平成２７年度国立高等専門学校学習到達度試験

物　　理　（９０分）

（注意事項）

1　試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
　（注意事項が裏表紙に続いていますので，問題冊子を開かずに裏返して，読んでください。）

2　この試験における各個人の識別は，学校・学科番号と個人番号で行います。試験実施にあたり在籍校から示された個人番号を次の欄に記入してください。

学校・学科番号			

↑

個人番号		

↑

学校・学科番号はあらかじめ印字しております。学校から示された個人番号を記入してください。

3　試験時間は９０分です。
　（ただし，８領域を超えて選択とする学校では，１１０分まで延長が認められます。この場合は，学校の指示に従ってください。）
　試験中は退室を認めません。試験中の発病またはトイレ等やむを得ない場合には，手を挙げて監督者の指示に従ってください。

4　出題学習領域は次のとおりです。
　各出題学習領域のうち，在籍校から，解答する必要のない旨の指示があった学習領域については解答する必要はありません。なお，解答する必要のない学習領域について解答した場合も採点を行い，その結果を通知します。
　また，解答すべき学習領域が分らない場合は手を挙げて監督者に申し出てください。

学習領域	配点	問題冊子	解答用紙
§１　変位・速度・加速度	50	２頁～３頁	第１面
§２　力の性質と運動方程式	50	４頁～５頁	
§３　力学的エネルギー・運動量	50	６頁～７頁	
§４　円運動・単振動・万有引力	50	８頁～９頁	
§５　熱	50	10頁～11頁	
§６　波動	50	12頁～13頁	第２面
§７　電気	50	14頁～15頁	
§８　磁気	50	16頁～17頁	
§９　微分積分を用いた力学	50	18頁～19頁	

5　解答には，必ず「Ｈ，Ｆ，ＨＢのいずれかの黒鉛筆」，「プラスチック製の消しゴム」を使用してください。

6　定規，ものさし，コンパスおよび分度器は使用できません。

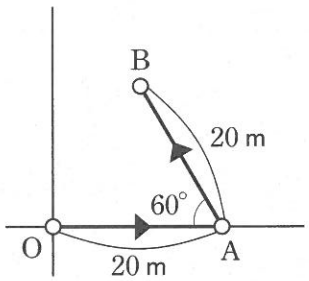
（裏表紙に続く）

§1　変位・速度・加速度

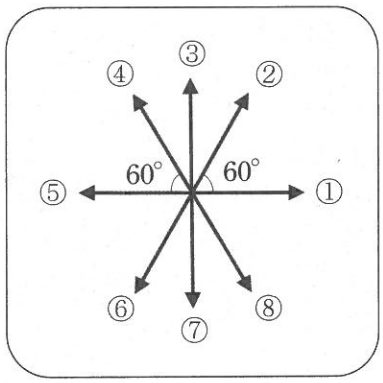
1　次の各問いに答えよ。

(1) 図のように，物体が点Oから点Aまで50 sかかって20 m進み，さらに，点Aから点Bに30 sかかって20 m進んだ。

Oから Bまでの移動距離の合計は [ア][イ] mであり，変位は [ウ] の向きへ [エ][オ] mである。また，OからBまでの平均の速度は，[ウ] の向きへ0.[カ][キ] m/sである。[ア]，[イ]，[エ]，[オ] および [カ]，[キ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。また，[ウ] には [ウ] の選択肢から適当なものを一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5点×4＝20点)



[ウ] の選択肢



(2) 粗い水平面上で物体を x 軸の正の向きに初速度10 m/sで滑らせたところ，一定の加速度で減速して，25 m進んだところで静止した。このとき物体に生じた加速度は

[ク][ケ].[コ] m/s^{2}である。[ク] には＋－のいずれかを，[ケ] および [コ] には当てはまる数を，解答欄にマークせよ。(10点)

2　水平な地面の上で小球を斜め上方に投げた。初速度の水平方向成分は 7.5 m/s，鉛直方向成分は 14.7 m/s であった。この小球の運動について，次の各問いに答えよ。ただし，重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし，また空気抵抗は無視できるものとする。

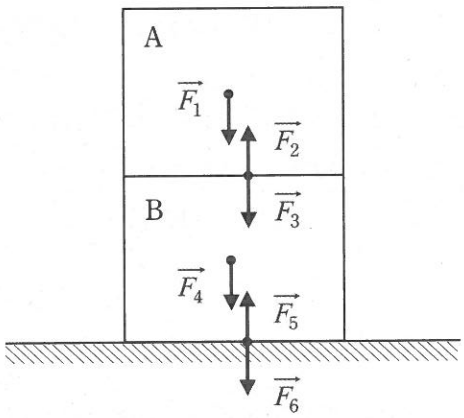
(1) 小球は，投げてから 1.0 s 後に，地面から 9.8 m の高さを初めて通過した。このときの速度の鉛直方向成分の大きさは [ア]．[イ] m/s である。[ア] および [イ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)

(2) 小球が地面から 9.8 m の高さを２度目に通過するとき，その時刻は投げてから [ウ]．[エ] s 後であり，水平方向に進んだ距離は投げた位置から [オ][カ] m である。[ウ]，[エ] および [オ]，[カ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(5 点×2＝10 点)

§2　力の性質と運動方程式

1　次の各問いに答えよ。

(1) 図のように，水平面上に物体A，Bが重ねて置いてある。図の$\vec{F_1}$から$\vec{F_6}$の矢印は，A，Bおよび水平面にはたらく力を表している。ただし矢印の長さはあえて正しく描いていない。また，見やすさのために，作用点は，水平方向にずらしてある。



Aにはたらく力$\vec{F_2}$と作用・反作用の関係にある力は［ア］である。また，Bにはたらく力のつり合いを構成する力の組は［イ］である。［ア］には［ア］の選択肢から，［イ］には［イ］の選択肢から正しいものを一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5点×2＝10点)

［ア］の選択肢

① $\vec{F_1}$　② $\vec{F_2}$　③ $\vec{F_3}$　④ $\vec{F_4}$　⑤ $\vec{F_5}$
⑥ $\vec{F_6}$　⑦ $\vec{F_1}$と$\vec{F_3}$　⑧ $\vec{F_3}$と$\vec{F_4}$　⑨ $\vec{F_4}$と$\vec{F_6}$

［イ］の選択肢

① $\vec{F_2}$と$\vec{F_3}$　② $\vec{F_3}$と$\vec{F_4}$　③ $\vec{F_4}$と$\vec{F_5}$　④ $\vec{F_5}$と$\vec{F_6}$
⑤ $\vec{F_1}$と$\vec{F_2}$と$\vec{F_3}$　⑥ $\vec{F_2}$と$\vec{F_3}$と$\vec{F_4}$　⑦ $\vec{F_3}$と$\vec{F_4}$と$\vec{F_5}$
⑧ $\vec{F_4}$と$\vec{F_5}$と$\vec{F_6}$　⑨ $\vec{F_2}$と$\vec{F_3}$と$\vec{F_4}$と$\vec{F_5}$と$\vec{F_6}$

(2) 一様な同じ棒を2本組み合わせて，図1のような物体をつくった。この物体の重心の位置は［ウ］である。［ウ］には図2の①から⑤のうちから適当なものを一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10点)

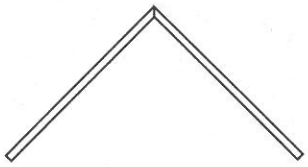


図1

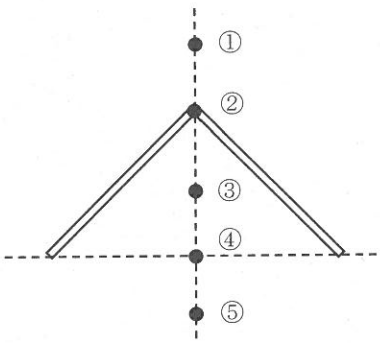
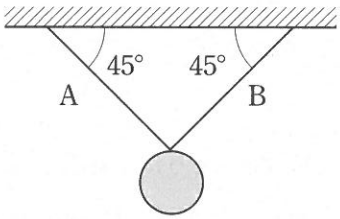
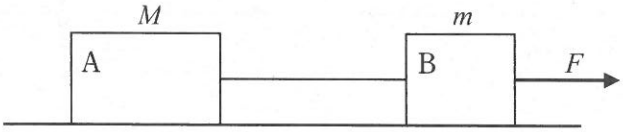


図2

(3) 重さ 6.5 N の物体に 2 本の軽い糸 A，B を取り付け，図のように天井からつるした。A が天井となす角，B が天井となす角は，ともに 45°であった。このとき，糸 A の張力の大きさは，有効数字 2 桁で表すと [エ]．[オ] N である。[エ] および [オ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)



2 質量 M の物体 A と質量 m の物体 B を軽くて伸びない糸でつないでなめらかな水平面上に置いた。次に，図のように，B に大きさ F の力を加えたところ，A と B に同じ大きさの加速度が生じた。次の各問いに答えよ。



(1) このときの加速度の大きさを a，糸の張力の大きさを T とすると，A，B それぞれの運動方程式は，右向きを正の向きとして

物体 A：　$Ma =$ [ア]　　物体 B：　$ma =$ [イ]

である。[ア] および [イ] に当てはまる式を，次の選択肢から一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。ただし，同じ番号を繰り返し選んでもよい。(5 点×2=10 点)

① 0　② F　③ $-F$　④ T　⑤ $-T$　⑥ $F+T$　⑦ $F-T$　⑧ $T-F$　⑨ $-F-T$

(2) このときの加速度の大きさは $a =$ [ウ]，糸の張力の大きさは $T =$ [エ] である。[ウ] には [ウ] の選択肢から，[エ] には [エ] の選択肢から，当てはまる式を一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5 点×2=10 点)

[ウ] の選択肢

① 0　② F　③ $\dfrac{F}{M}$　④ $\dfrac{F}{m}$　⑤ $\dfrac{F}{M+m}$　⑥ $\dfrac{F}{M-m}$

[エ] の選択肢

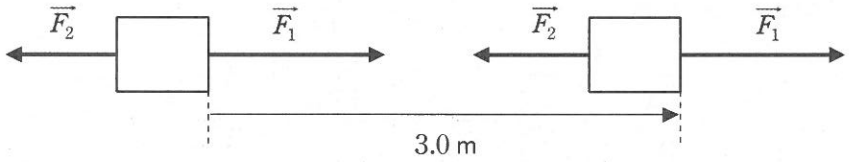
① F　② $\dfrac{m}{M}F$　③ $\dfrac{M}{m}F$　④ $\dfrac{M}{M+m}F$　⑤ $\dfrac{m}{M+m}F$

⑥ $\dfrac{M-m}{M+m}F$　⑦ $\dfrac{M}{M-m}F$　⑧ $\dfrac{m}{M-m}F$　⑨ $\dfrac{M+m}{M-m}F$

§3　力学的エネルギー・運動量

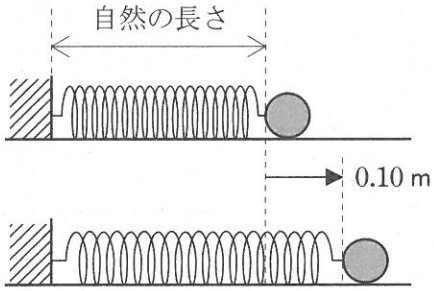
1　次の各問いに答えよ。

(1) 図のように，物体に大きさ 15 N の力 $\vec{F_1}$ と大きさ 9.0 N の力 $\vec{F_2}$ をはたらかせ，物体を $\vec{F_1}$ の向きに 3.0 m 移動させた。$\vec{F_1}$ と $\vec{F_2}$ は互いに逆向きである。このとき $\vec{F_1}$ が物体にした仕事は [ア][イ][ウ] J である。[ア] には＋－のいずれかを，[イ] および [ウ] には当てはまる数を，解答欄にマークせよ。(10 点)



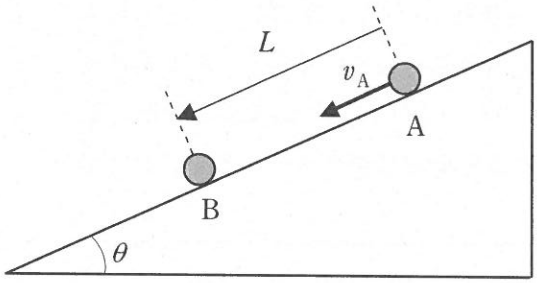
(2) ばね定数 40 N/m のばねにおもりをつけ，水平面に静かに置き，自然の長さから 0.10 m のばした。このとき，おもりが持つ弾性力による位置エネルギーは [エ] J である。[エ] に当てはまる数を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① 41　② 4.0　③ 2.0　④ 0.40　⑤ 0.20



(3) 質量 0.40 kg のサッカーボールが，x 軸の正の向きに 15 m/s の速さで飛んできた。このボールを，大きさ 23 N·s の力積で正面から蹴り返したところ，ボールは x 軸の負の向きに飛んで行った。蹴り返された後のボールの運動量は [オ][カ][キ] kg·m/s である。[オ] には＋－のいずれかを，[カ] および [キ] には当てはまる数を，解答欄にマークせよ。(10点)

2　図のように，水平となす角がθのなめらかな斜面上で，質量 m の小球を斜面に沿って滑らせた。小球が点 A を通過したときの速さは v_A であり，その後，小球は斜面上の点 B を通過した。A B 間の距離を L，重力加速度の大きさを g として次の各問いに答えよ。



(1) 小球が A から B へ移動する間に重力が小球にした仕事は $\boxed{ア}$ である。$\boxed{ア}$ に当てはまる式を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① $\dfrac{mgL}{\sin\theta}$　② $\dfrac{mgL}{\cos\theta}$　③ $\dfrac{mgL}{\tan\theta}$　④ $mgL\sin\theta$

⑤ $mgL\cos\theta$　⑥ $mgL\tan\theta$　⑦ 0

(2) A における小球の運動エネルギーを K_A，B における小球の運動エネルギーを K_B とする。K_A，K_B と前問 (1) の $\boxed{ア}$ の間には $\boxed{イ}$ の関係がある。また，B における小球の速さ v_B は $\boxed{ウ}$ である。$\boxed{イ}$ に当てはまる式を $\boxed{イ}$ の選択肢から，$\boxed{ウ}$ に当てはまる式を $\boxed{ウ}$ の選択肢から一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5 点×2＝10 点)

$\boxed{イ}$ の選択肢

① $K_A + K_B = \boxed{ア}$　② $K_A{}^2 + K_B{}^2 = \boxed{ア}$　③ $K_A - K_B = \boxed{ア}$

④ $K_A{}^2 - K_B{}^2 = \boxed{ア}$　⑤ $K_B - K_A = \boxed{ア}$　⑥ $K_B{}^2 - K_A{}^2 = \boxed{ア}$

$\boxed{ウ}$ の選択肢

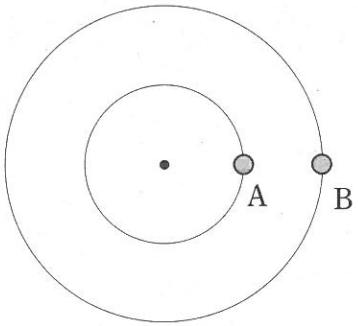
① $v_A + gL\sin\theta$　② $v_A + gL\cos\theta$　③ $v_A + gL\tan\theta$

④ $\sqrt{v_A{}^2 + 2gL\sin\theta}$　⑤ $\sqrt{v_A{}^2 + 2gL\cos\theta}$　⑥ $\sqrt{v_A{}^2 + 2gL\tan\theta}$

§4　円運動・単振動・万有引力

1　次の各問いに答えよ。

(1) 図のように，半径 0.50 m と半径 1.0 m の２つの円のそれぞれの円周上を運動する物体 A と物体 B がある。どちらも同じ速さ 1.0 m/s で等速円運動をしているとき，A の角速度は B の角速度の [ア] 倍である。[ア] に当てはまる数を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)



① 0.25　② 0.32　③ 0.50　④ 1.0
⑤ 2.0　⑥ 3.1　⑦ 4.0

(2) 月の半径は地球の約 $\frac{1}{4}$ 倍で，月の表面での重力加速度の大きさは地球の表面での重力加速度の大きさの約 $\frac{1}{6}$ 倍である。このことより，月の質量は，地球の質量の約 [イ] 倍である。[イ] に当てはまる最も適当な数を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① $\frac{1}{4}$　② $\frac{1}{6}$　③ $\frac{1}{16}$　④ $\frac{1}{24}$
⑤ $\frac{1}{36}$　⑥ $\frac{1}{96}$　⑦ $\frac{1}{144}$　⑧ $\frac{1}{576}$

(3) 振動数 0.50 Hz で単振動をする物体がある。有効数字２桁で表すと，この単振動の周期は [ウ].[エ] s，角振動数は [オ].[カ] rad/s である。[ウ]，[エ] および [オ]，[カ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。ただし，円周率を 3.14 とする。(5 点×2＝10 点)

2　円周上を角速度ω，速さvで等速円運動をする物体がある。次の各問いに答えよ。

(1) 物体は微小時間Δtの間に，図１の円周上をＡからＢまで運動する。この間の物体の微小の回転角$\Delta\theta$は，$\Delta\theta=$ ア と表され，速度は，角度$\Delta\theta$だけ向きを変えて，$\vec{v_A}$から$\vec{v_B}$に変化する。時間Δtの間の，速度の変化を表すベクトルの大きさを図２の弧A'B'の長さで近似すると イ である。また，このベクトルの向きは ウ であり，これは時間Δtの間における平均の加速度の向きを表す。ア および イ には当てはまる式を，ア，イ の選択肢から一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。ウ には適当な向きを，ウ の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5点×3＝15点)

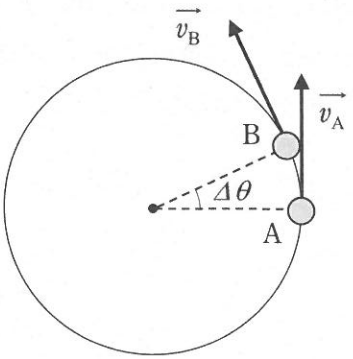


図１

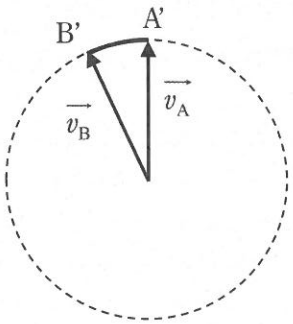
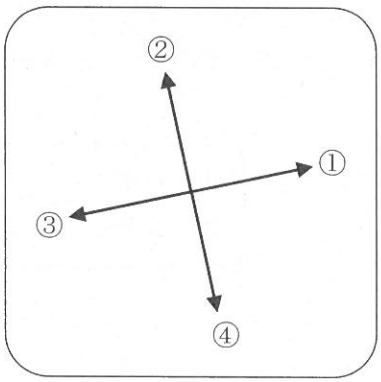


図２

ウ の選択肢



ア，イ の選択肢

① $\omega\Delta t$　② $\dfrac{\omega}{\Delta t}$　③ $v\omega\Delta t$　④ $\dfrac{v\omega}{\Delta t}$　⑤ $v\omega^2\Delta t$　⑥ $\dfrac{v\omega^2}{\Delta t}$

(2) 角速度ω，速さvで等速円運動をする物体の加速度の大きさは エ である。エ に当てはまる式を，次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5点)

① ω　② $v\omega$　③ $v\omega^2$　④ $\dfrac{\omega}{v}$　⑤ $\dfrac{v}{\omega}$　⑥ $\dfrac{\omega^2}{v}$　⑦ $\dfrac{v^2}{\omega}$　⑧ 0

§5　熱

1　次の各問いに答えよ。

(1) 氷の融解熱は 3.3×10^{2} J/g である。0 ℃の氷に 1.0×10^{5} J の熱を加えたときに融解する氷は，有効数字2桁で表すと [ア]．[イ]×$10^{[ウ]}$ g である。[ア]，[イ] および [ウ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。ただし，[ア] は0でない数とする。(10点)

(2) 空気中に静止している熱気球がある。気球内部の気体分子全体の重心は静止している。しかし，一つ一つの気体分子は熱運動をしているので，各気体分子の持つ運動エネルギーの合計は有限の値を持つ。この運動エネルギーの合計を表す最も適当な語句を，次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。ただし，気体は理想気体とする。(10点)

① 運動量	② 潜熱	③ 熱容量
④ 比熱	⑤ 内部エネルギー	

(3) 温度 27 ℃のヘリウムガス 10 L を，圧力を一定に保ったまま，温度 −192 ℃に冷却すると，ヘリウムガスの体積は [エ]．[オ] L になる。[エ] および [オ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10点)

2 図1のように，鉛直に立てた断面積 $4.0\times10^{-4}\ \mathrm{m^2}$ のシリンダに，温度 27 ℃，大気圧 1.0×10^{5} Pa のもとで理想気体を入れてなめらかに動く軽いピストンで封じた。続いて，図2に示すように，ピストン上におもりを載せて気体を圧縮した。ピストンが静止して十分に時間がたったとき，シリンダ内の気体の体積は $2.0\times10^{-4}\ \mathrm{m^3}$，圧力は 1.5×10^{5} Pa，温度は 27 ℃だった。この気体について次の各問いに答えよ。ただし，気体定数を 8.3 J/(mol・K) とする。

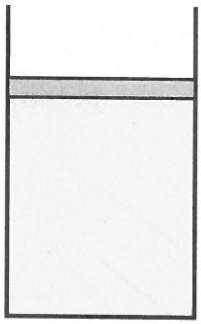


図1

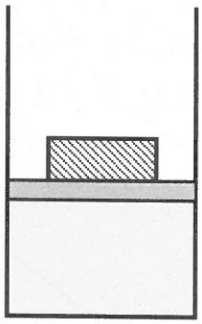


図2

(1) 気体の物質量は ア．イ $\times10^{-2}$ mol である。ア および イ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)

(2) おもりを，時間をかけて徐々に取り除いていくと，気体の温度は変わらず，ピストンはゆっくりと上昇する。おもりを完全に取り除くまでのピストンの移動量は ウ．エ $\times10^{-1}$ m である。また，この過程で気体は熱を オ。ウ および エ には当てはまる数を，オ には オ の選択肢から適当な語句を一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5 点×2＝10 点)

オ の選択肢

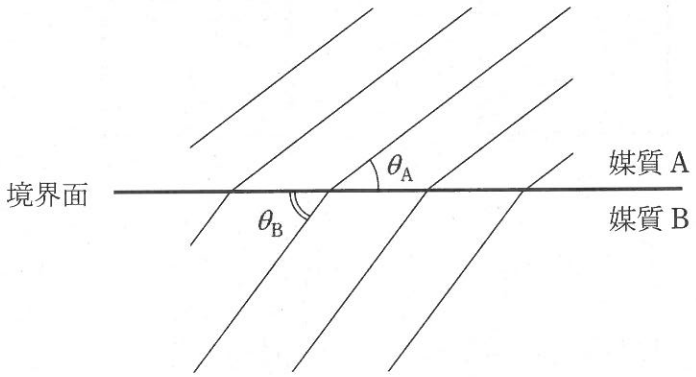
① 吸収する　② 放出する　③ 吸収も放出もしない

§6　波動

1　次の各問いに答えよ。

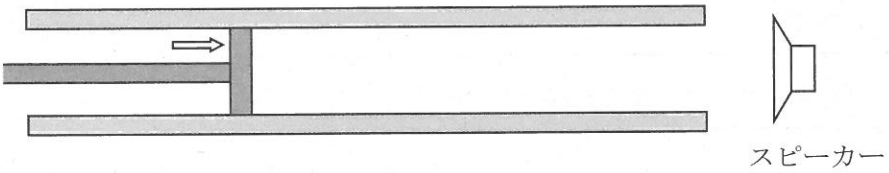
(1) 速さ 5.0 m/s で進む正弦波をある位置で観測したら，その位置の媒質は振動数 2.0 Hz の単振動をしていた。この正弦波の波長は [ア]．[イ] m である。[ア] および [イ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)

(2) 図は，媒質 A から媒質 B へ進む波の波面を示したものである。$\sin\theta_A = 0.60$，$\sin\theta_B = 0.80$ であるとき，媒質 A に対する媒質 B の屈折率はいくらか。次の選択肢から適当なものを一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

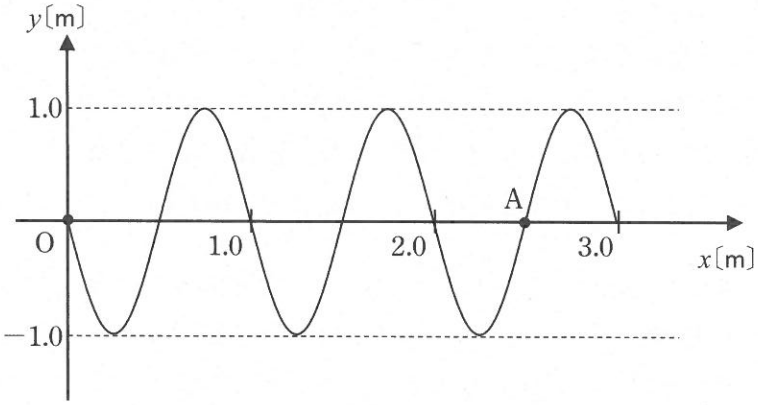


① 0.60	② 0.75	③ 0.80	④ 1.0
⑤ 1.3	⑥ 1.5	⑦ 1.7	

(3) 図のように，自由に動くピストンつきのガラス管の管口付近に一定の振動数の音を出し続けるスピーカーを置いた。ピストンを矢印の向きに押しこんでいったところ，0.34 m おきに共鳴して大きな音が聞こえた。空気中を進む音の速さを 3.4×10^2 m/s とすると，音波の波長は 0.[ウ][エ] m，スピーカーの出す音の振動数は [オ]．[カ]$\times10^2$ Hz である。[ウ]，[エ] および [オ]，[カ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(5 点×2＝10 点)



2　x 軸上を正の向きに進む振動数 2.0 Hz の正弦波がある。図は時刻 $t = 0$〔s〕における波形を示している。なお，波は図の範囲外にも無限に続いているものとする。次の各問いに答えよ。



(1) この波を原点 O（$x = 0$〔m〕）で観測した。このとき，時刻 t〔s〕における変位 y〔m〕を表す式はどれか。次の選択肢から適当なものを一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。（10 点）

① $y = 1.0 \sin 1.0\pi t$	② $y = 1.0 \sin 2.0\pi t$	③ $y = 1.0 \sin 4.0\pi t$
④ $y = -1.0 \sin 1.0\pi t$	⑤ $y = -1.0 \sin 2.0\pi t$	⑥ $y = -1.0 \sin 4.0\pi t$

(2) x 軸上の点 A を固定端としたところ，波は A で反射した。反射波は x 軸の負の向きに進み，元の波と重なり合った。十分に時間が経ったとき，OA 間（$0 \leqq x \leqq 2.5$ m）における合成波はどのようになるか。次の選択肢から適当なものを一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。（10 点）

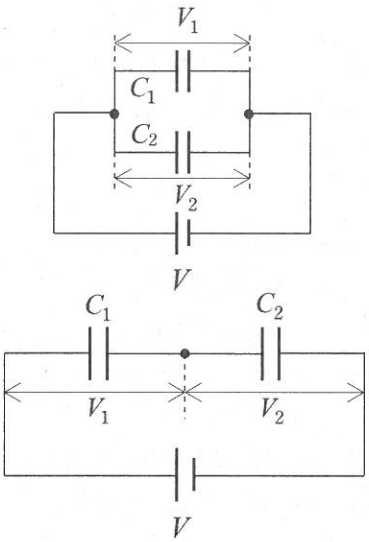
① OA 間に腹が 1 つある定常波ができる。
② OA 間に腹が 2 つある定常波ができる。
③ OA 間に腹が 3 つある定常波ができる。
④ OA 間に腹が 4 つある定常波ができる。
⑤ OA 間に腹が 5 つある定常波ができる。
⑥ OA 間に腹が 6 つある定常波ができる。
⑦ 定常波はできない。

§7　電気

1　次の各問いに答えよ。

(1) 電気容量 C_1，C_2 の２つのコンデンサーを接続し，全体に電位差 V を与えた。このとき，電位差，電気量，合成容量のそれぞれについて，どのような関係式が成り立つか。並列接続と直列接続のそれぞれの場合に正しいものを選択肢から一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。ただし，はじめに各コンデンサーには電気量は蓄えられていなかったものとする。図や関係式中の記号は以下の物理量を表す。(5点×2＝10点)

V ：全体の電位差，　V_1，V_2 ：各コンデンサーの極板間の電位差
C ：合成容量，　C_1，C_2 ：各コンデンサーの電気容量
Q ：全体の電気量，　Q_1，Q_2 ：各コンデンサーの電気量

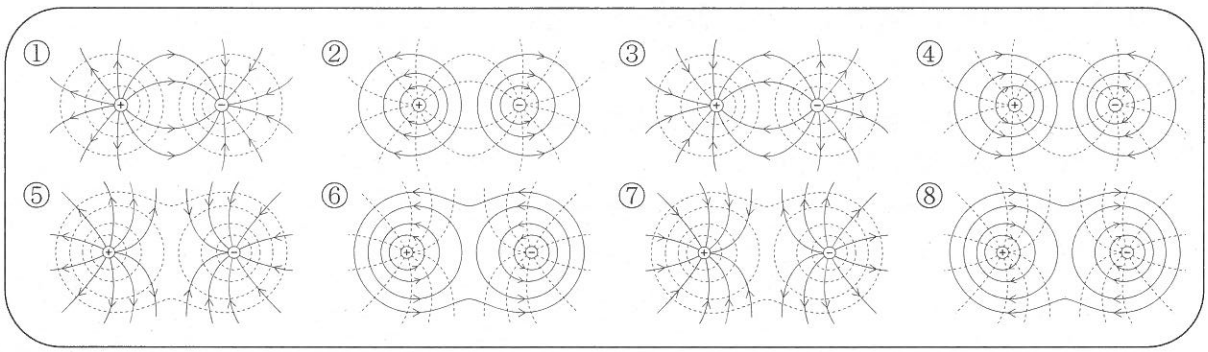


並列接続：電位差 ア，電気量 イ，合成容量 ウ

直列接続：電位差 エ，電気量 オ，合成容量 カ

① $V = V_1 = V_2$　　② $V = V_1 + V_2$
③ $Q = Q_1 = Q_2$　　④ $Q = Q_1 + Q_2$
⑤ $\dfrac{1}{C} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}$　　⑥ $C = C_1 + C_2$

(2) 電気量の大きさが等しい正と負の２つの点電荷を平面上に置いた。このとき，電荷のまわりの等電位線と電気力線の様子を表した概念図として最も適当なものを下図の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。ただし，実線が電気力線，破線が等電位線を表すものとし，矢印は電気力線の向きを表すものとする。(10点)



(3) 強さ1.5×10^{3} N/Cの一様な電場中に-6.0×10^{-8} Cの負電荷を置いた。このとき，この負電荷が電場から受ける力の向きは [キ] であり，大きさは [ク]×$10^{[ケ]}$ Nである。[キ] には当てはまるものを [キ] の選択肢から一つ選び，[ク] および [ケ] には当てはまるものを [ク]，[ケ] の選択肢から一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10点)

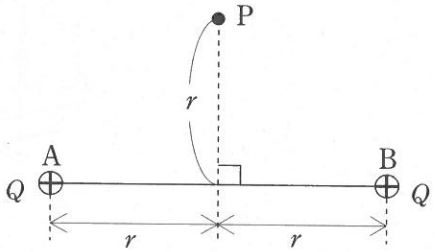
[キ] の選択肢

① 電場の向きと同じ向き　② 電場の向きと逆向き

[ク]，[ケ] の選択肢

① 2.5	② 4.0	③ 4.5	④ 7.5	⑤ 9.0
⑥ −11	⑦ −8	⑧ −5	⑨ 3	⓪ 10

2 図のように，平面上で，距離$2r$だけ離れた2点A,Bそれぞれに，電気量Qの正の点電荷を置いた。線分ABの垂直二等分線上の点Pについて，次の各問いに答えよ。ただし，クーロンの法則の比例定数はkとする。

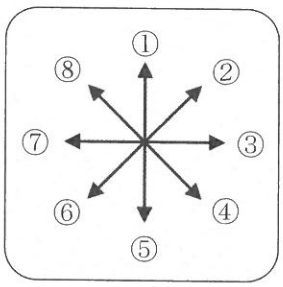


(1) Pにおける電場の強さは [ア] であり，向きは [イ] である。[ア] には当てはまるものを [ア] の選択肢から，[イ] には当てはまるものを [イ] の選択肢から一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(5点×2=10点)

[ア] の選択肢

① 0	② $\sqrt{2}kQr^2$	③ $2kQr^2$	④ $2\sqrt{2}kQr^2$	⑤ $\dfrac{kQ}{r}$
⑥ $\dfrac{\sqrt{2}kQ}{r}$	⑦ $\dfrac{\sqrt{2}kQ}{2r}$	⑧ $\dfrac{kQ}{r^2}$	⑨ $\dfrac{kQ}{2r^2}$	⓪ $\dfrac{\sqrt{2}kQ}{2r^2}$

[イ] の選択肢



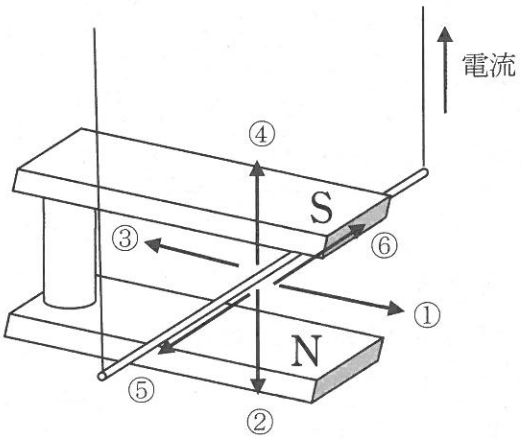
(2) Pにおける電位は [ウ] である。[ウ] に当てはまるものを次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。ただし，無限遠を電位の基準とする。(10点)

① 0	② $\dfrac{kQ}{r}$	③ $-\dfrac{kQ}{r}$	④ $\dfrac{\sqrt{2}kQ}{r}$	⑤ $-\dfrac{\sqrt{2}kQ}{r}$
⑥ $\dfrac{kQ}{r^2}$	⑦ $-\dfrac{kQ}{r^2}$	⑧ $\dfrac{\sqrt{2}kQ}{r^2}$	⑨ $-\dfrac{\sqrt{2}kQ}{r^2}$	

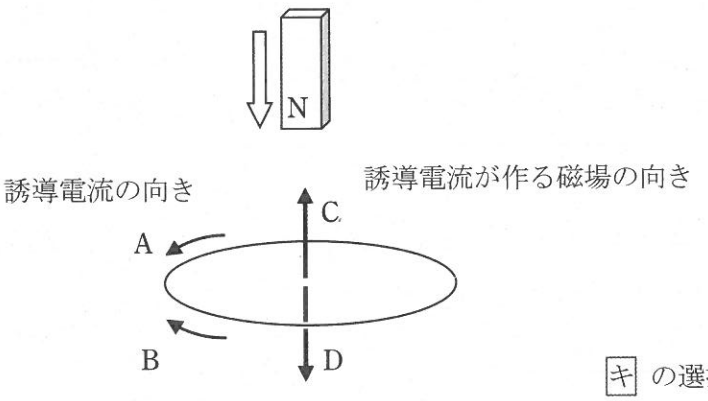
§8　磁気

1　次の各問いに答えよ。

(1) 図のように，磁束密度が 0.20 T の一様な磁場中に，磁場に対して垂直に導線を置き，2.5 A の電流を流す。この導線の 0.010 m の部分が受ける力の大きさは [ア]．[イ]×$10^{-[ウ]}$ N，力の向きは [エ] である。[ア]，[イ] および [ウ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。[エ] には図の①から⑥のうちから当てはまる向きを 1 つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。ただし，[ア] には 0 でない数が入るものとする。(5 点×2＝10 点)



(2) 図のように，円形コイルの中心に向け棒磁石を近づけたところ，コイルに誘導電流が流れた。誘導電流は [オ] の向きに生じ，誘導電流がコイルの中心につくる磁場は [カ] の向きとなった。このことは，誘導電流がコイル内につくる磁場が，棒磁石を近づけることによるコイル内の磁束の変化を [キ] ことを表している。[オ]，[カ] および [キ] に当てはまるものをそれぞれの選択肢から一つずつ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)



[オ] の選択肢（誘導電流の向き）

① A　　② B

[カ] の選択肢（磁場の向き）

① C　　② D

[キ] の選択肢

① 増加させる　　② 妨げる

(3) 30 回巻きの円形コイルを貫く磁束が, 0.050 s の間に一定の割合で 4.0×10^{-4}Wb 変化した。コイルの両端に生じる誘導起電力の大きさは, 0. [ク] [ケ] V である。[ク] および [ケ] に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)

2 図 1 のように, 北を指している小さな磁針の上 0.10 m のところに南北に沿って導線を置き電流を流したところ, N 極が東側に振れて静止した。次の各問いに答えよ。ただし, 地磁気の水平分力（磁場ベクトルの水平成分）は北を向いているものとする。

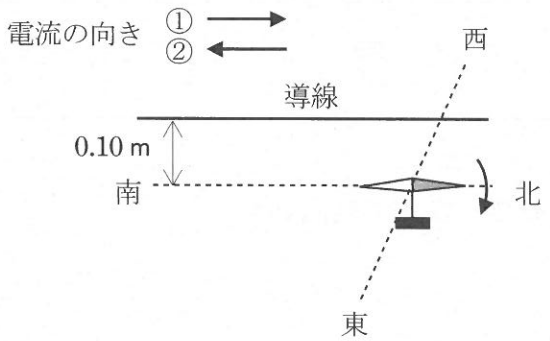


図 1

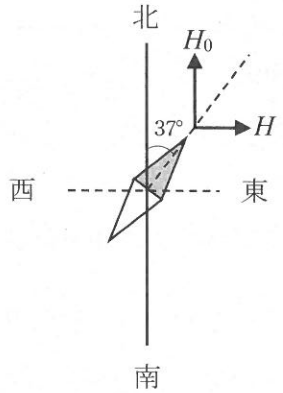


図 2　図 1 を真上から見た図

(1) 磁針の場所に電流がつくる磁場の強さ H が 18 A/m のとき, 導線を流れる電流の向きは [ア] であり, 大きさは有効数字 2 桁で表すと [イ] [ウ] A である。[ア] には図 1 の電流の向きの選択肢から一つ選び, その番号を解答欄にマークせよ。[イ] および [ウ] には当てはまる数を解答欄にマークせよ。ただし, 円周率を 3.14 とする。(10 点)

(2) 前問 (1) のとき, 図 2 のように, 磁針は導線方向から角度 37° まわって静止した。地磁気の水平分力の大きさ H_0 は [エ] A/m である。[エ] には次の選択肢から正しいものを一つ選び, その番号を解答欄にマークせよ。ただし, sin37°＝0.60, cos37°＝0.80 として計算せよ。(10 点)

① 11	② 13	③ 14	④ 23
⑤ 24	⑥ 29	⑦ 30	⑧ 35

§9　微分積分を用いた力学

1　次の各問いに答えよ。

(1)　x 軸上を運動する質量 m の物体がある。この物体の位置エネルギーが

$$U(x) = mgx + \frac{1}{2}kx^2$$

で表されるとする。この物体にはたらく力の合力が 0 になる位置は，位置エネルギーが最小値をとる位置で与えられる。物体にはたらく力の合力が 0 になるのは $x =$ ア である。ただし，g, k は正の定数である。ア に当てはまる式を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① $\frac{3mg}{k}$　② $\frac{2mg}{k}$　③ $\frac{mg}{k}$　④ 0　⑤ $-\frac{mg}{k}$　⑥ $-\frac{2mg}{k}$　⑦ $-\frac{3mg}{k}$

(2)　x 軸上を運動する物体がある。この物体の時刻 t における変位 x が

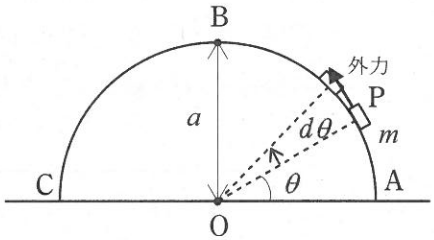
$$x = b\left\{t + a\left(e^{-t/a} - 1\right)\right\}$$

で表されるとき，速度は $v =$ イ で与えられる。ただし a,b は正の定数である。イ に当てはまる式を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① $b\left(\frac{1}{2}t^2 - at - e^{-t/a}\right)$　② $b\left(\frac{1}{2}t^2 - at - a^2e^{-t/a}\right)$　③ $b\left(1 - a^2e^{-t/a}\right)$
④ $b\left(1 - e^{-t/a}\right)$　⑤ $b\left(1 + e^{-t/a}\right)$　⑥ b　⑦ $-b$　⑧ $-ba$　⑨ 0

(3)　図のように，鉛直面内の点 O を中心とする半径 a の半円 ABC 上で，質量 m の物体に接線方向の外力をかけて半円に沿ってゆっくりと移動させる。物体が O から見て角度 θ の点 P からさらに微小角度 $d\theta$ まわる間に，動摩擦力がする仕事は，動摩擦係数を μ，重力加速度を g とすると

$$-\mu mg \sin\theta \cdot ad\theta$$



と表される。この物体を最下点 A ($\theta = 0$) から最高点 B ($\theta = \pi/2$) に移動させる間に動摩擦力が物体にする仕事は ウ μmga である。ウ に当てはまる数を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① π　② $\frac{\pi}{2}$　③ 1　④ $\frac{1}{2}$　⑤ 0　⑥ $-\frac{1}{2}$　⑦ -1　⑧ $-\frac{\pi}{2}$　⑨ $-\pi$

2　x 軸上を正の向きに運動する質量 m の物体がある。この物体の位置 x における速度が

$$\frac{dx}{dt} = v_0 - \frac{c}{m}x \cdots Ⓐ$$

で表される。ただし，c は正の定数とする。時刻 $t = 0$ において，物体の位置は $x = 0$ で，正の初速度 v_0 をもつ。次の各問いに答えよ。

(1) 時刻 t における変位 x は $x =$ $\boxed{ア}$ で与えられる。$\boxed{ア}$ に当てはまる式を次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① $v_0 t - \dfrac{c}{2m}t^2$　② $\dfrac{mv_0}{c}\left(1 - e^{-ct/m}\right)$　③ $\dfrac{mv_0}{c}\left(1 - e^{-mt/c}\right)$

④ $v_0 t - \dfrac{c}{m}$　⑤ $\dfrac{mv_0}{c}\left(e^{ct/m} - 1\right)$　⑥ $\dfrac{mv_0}{c}\left(e^{mt/c} - 1\right)$

(2) Ⓐ式の両辺を時間 t で微分して運動方程式をつくると，この物体が受ける力は $\boxed{イ}$ であることがわかる。$\boxed{イ}$ に当てはまるものを次の選択肢から一つ選び，その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)

① 位置 x に比例する正の向きの力　② 位置 x に比例する負の向きの力
③ 速度 v に比例する正の向きの力　④ 速度 v に比例する負の向きの力
⑤ 一定の大きさの正の向きの力　⑥ 一定の大きさの負の向きの力

（注意事項の続き）

7　物理の試験に限り関数電卓の使用を認めます。（関数機能が付いていない電卓の使用も認めます。）ただし，公式入力が可能な電卓，公式既入力の電卓，携帯電話，電子辞書，ポケットコンピュータは使用できません。関数電卓を使用しなくても問題が解けるように関数表を配付しますので，必要に応じて使用してください。

8　解答用紙の指定の箇所に個人番号と名前を記入してください。
　また，個人番号欄に自分の番号を記入およびマークしてください。
（例）　００１番の場合

個人番号	0	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ●
	0	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ●
	1	● ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪

9　設問の解答は，解答用紙の各設問に対応した解答欄にマークしてください。
（例１　選択肢のうちから一つ選び，解答する場合）
　設問 **1** (1) に対して，選択肢番号 ⑤ と解答するとき

		解　答　欄
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 + −
1	(1)	① ② ③ ④ ● ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪ ⊕ ⊖
	(2)	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪ ⊕ ⊖

（例２　空欄に当てはまる数字等を解答する場合）
　設問 **3** (1)「・・・Ａの速度は，有効数字２桁で表すと，ア 0. イ ウ m / s である。ア には＋または－のうちのいずれかを，イ および ウ には当てはまる数をそれぞれ解答欄にマークせよ。」に対して，計算結果が「－0.475 m / s 」であった場合，ア には－，イ には 4，ウ には 8 が当てはまるから，下記のようにマークする。

			解　答　欄
			1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 + −
3	(1)	ア	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪ ⊕ ●
		イ	① ② ③ ● ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪ ⊕ ⊖
		ウ	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ● ⑨ ⓪ ⊕ ⊖
	(2)		① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪ ⊕ ⊖

10　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁，乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

11　問題冊子の余白は計算に利用して構いません。

12　試験終了後，問題冊子は持ち帰ってください。