東京女子医科大学

2025 年度　一般選抜　物理

（2 科目　120 分）

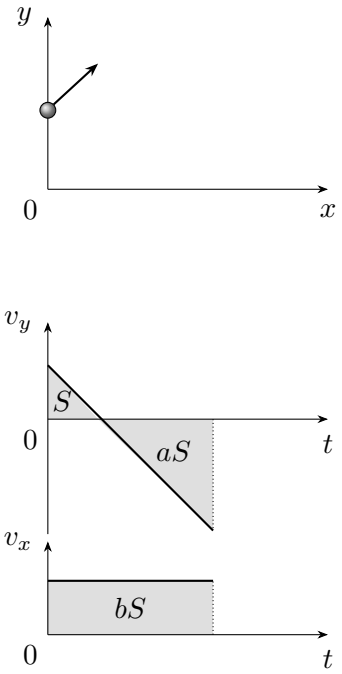
［注意事項］

解答用紙の（導出過程）の欄で問題文中にない物理量を用いる場合は，定義してから用いること．

Ⅰ．

（A）図のように x 軸を水平方向，y 軸を鉛直上向きであるとして，ある高さからある初速度でボールを斜め上に投げ，ボールが地面（$y = 0$）に到達するまでの速度と時刻 t を記録した．ボールの速度の y 軸成分を v_y として描いた $v_y - t$ グラフと，x 軸成分を v_x として描いた $v_x - t$ グラフを示す．

v_y の時間変化を表す直線が v_y 軸正の領域に描く三角形の面積は S であり，v_y 軸負の領域に描く三角形の面積は aS であった．一方，v_x の時間変化を表す直線が v_x 軸正の領域に描く長方形の面積は bS であった．重力加速度の大きさを g として，以下の問いに答えよ．ボールの大きさおよび空気抵抗は無視できるとする．



(1)　ボールが最高点に到達するまでの時間はいくらか.

(2)　ボールが最高点から地面に到達するまでの時間はいくらか.

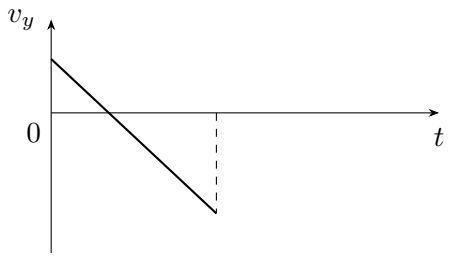
(3)　ボールの初速度の大きさはいくらか.

(4)　ボールが地面に到達する直前の速さはいくらか.

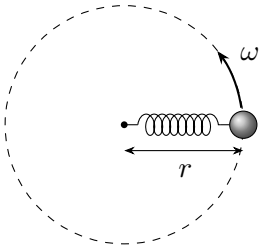
ボールは地面に到達後，初速度と同じ速度ではね返った．地面は水平でなめらかであるとする.

(5)　ボールと地面との間の反発係数はいくらか．また，ボールが地面ではね返った後，再び地面に到達するまでの様子を $v_y - t$ グラフに追記せよ.

（注）解答欄には次のグラフが与えられている.



（B）自然長 L_0，ばね定数 k のばねの一端に質量 m のおもりをつけ，他端を固定して，図のようになめらかな水平面上で等速円運動をさせる．等速円運動の角速度を ω，半径を r として以下の問いに答えよ．ばねの質量は無視できるとする.



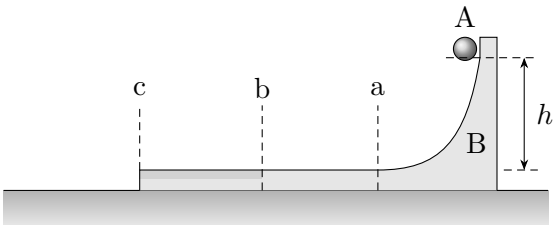
(1)　おもりの運動方程式を書け.

このばねは，自然長からの伸びが aL_0 より長くなると（ただし $0 < a < 1$），ばねの弾性力が失われる.

(2)　ばねが弾性力を保っていられる回転数の上限はいくらになるか説明せよ．

（注）(2) の解答用紙には，導出過程を書く欄がある．

（C）図のように質量 M の台 B が，なめらかな水平の床の上に置かれている．床と B の間には摩擦力ははたらかない．B の a よりも右側の上面はなめらかな曲面である．a と c の間は段差のない水平面であるが，b より右の上面はなめらかで，b より左の上面はあらい面である．



B の曲面上の高さ h の場所に，質量 m の物体 A を置き，静かに手を離した．紙面の左向きを正の向きとし，重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ．

(1)　A が a と b の間に到達したときの，床に対する A と B の速度はそれぞれいくらか．

その後，A は b と c の間で B に対して静止した．

(2)　A の床に対する速度と，A が b と c の間で B に対して静止するまでに失われた力学的エネルギーは，それぞれいくらになるか説明せよ．

（注）(2) の解答用紙には，導出過程を書く欄がある．

II．以下の問いに答えよ．解答欄には選択肢の記号（カタカナ）を記入すること．

（A）容器に 100 g の水が入っていて，その容器と水の温度は 20 °C であった．そこに 90 °C の水 100 g を加えたところ，全体は 50 °C になった．容器の熱容量はいくらか．ア－オの中から選べ．ただし，水の比熱を 4.2 J/(g·K) とし，熱は水と容器の間のみでやりとりをする．

ア．　1.1×10^2 J/K

イ．　1.4×10^2 J/K

ウ．　1.8×10^2 J/K

エ．　2.3×10^2 J/K

オ．　2.9×10^2 J/K

(B) 理想気体の状態方程式は実験結果を解析することで得られた経験則である．一方で，気体は分子の集まりである．したがって，分子の視点で圧力と体積の関係を示すことも重要である．

分子を体積 V の箱の中に閉じ込める．分子は壁に衝突することから，分子が壁に与える圧力 p を求めると

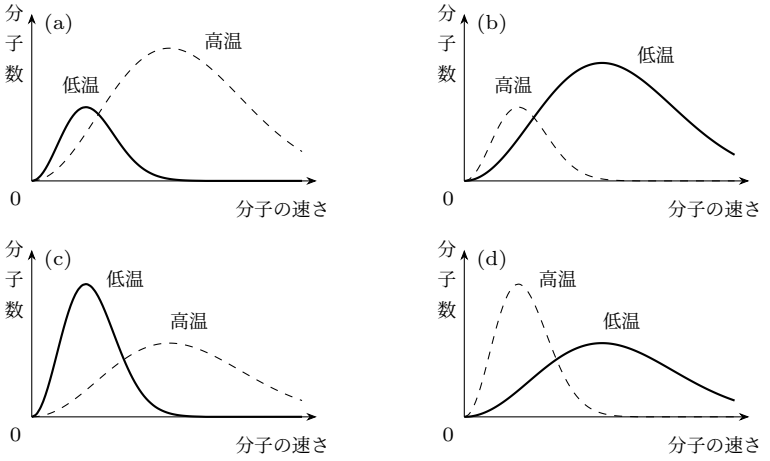
$$p = \frac{Nm\overline{v^2}}{3V}$$

と表すことができる．ここで N は分子の数，m は分子の質量，$\overline{v^2}$ は分子の速さの 2 乗 v^2 の平均値である．

さらに，上式を理想気体の状態方程式と比較すると，分子 1 個の運動エネルギーの平均値は，物質の熱的性質を微視的に論じるときに重要となる［ ① ］定数を用いると，絶対温度だけで決まることがわかる．

また，同一種類の気体で分子数を同じにして温度のみを変えて比較した場合，分子数と分子の速さの関係を図で表すと［ ② ］のようになる．

①と②の組合せとして最も適切なものはどれか．ア－タの中から選べ．



	①	②		①	②
ア.	気体	図 (a)	ケ.	気体	図 (c)
イ.	ボルツマン	図 (a)	コ.	ボルツマン	図 (c)
ウ.	アボガドロ	図 (a)	サ.	アボガドロ	図 (c)
エ.	リュードベリ	図 (a)	シ.	リュードベリ	図 (c)
オ.	気体	図 (b)	ス.	気体	図 (d)
カ.	ボルツマン	図 (b)	セ.	ボルツマン	図 (d)
キ.	アボガドロ	図 (b)	ソ.	アボガドロ	図 (d)
ク.	リュードベリ	図 (b)	タ.	リュードベリ	図 (d)

(C) なめらかに動くピストンでシリンダー内に気体が封じ込められている．圧力を 1.0×10^5 Pa で一定に保ちながら 50 J の熱を気体に与えたところ，気体の体積が 2.0×10^{-4} m^3 増加した．気体の内部エネルギーの変化はいくらか．ア－オの中から選べ．

ア．10 J　　イ．20 J　　ウ．30 J　　エ．40 J　　オ．50 J

(D) 9 cm 離れた 2 点 P，Q から波長が 4 cm で，振動数も振幅も等しい連続した波が同じ位相で出ている．これらの波が重なった PQ 間に定常波ができているとき，節と節の間隔は［ ③ ］cm で，PQ 間の節の数は［ ④ ］個である．

③と④の組合せとして正しいものはどれか．ア－ケの中から選べ．

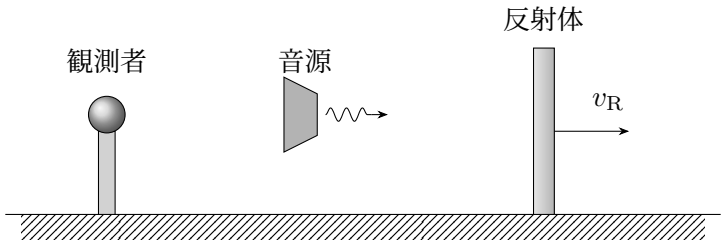
	③	④
ア．	2	5
イ．	2	4
ウ．	2	3
エ．	4	3
オ．	4	2
カ．	4	1
キ．	8	2
ク．	8	1
ケ．	8	0

（E）焦点距離 20 cm の凹面鏡の光軸（主軸）上で凹面鏡の前方 60 cm の位置に光軸に対して垂直に物体を置いた場合，凹面鏡の［ ⑤ ］の［ ⑥ ］の位置に［ ⑦ ］ができる．

⑤，⑥および⑦の組合せとして正しいものはどれか．ア－クの中から選べ．

	⑤	⑥	⑦
ア．	前方	30 cm	実像
イ．	前方	30 cm	虚像
ウ．	前方	40 cm	実像
エ．	前方	40 cm	虚像
オ．	後方	30 cm	実像
カ．	後方	30 cm	虚像
キ．	後方	40 cm	実像
ク．	後方	40 cm	虚像

（F）図のように，観測者の右側に音源と反射体がある．観測者と音源は静止しているが，反射体は図のように右向きに速さ v_{R} で移動している．また，音源からは反射体に向けて周波数 f_0，音速 V の音波が発せられている．



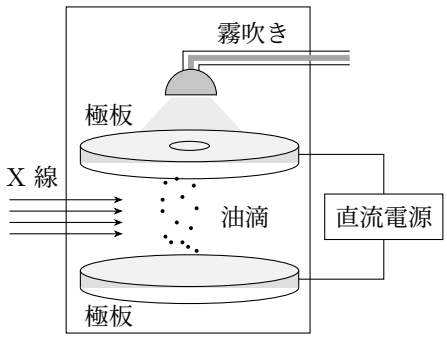
反射体が受け取る音の振動数 f_{R} は，$f_{\mathrm{R}} =$ ⑧ $\times f_0$ であり，観測者が聞く，反射体からの反射音の振動数 f は，$f =$ ⑨ $\times f_{\mathrm{R}}$ となる．

⑧と⑨の組合せとして正しいものはどれか．ア－シの中から選べ．

	⑧	⑨
ア	$\dfrac{V}{V-v_{\mathrm{R}}}$	$\dfrac{V}{V+v_{\mathrm{R}}}$
イ	$\dfrac{V}{V-v_{\mathrm{R}}}$	$\dfrac{V-v_{\mathrm{R}}}{V}$
ウ	$\dfrac{V}{V-v_{\mathrm{R}}}$	$\dfrac{V+v_{\mathrm{R}}}{V}$
エ	$\dfrac{V}{V+v_{\mathrm{R}}}$	$\dfrac{V}{V-v_{\mathrm{R}}}$
オ	$\dfrac{V}{V+v_{\mathrm{R}}}$	$\dfrac{V-v_{\mathrm{R}}}{V}$
カ	$\dfrac{V}{V+v_{\mathrm{R}}}$	$\dfrac{V+v_{\mathrm{R}}}{V}$

	⑧	⑨
キ	$\dfrac{V-v_{\mathrm{R}}}{V}$	$\dfrac{V}{V-v_{\mathrm{R}}}$
ク	$\dfrac{V-v_{\mathrm{R}}}{V}$	$\dfrac{V}{V+v_{\mathrm{R}}}$
ケ	$\dfrac{V-v_{\mathrm{R}}}{V}$	$\dfrac{V+v_{\mathrm{R}}}{V}$
コ	$\dfrac{V+v_{\mathrm{R}}}{V}$	$\dfrac{V}{V-v_{\mathrm{R}}}$
サ	$\dfrac{V+v_{\mathrm{R}}}{V}$	$\dfrac{V}{V+v_{\mathrm{R}}}$
シ	$\dfrac{V+v_{\mathrm{R}}}{V}$	$\dfrac{V-v_{\mathrm{R}}}{V}$

（G）ミリカンは図のような装置を用いて，電圧をかけた極板間に，ごく微小な油滴を漂わせて実験を行った．ミリカンは，油滴に X 線を照射して油滴のもつ電気量を変化させ，実験を繰り返した結果，何をみいだしたか．ア－エの中から選べ．



ア． 電荷が正と負の 2 つの極性を示すこと

イ． 油滴にはたらく重力と空気抵抗がつりあうこと

ウ． 油滴が極板間で重力にさからって上昇すること

エ． 油滴のもつ電気量がある値の整数倍であること

(H) X 線管において初速度 0 の電子が 20 kV の電圧で加速され，陽極に衝突し，X 線が発生した．このとき陽極に衝突する直前の電子が持つエネルギーは ⑩ で，発生した X 線の最短波長は ⑪ である．ただし，電気素量を 1.6×10^{-19} C，プランク定数を 6.6×10^{-34} J·s，真空中の光速を 3.0×10^{8} m/s とする．

⑩と⑪の組合せとして正しいものはどれか．ア－カの中から選べ．

	⑩	⑪
ア．	1.6×10^{-15} J	4.1×10^{-11} m
イ．	1.6×10^{-15} J	6.2×10^{-11} m
ウ．	1.6×10^{-15} J	8.3×10^{-11} m
エ．	3.2×10^{-15} J	4.1×10^{-11} m
オ．	3.2×10^{-15} J	6.2×10^{-11} m
カ．	3.2×10^{-15} J	8.3×10^{-11} m

(I) 物質波の存在を確かめるために，電子を 100V 程度の電圧で加速し，結晶にあてる実験が試みられた．なぜこの実験が検証に用いられたのか，ア－エの中から選べ．

ア． 加速された電子を結晶にあてることで発生する X 線のスペクトルが，波動性の根拠となるため

イ． 電子が物質波を示すためには，条件の電圧で加速する必要があると，ド・ブロイにより予言されていたため

ウ． 加速された電子の物質波と，X 線の波長が同程度となり，結晶の回折像から比較することが可能であるため

エ． 加速により電子が得たエネルギーと，結晶で散乱される際に失うエネルギーを知ることで，波動性を確認できるため

(J) 放射線の種類ごとに透過力と電離作用の程度が表に記されている．⑫から⑭に当てはまるのはそれぞれ α 線，β 線，γ 線のどれであるか．ア－カの中から選べ．

放射線	透過力	電離作用
⑫	大	小
⑬	中	中
⑭	小	大

	⑫	⑬	⑭
ア．	α 線	β 線	γ 線
イ．	α 線	γ 線	β 線
ウ．	β 線	α 線	γ 線
エ．	β 線	γ 線	α 線
オ．	γ 線	α 線	β 線
カ．	γ 線	β 線	α 線

(K) ヨウ素 $^{131}_{53}\mathrm{I}$ の原子核の半減期は 8.0 日である．8.0 g のヨウ素 $^{131}_{53}\mathrm{I}$ がある．24 日後に崩壊せずに残っているヨウ素 $^{131}_{53}\mathrm{I}$ は何 g か．ア－クの中から選べ．

ア． 1.0 g　　オ． 5.0 g

イ． 2.0 g　　カ． 6.0 g

ウ． 3.0 g　　キ． 7.0 g

エ． 4.0 g　　ク． 8.0 g

（L）次の核反応式のうち，核融合ではないのはどれか．ア－ソの中から選べ．

(1) $^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$

(2) $^{210}_{82}\mathrm{Pb} \longrightarrow {}^{210}_{83}\mathrm{Bi} + \mathrm{e}^{-}$

(3) $^{226}_{88}\mathrm{Ra} \longrightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

(4) $^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

ア．(1)　　カ．(1) と (3)　　サ．(1) と (2) と (3)

イ．(2)　　キ．(1) と (4)　　シ．(1) と (2) と (4)

ウ．(3)　　ク．(2) と (3)　　ス．(1) と (3) と (4)

エ．(4)　　ケ．(2) と (4)　　セ．(2) と (3) と (4)

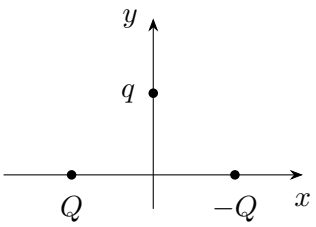
オ．(1) と (2)　　コ．(3) と (4)　　ソ．(1) － (4) すべて

III．

（A）xy 平面上の $(-a, 0)$ の位置に電気量 Q の点電荷があり，$(a, 0)$ の位置に電気量 $-Q$ の点電荷があり，$(0, a)$ の位置に電気量 q の点電荷がある．ここで，$a > 0$，$Q > 0$，$q > 0$ とし，クーロンの法則の比例定数を k として，以下の問いに答えよ．

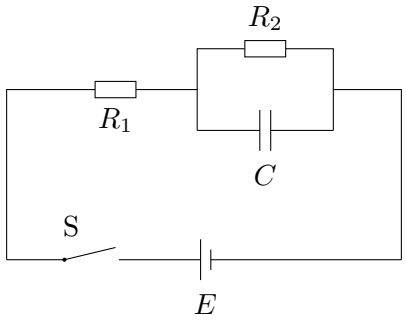
(1) $(0, a)$ の位置の電気量 q の点電荷にはたらく静電気力の合力の向きを矢印で表せ．また，その合力の大きさはいくらか．

（注）解答欄には，「向き」として次の図が与えられている．



(2) 電気量 q の点電荷が $(0, a)$ の位置から (a, a) の位置まで移動するとき，静電気力が電気量 q の点電荷にする仕事はいくらか．

(B) 図のように内部抵抗が無視できる起電力 E の電池，スイッチ S，電気抵抗 R_1，R_2 の抵抗，電気容量 C のコンデンサーからなる回路がある．最初，S は開いていて，コンデンサーには電荷は蓄えられていない状態であったとして，以下の問いに答えよ．

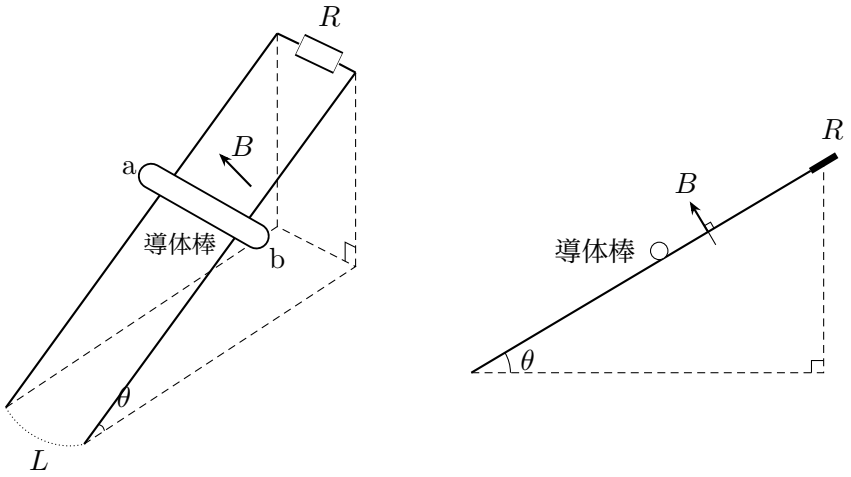


(1)　S を閉じた直後に R_1 の抵抗を流れる電流の大きさはいくらか．

(2)　S を閉じてから十分時間がたった後で，コンデンサーにたくわえられている電気量はいくらか．

(3)　(2) の後で，S を開いた直後に R_2 の抵抗を流れる電流の大きさはいくらか．

(C) 図のように，間隔 L の 2 本の平行導線を水平とのなす角が θ となるように設置し，その上端を電気抵抗 R の抵抗で接続する．平行導線のつくる平面に対して垂直で上向きに磁束密度の大きさが B の一様な磁場がある．平行導線上に渡した質量 m の導体棒 ab はしばらくして平行導線と直角を保ったまま等速度で平行導線に沿って降下した．重力加速度の大きさを g とし，空気抵抗，平行導線と導体棒の摩擦と電気抵抗，電流がつくる磁場の影響（回路の自己インダクタンス）は無視できるものとして以下の問いに答えよ．



(1) 導体棒を流れる電流の向きは a→b と b→a のどちらか．また，電流の大きさはいくらか．

(2) 導体棒の速さはいくらか．

(3) 重力がする仕事の仕事率を求めよ．また，それは平行導線，導体棒，抵抗で構成される電気回路におけるどのような物理量に相当するか．