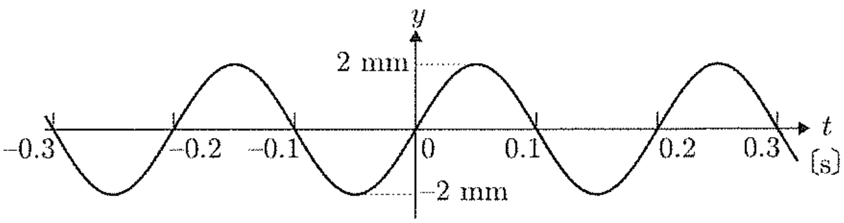


図2

$\boxed{\quad 24 \quad}$ の解答群

① $f_1 = 10\,\mathrm{Hz}$，$v_1 = 20\,\mathrm{m/s}$　　② $f_1 = 10\,\mathrm{Hz}$，$v_1 = 10\,\mathrm{m/s}$

③ $f_1 = 5\,\mathrm{Hz}$，$v_1 = 20\,\mathrm{m/s}$　　④ $f_1 = 5\,\mathrm{Hz}$，$v_1 = 10\,\mathrm{m/s}$

⑤ $f_1 = 10\,\mathrm{Hz}$，$v_1 = 5\,\mathrm{m/s}$　　⑥ $f_1 = 5\,\mathrm{Hz}$，$v_1 = 5\,\mathrm{m/s}$

問2　以下に示す解答群のうち，t_0 として最も適切な時刻は $\boxed{25}$ である。

$\boxed{25}$ の解答群

① 0.05 s　② 0.1 s　③ 0.15 s　④ 0.2 s　⑤ 0.25 s

図1, 2より，時刻 t，位置 x における変位 y は，$\omega_1 = 2\pi f_1$ とおくと，

$$y = A_1 \sin\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$$

と表すことができる。この式を用いて，弦を伝わる波のエネルギーについて考える。

波が弦を伝わっていくとき，波のエネルギーも伝わっていく。波のエネルギーは，弦の運動エネルギーと，弾性体である弦の変形による弾性エネルギーとの和で表され，そのエネルギーは波源によって供給される。

問3　S_1 の，位置 x における y 軸方向の運動は，角振動数 ω_1 の単振動である。このことから，位置 x における弦の y 軸方向の速度は，時刻 t において $\boxed{26}$ で与えられる。

$\boxed{26}$ の解答群

① $v_1 \sin\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$　② $-v_1 \sin\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$

③ $v_1 \cos\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$　④ $-v_1 \cos\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$

⑤ $A_1\omega_1 \sin\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$　⑥ $-A_1\omega_1 \sin\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$

⑦ $A_1\omega_1 \cos\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$　⑧ $-A_1\omega_1 \cos\left\{\omega_1\left(t - \frac{x}{v_1}\right)\right\}$

問 4　時刻 t における，S_1 の位置 x から $x+\Delta x$ までの間の微小区間を考え，その質量を Δm とする。この微小区間に含まれる運動エネルギーと弾性エネルギーは常に等しくなることが分かっている。よって，この微小区間のもつ波のエネルギー ΔE は $\boxed{\ 27\ }$ と求められる。

$\boxed{\ 27\ }$ の解答群

① $\Delta m A_1^2 \omega_1^2 \cos^2\left\{\omega_1\left(t-\dfrac{x}{v_1}\right)\right\}$　　② $\dfrac{1}{2}\Delta m A_1^2 \omega_1^2 \cos^2\left\{\omega_1\left(t-\dfrac{x}{v_1}\right)\right\}$

③ $\Delta m v_1^2 \sin^2\left\{\omega_1\left(t-\dfrac{x}{v_1}\right)\right\}$　　④ $\dfrac{1}{2}\Delta m v_1^2 \sin^2\left\{\omega_1\left(t-\dfrac{x}{v_1}\right)\right\}$

問 5　S_1 の線密度を $\rho_1=\dfrac{\Delta m}{\Delta x}$ とおく。S_1 の位置 x から $x+\Delta x$ までの間の微小区間のもつ単位長さあたりのエネルギーは $u_1=\dfrac{\Delta E}{\Delta x}$ と表せる。u_1 の時間変化のグラフは，問 4 の結果より，波の周期を T_1 として図 3 のようになる。この図より，u_1 の時間平均 $\overline{u}_1$ は $\boxed{\ 28\ }$ と求められる。これに波の速さ v_1 をかけた $I_1=v_1\overline{u}_1$ のことを波の強さとよぶ。波の強さとは，弦のある点を，波の進む向きに流れる単位時間あたりの平均エネルギーのことである。

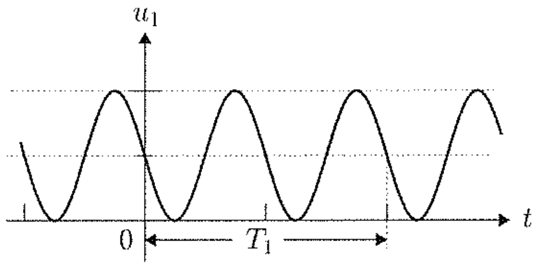


図3

$\boxed{\ 28\ }$ の解答群

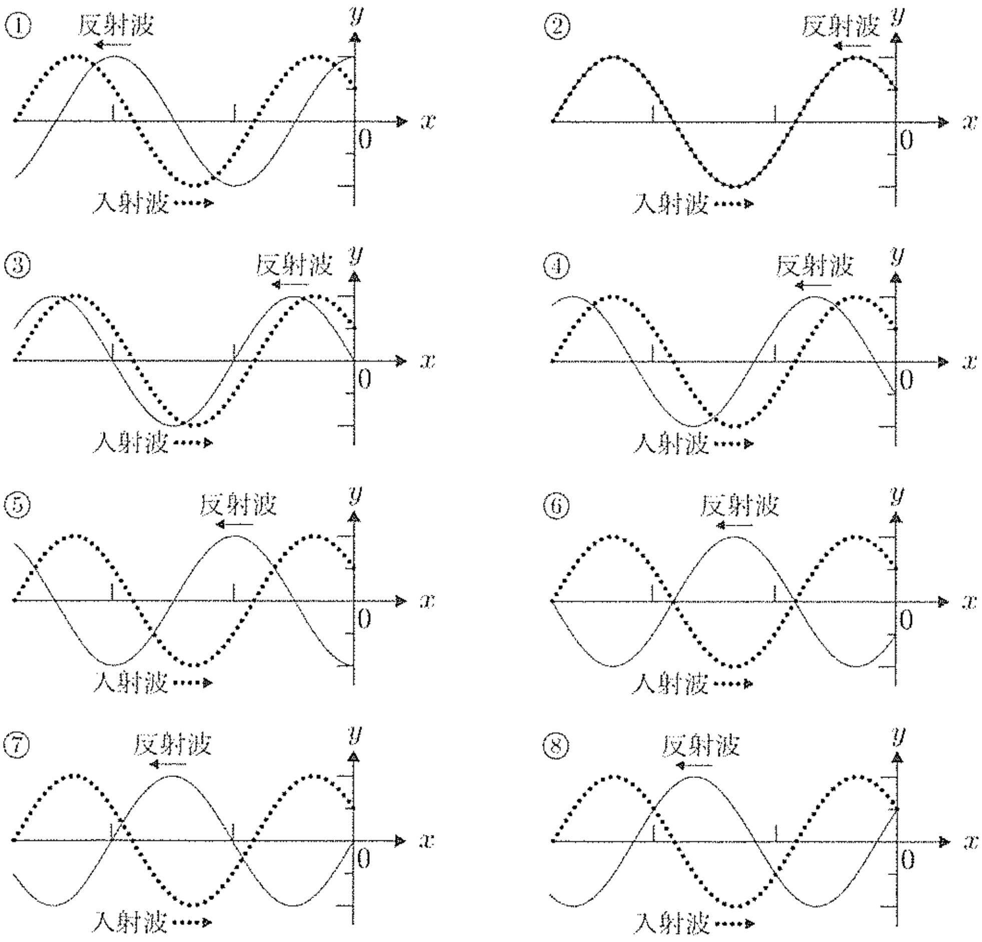
① $\dfrac{1}{4}\rho_1 A_1^2\omega_1^2$　　② $\dfrac{1}{4}\rho_1 v_1^2$　　③ $\dfrac{1}{2}\rho_1 A_1^2\omega_1^2$　　④ $\dfrac{1}{2}\rho_1 v_1^2$

⑤ $\rho_1 A_1^2\omega_1^2$　　⑥ $\rho_1 v_1^2$

次にS_1の$x>0$の部分を除去し，$x=0$(端) において，変位を0に固定した場合 (固定端とよぶ) および，弦に作用する力のy軸方向の成分が0になるように固定した場合 (自由端とよぶ) について考える。このとき，x軸の正の向きに進む波 (入射波) は，端に達すると，x軸の負の向きに進む波 (反射波) を生じる。波のエネルギーの保存より，反射波の振幅は入射波と等しくなる。実際に観測される波 (入射波と反射波の重ね合わせ) は，固定端の場合には端において常に変位が0になるという条件，また自由端の場合には端において常に弦の傾きが0になるという条件をそれぞれ満たし，反射波はこの条件から決まる。

問6　波源が波を送り始めてからしばらく時間が経った後の，ある時刻における入射波が点線で表されるとき，生じた反射波を細い実線で表すものとする。以下に示す図のうち，$x=0$が固定端である場合の反射波を適切に表しているのは $\boxed{29}$ であり，$x=0$が自由端である場合の反射波を適切に表しているのは $\boxed{30}$ である。

$\boxed{29}$ ，$\boxed{30}$ の解答群



次に，右の図4に示すように，S_1 の端が自由に動ける状態で，$x=0$ を接続点として，$x>0$ の部分に線密度 ρ_2 の別の弦 S_2 を接続し，波源が波を送り始めてからしばらく時間が経った場合を考える。このとき，入射波は，$x=0$ の境界において反射波を生じるとともに，S_2 に，x 軸の正の向きに進む波 (透過波) を生じる。

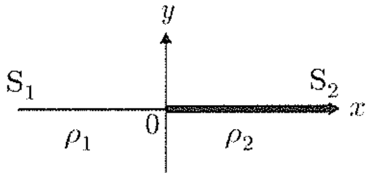


図4

問7　$\rho_2 = 9\rho_1$ のとき，S_2 を伝わる透過波の速さは $\dfrac{1}{3}v_1$ となる。このことから，透過波の波長は，入射波の波長を λ_1 とおくと $\boxed{\ 31\ }$ と求められる。

$\boxed{\ 31\ }$ の解答群

① $\dfrac{1}{9}\lambda_1$　② $\dfrac{1}{3}\lambda_1$　③ $\dfrac{1}{\sqrt{3}}\lambda_1$　④ λ_1　⑤ $\sqrt{3}\lambda_1$

⑥ $3\lambda_1$　⑦ $9\lambda_1$

問8　問7の状況において，透過波の振幅は $\dfrac{1}{2}A_1$ となる。このときの反射波の振幅は，境界における波のエネルギーの保存から求めることができる。入射波，透過波，および反射波それぞれの波の強さを I_1，I_2，および I_3 とおくと，単位時間あたりの平均エネルギー保存の式は $\boxed{\ 32\ }$ で与えられる。この式と，問5の結果より，反射波の振幅は $\boxed{\ 33\ }$ と求められる。

$\boxed{\ 32\ }$ の解答群

① $I_1 + I_2 + I_3 = 0$　② $I_1 = I_2 + I_3$　③ $I_2 = I_3 + I_1$

④ $I_3 = I_1 + I_2$

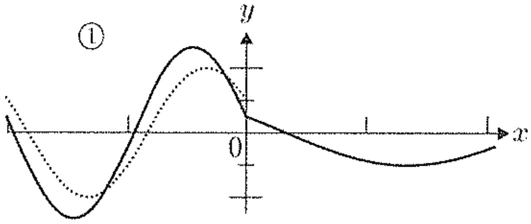
$\boxed{\ 33\ }$ の解答群

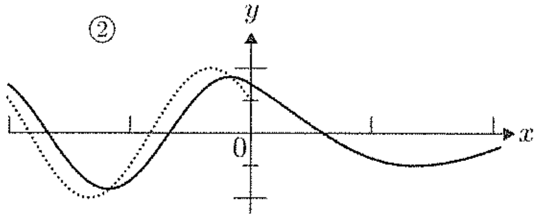
① $4A_1$　② $2A_1$　③ $\sqrt{2}A_1$　④ $\dfrac{\sqrt{5}}{2}A_1$　⑤ A_1

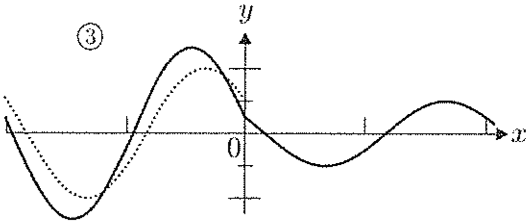
⑥ $\dfrac{\sqrt{3}}{2}A_1$　⑦ $\dfrac{1}{2}A_1$　⑧ $\dfrac{1}{\sqrt{2}}A_1$　⑨ $\dfrac{1}{4}A_1$

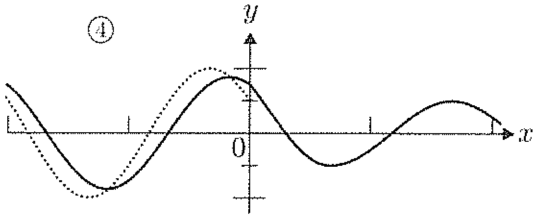
問9　$\rho_1 < \rho_2$ の場合に生じる反射波は，まず $x = 0$ が固定端であると仮定して求めた後，境界における波のエネルギーの保存を満たすよう，その振幅を問8で求めたものに変えると導くことができる。また，透過波の位相は，$x = 0$ の境界において，常に入射波と同じになるという条件を満たす。このことから，以下に示す図において，ある時刻における入射波が点線で表されるとき，透過波および入射波と反射波の合成波を実線で適切に表しているのは $\boxed{34}$ である。

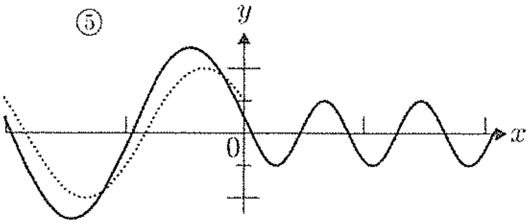
$\boxed{34}$ の解答群

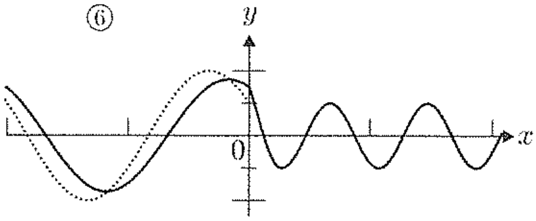
①


②


③


④


⑤


⑥


（2） $\boxed{6}$ に数字「8」、 $\boxed{7}$ に数字「0」と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

6	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⓪
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	●

$\boxed{8}$ ／ $\boxed{9}$ のように分数形で解答する場合は、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えなさい。 $\boxed{8}$ ／ $\boxed{9}$ に３／４と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

8	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⓪
9	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⓪

（3） 解答の作成にはＨ、Ｆ、ＨＢの黒鉛筆またはシャープペンシル(黒い芯に限る)を使用し、○の中を塗りつぶしなさい。解答が薄い場合には、解答が読み取れず、採点できない場合があります。

（4） 答えを修正する場合は、プラスチック製の消しゴムであとが残らないように**完全に消しなさい。**鉛筆のあとが残ったり、⊗のような消し方などした場合は、修正または解答したことにならないので注意しなさい。

（5） 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないよう、特に注意しなさい。

(試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。)